

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN**

INFORME FINAL DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN

**CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS PRODUCTIVOS DE PUPAS
DE MARIPOSAS (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) PARA
LA EXPORTACIÓN EN LA REGIÓN HUETAR CARIBE
DE COSTA RICA**

INVESTIGADORES

**M. Sc. Olivier Castro Morales
Lic. Mónica Madrigal Valverde**

Junio 2018

Tabla de Contenidos

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	3
1.2. Objetivos específicos	3
1.3. Marco teórico	3
2. METODOLOGÍA.	7
2. 1. Selección y georreferenciación de mariposarios a incluir en el proyecto.....	7
2. 2. Establecimiento de rutas y cronograma de toma de muestras en cada mariposario	8
2. 3. Diseño de instrumentos para evaluación productiva (agronómica y socioeconómica)	8
2. 3. 1. Aplicación de encuestas a propietarios	9
2. 3. 2. Inventario de especies de lepidópteras comunes en mariposarios	9
2. 3. 3. Muestreo de especies botánicas hospederas y nectaríferas.....	9
2. 3. 4. Análisis de contenido nutricional en plantas hospederas	10
2. 4. Determinación del área productiva de los zoocriaderos.	10
2. 5. Caracterización de las poblaciones de mariposas.....	10
2. 5. 1. Características biológicas de las mariposas.	10
2. 5. 2. Captura y colecta de mariposas adultas y pupas.	11
2. 5. 3. Determinar la calidad biométrica de mariposas adultas y relación de sexos.....	11
2. 5. 4. Determinar la calidad biométrica de las pupas de mariposas.	12
2. 6. Estimación de la asociación entre los parámetros productivos de los mariposarios y las prácticas agrícolas existentes en los zoocriaderos.	12
2. 6. 1. Análisis de contenido nutricional en suelo de los zoocriaderos.....	12
2. 6. 2. Prácticas agrícolas existentes en los zoocriaderos.....	12
2. 7. Evaluación socioproductiva de cada unidad productiva.....	13
2. 7.1. Aplicación de instrumento que permita determinar características socioeconómicas	13
2. 8. Análisis de la información.	13
3. RESULTADOS.....	15

3.1. Describir desde la perspectiva productiva los mariposarios de la Región Huetar Atlántica	15
3. 1. 1. Selección de zoocriaderos de la Región Huetar Atlántica para el estudio.....	16
3. 1. 2. Análisis socioeconómico de sistemas productivos de mariposas Región Huetar Atlántica.	17
3. 1. 3. Análisis de contenido nutricional de suelos en zoocriaderos de la Región Huetar Atlántica.	18
3. 1.4. Análisis de contenido nutricional de plantas hospederas en zoocriaderos de la Región Huetar Atlántica.	20
3. 1. 5. Características de la infraestructura y manejo general de los sistemas productivos de la Región Huetar Atlántica.	23
3. 1. 6. Características biológicas y agronómicas determinantes en la productividad de mariposas en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica	24
3.2. Analizar las características biológicas cuatro especies de mariposas de la familia Nymphalidae	26
3.2.1. Este objetivo fue desarrollado en forma artículo.	26
Caracterización biométrica de cuatro especies de mariposas del género <i>Heliconius</i> (Lepidoptera: Nymphalidae) producidas en zoocriaderos de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica	27
4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	42
5. RECOMENDACIONES	47
6. AGRADECIMIENTOS	48
7. REFERENCIAS.....	48
8. ANEXOS	53

Código de proyecto 215107 VIE

Caracterización de sistemas productivos de pupas de mariposas (Lepidoptera: Nymphalidae) para la exportación en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

Responsables:

Biólogo, Olivier Castro Morales, Magister Scientiae en Manejo de Recursos Naturales , ocastro@itcr.ac.cr Coordinador

Ing. Mónica Madrigal Valverde, Licenciada en Ingeniería Agronómica con énfasis en zootecnia, madrigalvalverdem@gmail.com

RESUMEN

La producción de mariposas es una actividad socioeconómica importante, la cual requiere apoyo gubernamental, académico y profesional para mejorar sus procesos. Este estudio es el comienzo de un grupo de investigaciones dirigidas a optimizar los agroecosistemas productivos de mariposas a nivel nacional, para la mejora de la calidad de los productos que los agricultores ofrecen al mercado internacional. Se incluyeron 10 zoocriaderos de mariposas. En este estudio se realizó análisis de suelo en cada zoocriadero de mariposas y un análisis foliar para cuatro especies de plantas de la familia Passifloraceae. Se realizó una biometría a cuatro especies de mariposas adultas y a las pupas. Mediante un instrumento de preguntas y respuestas, se analizó la situación socioeconómica de los productores apoyados con visitas de campo. La edad promedio de los productores es de 42 años, 80% han completado la educación primaria, el mismo porcentaje tiene seguridad social. Las áreas de producción en promedio miden 821 m², producen un promedio 450 pupas por semana. Se encontró diferencias significativas en los tamaños de adultos y pupas entre los productores. Las condiciones del suelo son ácidas, no tienen sistemas de drenaje y riego ni un programa de fertilización, no se determinó deficiencias nutricionales en las plantas hospederas. Las estructuras de los zoocriaderos están hechas de postes de madera, con estructuras de alambre y cubiertas con mallas de nylon (sarán) de segundo uso y existe una deficiencia en la capacitación para mantener registros de sus sistemas de producción.

Palabras claves: Lepidóptera, producción de mariposas, *Heliconius*, planta hospedera, análisis agronómico.

1. INTRODUCCIÓN

La técnica de la zoocría en ambientes controlados permite la producción y posterior comercialización de especies silvestres. En el caso de la zoocría de mariposas tropicales, se ha dado una creciente demanda de estos lepidópteros, principalmente por el aumento del turismo, donde se recrean ecosistemas naturales para la exhibición de mariposas vivas en distintos países y a la educación ambiental con mariposas (PROCOMER, 2015).

Costa Rica es una importante fuente de mariposas y pupas tropicales a nivel mundial. Según PROCOMER (2015), la exportación de crisálidas de mariposas creció en 4,5 TM del 2010 a 2014, generando ingresos que aumentaron de 850 mil a más de 2,5 millones de dólares; es decir, los ingresos por esa actividad se triplicaron en dicho período.

En países desarrollados existe una creciente preferencia, por parte de los consumidores por adquirir productos derivados de la biodiversidad, esto ha abierto una puerta al comercio de bienes y servicios que empiezan a ser reconocidos como una singular fuente de ingresos y progreso para los países con un vasto patrimonio natural. Dentro de las alternativas productivas en asocio con la biodiversidad, que mejoren la calidad de vida de las poblaciones locales, se encuentran la zoocría, la agricultura sostenible y el ecoturismo (CAF, 2005).

El sector productivo de mariposas de Costa Rica, es un gremio organizado alrededor de pocas empresas exportadoras, tales como: El Bosque Nuevo, Spirogyra, Kasiri S.A., Paraíso de Mariposas S.A. y Suministros Entomológicos Costarricenses S. A., (Valverde & Barrantes, 2008). Los proveedores de mariposas en sus diferentes estadios son pequeños productores, los cuales suplen el mercado con más de 60 especies de mariposas (Goode, 1999).

El estudio de la planta hospedera en la producción de mariposas es muy importante ya que esta para larva de mariposa, es su principal recurso y les aporta los compuestos nutricionales necesarios para el crecimiento, desarrollo y defensa en cada una de las etapas de su ciclo de vida (Claro & Ruiz, 2010). Los huevos son producidos a expensas de las reservas alimenticias y cuando estas desaparecen solo pueden obtener nutrientes a partir de la parte constitutiva del cuerpo de la mariposa (Sánchez, 2004).

El manejo sobre las plantas hospederas y nectaríferas, puede influir en la productividad del mariposario. Por lo tanto, la alimentación de la oruga y del adulto se considera como una desviación ambiental, en relación planta-animal (López, 2007). En los insectos fitófagos existe la especialización a través de las generaciones en la preferencia de una o unas pocas plantas huésped (Friberg & Wiklund, 2009; Nylin, Nygren, Soderlind & Stefanescu, 2009),

La preferencia de la planta hospedera por parte de la hembra se encuentra vinculado a la supervivencia de las larvas, tasa de crecimiento y peso de larvas, así como el tiempo de desarrollo pupal (Friberg & Wiklund, 2009). A así mismo; las hembras presentan preferencias por plantas con acceso a sombra para la ovopositar (Grundel, Pavlovic & Sulzman, 1998).

En la producción de mariposas en cautiverio es importante reconocer el impacto de la endogamia, para evaluar la capacidad de termorregulación, la eclosión del huevo, su desarrollo y la supervivencia de las poblaciones (Lewis & Thomas. 2001; Dierks, Hoffmann, Bauerfeind & Fischer, 2012). La endogamia se contempla en el genotipo de los individuos, lo que incide en la productividad de pupas y su sobrevivencia, no obstante, antes de atribuir al genotipo complicaciones en la producción, se debe considerar el efecto ambiental sobre la productividad.

Los lepidópteros a diferencia de otros grupos taxonómicos son insectos que permiten el manejo en granjas o viveros, siendo estos una alternativa potencial para el uso y

conservación de la especie como de sus ecosistemas, ya que se trata de un recurso renovable (Montero, 2007), pero para poder hacer este manejo se requiere de más investigación y sistematización de experiencias en la producción de las mariposas en sus diferentes estadios.

1.1. Objetivo general.

Caracterizar algunos sistemas de producción de pupas de mariposas en la Región Socioeconómica Huetar Atlántica de Costa Rica.

1.2. Objetivos específicos

Describir desde la perspectiva productiva los mariposarios de la Huetar Atlántica de Costa Rica.

Analizar las características biológicas de cada mariposario.

Relacionar las características biológicas con el desempeño productivo de cada granja.

Evaluación socioproductiva de cada unidad productiva

1.3. Marco teórico

En los países desarrollados existe una creciente preferencia por parte de los consumidores por adquirir productos derivados de la biodiversidad, lo cual ha abierto una puerta al comercio de bienes y servicios que empiezan a ser reconocidos como una singular fuente de ingresos y progreso para los países con un vasto patrimonio natural. Esas transacciones reguladas de bienes y servicios de la biodiversidad son llamadas biocomercio. Dentro de las alternativas productivas en asocio con la biodiversidad, que mejoren la calidad de vida de las poblaciones locales, se encuentran la zoocría, la agricultura sostenible y el ecoturismo (CAF, 2005).

La zootría permite la comercialización de especies silvestres por medio de la producción de estas en ambientes controlados. En el caso de la zootría de mariposas tropicales, el crecimiento de la demanda se debe principalmente al incremento de exhibición de mariposas vivas en distintos países y a la educación ambiental con mariposas en ambientes que recrean los ecosistemas (PROCOMER 2015). Costa Rica es una importante fuente de mariposas y pupas tropicales a nivel mundial. Según PROCOMER (2015), la exportación de crisálidas de mariposas creció en 4,5 TM del 2010 a 2014, generando ingresos que aumentaron de 850 mil a más de 2,5 millones de dólares; es decir, los ingresos por esa actividad se triplicaron en dicho período (Cuadro 1).

Cuadro 1. Exportación de pupas de mariposas de Costa Rica, período 2010 – 2014.

País importador	2010		2011		2012		2013		2014	
	Valor*	Peso+	Valor*	Peso+	Valor*	Peso+	Valor*	Peso+	Valor*	Peso+
Alemania	\$8,32	0,0325	\$1,10	0,005	\$401,84	1,276	\$473,52	1,211	\$675,59	1,455
Antillas Holandesas	\$8,94	0,101	\$1,23	0,0278	\$0,17	0,00997				
Aruba					\$1,38	0,0203	\$0,85	0,017	\$0,40	0,001
Austria					\$7,84	0,036	\$3,57	0,015		
Canadá	\$153,74	0,44517	\$139,42	0,95637	\$127,07	0,67614	\$147,03	0,42037	\$165,81	0,41476
Chile							\$7,51	0,022	\$86,16	0,14691
España	\$0,04	0,002					\$0,07	0,005		
Estados Unidos	\$458,83	1,21484	\$414,94	1,27241	\$788,77	2,86783	\$994,92	3,04144	\$1.149,78	3,5412
Guadalupe	\$1,51	0,102								
Holanda			\$10,45	0,0535	\$31,02	0,1255	\$0,84	0,004	\$12,40	0,092
México	\$91,42	0,1925	\$127,29	0,3085	\$245,24	0,2731	\$103,34	0,31207	\$92,48	0,275
Nueva Zelanda	\$4,02	0,0458	\$4,28	0,038	\$3,61	0,0421	\$5,30	0,0415	\$3,53	0,017
Reino Unido	\$114,70	0,517	\$138,97	0,594	\$277,42	0,9245	\$354,64	1,075	\$354,06	1,08
República Checa	\$0,03	0,0015			\$0,11	0,0015				
Rusia	\$0,13	0,013							\$3,96	0,204
Suecia	\$3,47	0,015	\$0,72	0,005			\$3,40	0,012	\$3,13	0,018
Suiza	\$2,22	0,0255	\$0,46	0,015	\$0,95	0,014	\$1,20	0,004		
Tayikistán					\$1,20	0,068				
Ucrania	\$0,07	0,006	\$2,52	0,0865			\$1,75	0,034	\$2,03	0,065
Uzbekistán	\$2,77	0,0975	\$1,15	0,075	\$0,07	0,0035				
Total general	\$850,21	2,81131	\$842,53	3,43708	\$1.886,67	6,33844	\$2.097,94	6,21438	\$2.549,32	7,30987

*Valor en miles de dólares

+Peso en toneladas

Fuente: PROCOMER 2015

La cadena de comercialización que emplean los productores de mariposas, es por medio de un intermediario-exportador, las pupas exportadas son enviadas a exhibiciones en jardines con ambiente controlado, museos de insectos disecados, industrias artesanales y eventos sociales (Valverde & Barrantes 2008).

Es importante destacar que el sector de producción de mariposas es un gremio que históricamente se ha organizado alrededor de pocas empresas exportadoras tales como: El Bosque Nuevo, Spirogyra, Kasiri S.A., Paraíso de Mariposas S.A. y Suministros Entomológicos Costarricenses S. A. (Valverde & Barrantes, 2008) con regulaciones claramente definidas en la Ley de Vida Silvestre, en manos de muy pequeños productores que suplen más de 60 especies de mariposas (Goode, 1999).

Además de la organización de productores de mariposas, el éxito de Costa Rica en la industria de mariposas se debe a factores tales como la ubicación geográfica, políticas de gobierno, sistemas de telecomunicaciones, territorio protegido en alguna forma y 5% de la biodiversidad mundial entre sus fronteras (Brinckerhoff, 1999).

En la cría de mariposas en cautiverio, se ha estudiado el impacto de la endogamia sobre la capacidad de termorregulación, la eclosión del huevo, su desarrollo y la supervivencia de las poblaciones (Lewis & Thomas, 2001; Dierks, Hoffmann, Bauerfeind & Fischer, 2012). La endogamia se contempla en el genotipo de los individuos, lo que incide en la productividad de pupas y su sobrevivencia, no obstante, antes de atribuir al genotipo complicaciones en la producción se debe considerar el efecto ambiental sobre la productividad.

La Agroecología pretende desarrollar modelos de producción y aprovechamiento sostenido fomentando los ciclos vitales de la naturaleza (Restrepo, Ángel & Prager, 2000). El manejo sobre las plantas hospederas y nectaríferas, para la producción de mariposas, puede influir en la productividad. Por lo tanto, la alimentación de la oruga y del adulto se considera como una desviación ambiental, en relación planta-animal (López, 2007).

En la producción de mariposas es importante la selección de las hembras reproductoras, las de mayor tamaño poseen espermátóforos de mayor dimensión (Fischer, Zimmer & Wedell, 2009), viven más tiempo, lo que influye positivamente en la producción de huevos (Trager & Daniels, 2011). Con respecto al macho se han comprobado relaciones entre la edad del macho, masa corporal y la masa eyaculado, a su vez la masa corporal del macho se encuentra correlacionada con el peso en la fase de pupa (Friberg & Wiklund, 2009; Fischer, 2009).

La producción de gametos por su parte es esencial para la continuidad de las generaciones, por lo que se ha estudiado el impacto de la cantidad de huevos y número de espermatozoides, producidos por el pie de cría (Solensky & Oberhauser, 2009).

El manejo de la reproducción, la condición del pie de cría, el de manejo sobre las plantas hospederas y nectaríferas, puede influir en la productividad del mariposario. Por lo tanto, la alimentación de la oruga y del adulto se considera como una desviación ambiental, en relación planta-animal (López, 2007). En los insectos fitófagos existe la especialización a través de las generaciones en la preferencia de una o unas pocas plantas huésped (Friberg & Wiklund, 2009; Nylin, Nygren, Soderlind & Stefanescu, 2009), la preferencia de la planta hospedera por parte de la hembra se encuentra vinculado a la supervivencia de las larvas, tasa de crecimiento y peso de larvas, así como el tiempo de desarrollo pupal (Friberg & Wiklund, 2009), así mismo las hembras presenta preferencia por plantas con acceso a sombra para la ovipositar. (Grundel, Pavlovic & Sulzman, 1998), las mariposas presentan preferencias por plantas hospederas con mayores contenidos de nitrógeno para depositar los huevos (Serruys & Van Dyck 2014).

2. METODOLOGÍA.

2. 1. Selección y georreferenciación de mariposarios a incluir en el proyecto.

Para la selección de los zocriaderos se envió una nota a los funcionarios encargados del Departamento de Vida Silvestre de las Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLA-C), Área de Conservación Tortuguero (ACTo) y Área de Conservación Cordillera Volcánica Central (ACCVC) Subregión Norte, solicitando información de los zocriaderos inscritos en estas áreas de conservación y su condición actual.

Los dueños de los zocriaderos seleccionados, a través de un instrumento de preguntas y respuestas que se aplicó *in-situ* nos autorizaron llevar a cabo la investigación en sus fincas (anexo 1).

Los mariposarios seleccionados para el estudio deben estar inscritos ante Sistema Nacional de Áreas Conservación (SINAC), cumpliendo con sus obligaciones incluidas en el plan de manejo, indicadas en la Ley de Manejo y Conservación de la Vida Silvestre (7317) y su reglamento por Decreto de Ley N° 40548 - MINAE, publicado en la Gaceta N° 194, del 09 de agosto del 2017.

El estudio se realizó desde enero del 2016 a diciembre del 2017, se seleccionaron 10 mariposarios ubicados en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica (RHA) (Cuadro 2), ubicados en tres áreas de conservación: Área de Conservación la Amistad Caribe; sub-región Siquirres-Matina, Área de Conservación Tortuguero; Sub-región Pococí y Área de Conservación Cordillera Volcánica Central, sub-región Norte. Estas áreas de conservación se caracterizan por poseer una alta concentración de zocriaderos de mariposas y por ende una alta productividad de lepidópteros.

Para mantener la discrecionalidad y el anonimato de los productores a cada uno se les asignó un código numeral del uno al diez, por tal motivo no aparecerá el nombre del productor en el análisis de los datos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ubicación de los zocriaderos de mariposas, seleccionados para el estudio, en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

Productor	Ubicación		Provincia	Cantón	Distrito	Poblado
	Latitud N.	Longitud O.				
1	10°11'14.47"	83°34'12.09"	Limón	Siquirres	Germania	Milano
2	10°11'11.24"	83°34'17.02"	Limón	Siquirres	Germania	Milano
3	10°15'1.00"	83°40'14.21"	Limón	Guácimo	Guácimo	El Bosque
4	10°14'8.39"	83°40'12.76"	Limón	Guácimo	Guácimo	El Bosque
5	10°15'1.51"	83°38'59.17"	Limón	Guácimo	Rio Jiménez	Cartagena
6	10°15'24.92"	83°39'32.3"	Limón	Guácimo	Rio Jiménez	Cartagena
7	10°16'44.9"	83°48'56.72"	Limón	Pococí	Guápiles	Losilla
8	10°16'49.9"	83°49'27.7"	Limón	Pococí	Guápiles	Losilla
9	10°16'46.5"	83°49'31.7"	Limón	Pococí	Guápiles	Losilla
10	10°18'10.54"	83°54'13.69"	Heredia	Sarapiquí	Horquetas	Colonia Villalobos

2. 2. Establecimiento de rutas y cronograma de toma de muestras en cada mariposario

Para el establecimiento de las rutas se eligieron dos zocriaderos del distrito de Germania de Siquirres, dos de Guácimo, dos de Río Jiménez de Guácimo, tres de Guápiles y uno de Horquetas de Sarapiquí (Cuadro 2). Con antelación se coordinó la visita con cada uno de los propietarios, para saber que especie de mariposa se estaba produciendo en un determinado momento debido a la estacionalidad en la producción de las especies.

2. 3. Diseño de instrumentos para evaluación productiva (agronómica y socioeconómica)

Para determinar las características socioeconómicas de cada zocriadero, se diseñó un instrumento donde evaluó la cantidad de colaboradores, capacitación a los

productores, empleos generados, actividad previa del terreno antes de la instalación del mariposario, rendimiento (cantidad de pupas vendidas), devolución de pupas, entre otras (Anexo 2.).

2. 3. 1. Aplicación de encuestas a propietarios

Los instrumentos se aplicaron en los sitios de producción de cada uno de los propietarios, leímos la pregunta a cada uno de los participantes y se anotó la respuesta (anexo 2). Además, estos instrumentos se complementaron con la entrevistas, observación, muestreos y visitas a los zoocriaderos. En cada uno de los muestreos realizados en cada zoocriadero.

2. 3. 2. Inventario de especies de lepidópteras comunes en mariposarios

Durante las visitas se realizó un inventario de las especies de mariposas presentes en cada uno de los zoocriaderos, anotando en la libreta de campo la especie de mariposa que se observó para la visita, para obtener un registro de todas las especies producidas por zoocriadero.

2. 3. 3. Muestreo de especies botánicas hospederas y nectaríferas

En cada uno de los zoocriaderos identificamos las plantas hospederas que hay plantadas, se determina su distribución dentro del zoocriadero se mide los metros lineales ocupa cada especie dentro del mariposario para generar un mapa a escala de cada zoocriadero y las nectaríferas se identifican y se mide el área que ocupa dentro del zoocriadero y las no identificadas se anotan como platas de flor o flores (Anexo 8. fig. 7 a 16).

2. 3. 4. Análisis de contenido nutricional en plantas hospederas

Para obtener una muestra homogénea de las plantas seleccionadas para el análisis foliar, se colectaron hojas de diferentes plantas, las hojas seleccionadas son las últimas cinco incluyendo el ápice del bejuco, para las tres primeras plantas se colectaron 20 hojas de diferentes plantas, para obtener el volumen necesario para el análisis foliar, de la planta de *Passiflora biflora* se colectaron 40 hojas, debido al menor tamaño de sus hojas. Posteriormente las hojas se llevaron al Laboratorio de Análisis Agronómicos del TEC, para determinar sus características químicas, el nitrógeno total (N-total) fue evaluado con el método Dumas, los demás elementos se realizó por medio de la incineración seca y por absorción atómica.

2. 4. Determinación del área productiva de los zocriaderos.

Para determinar las áreas productivas se midió el área de los zocriaderos con una cinta métrica de 50 metros ($\pm 1\text{cm}$) y por observación directa se evaluó las condiciones de infraestructura, determinando el tipo y estado del material que recubre los zocriaderos (sarán), instrumentos, utensilios y herramientas usados en la producción de mariposas en sus diferentes estadios (Anexo fig. 7 a 16).

2. 5. Caracterización de las poblaciones de mariposas.

2. 5. 1. Características biológicas de las mariposas.

Para determinar las características biológicas de las mariposas, se seleccionaron cuatro especies de mariposas: *Heliconius cydno*, *Heliconius erato*, *Heliconius melpomene* y *Heliconius hecale*, todas pertenecen a la familia Nymphalidae, subfamilia Heliconiinae. Estas especies en su estadio larval utilizan plantas alimenticias u hospederas de la familia Passifloraceae del género *Passiflora sp.*; mientras que en el estado adulto utilizan como fuente alimenticia el néctar y polen de las flores.

2. 5. 2. Captura y colecta de mariposas adultas y pupas.

La captura y colecta de las mariposas adultas y las pupas se realizó durante los dos años que duro la investigación, con antelación se coordinó la visita con cada uno de los propietarios, para saber que especie de mariposa se estaba produciendo en un determinado momento.

El método de colecta de las mariposas adultas se realizó con una red entomológica de 50 cm de diámetro, en cada zoocriadero de mariposas se colectan diez mariposas adultas al azar, evitando colectar cerca de las plantas hospederas para reducir la probabilidad de que fuera una hembra que estuviese ovipositando.

2. 5. 3. Determinar la calidad biométrica de mariposas adultas y relación de sexos.

El método de colecta de las mariposas adultas fue realizado por medio de una red entomológica de 50 cm de diámetro. En cada zoocriadero se colectaron al azar diez mariposas adultas por especie, evitando colectar cerca de las plantas hospederas para reducir la probabilidad de que fuera una hembra que estuviese ovipositando.

En cada individuo fueron tomadas las medidas de tamaño del ala derecha anterior, posterior y el tamaño del abdomen, estas medidas fueron realizadas utilizando un calibrador electrónico ($\pm 0,01\text{mm}$), adicionalmente fue tomado el peso del adulto por medio de una romana electrónica ($\pm 0,01\text{g}$) y fue registrado el sexo de cada individuo, por observación directa, siendo que las hembras exponen sus genitales cuando se manipulan del abdomen y el macho presenta unas valvas, las cuales no son expuestas.

2. 5. 4. Determinar la calidad biométrica de las pupas de mariposas.

Para la determinación de la calidad biométrica de las pupas de mariposas producidas en cada uno de los zocriaderos, fueron seleccionadas diez pupas al azar, se identificó la especie de *Heliconius* a la que pertenecía cada una y fue medido el tamaño de la pupa desde el cremáster hasta la cabeza, sin incluir las proyecciones cefálicas, la medida fue tomada utilizando un calibrador electrónico ($\pm 0,01\text{mm}$), para registrar el peso de las pupas se utilizó una romana electrónica ($\pm 0,01\text{g}$).

2. 6. Estimación de la asociación entre los parámetros productivos de los mariposarios y las prácticas agrícolas existentes en los zocriaderos.

2. 6. 1. Análisis de contenido nutricional en suelo de los zocriaderos.

Se realizó un muestreo de suelo en cada uno de los zocriaderos de mariposas de estudio, para esto se recogió una muestra de suelo con un barreno a una profundidad de 20 cm. En cada mariposario se tomaron cuatro muestras, se colocaron en un balde plástico limpio, se mezclan todas las muestras y luego se cuarteán para obtener una muestra homogénea, la muestra se colocó en una bolsa plástica limpia y rotulada con la fecha, sitio del mariposario y el nombre del productor, posterior se llevó al Laboratorio de Análisis Agronómicos del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC), Sede Regional de San Carlos. Para determinar el análisis químico del suelo se utilizó la metodología KCL-Olsen Modificado.

2. 6. 2. Prácticas agrícolas existentes en los zocriaderos.

Durante las visitas a los zocriaderos, se realizó análisis visual de los sistemas de drenaje en cada uno de los zocriaderos, y a través de entrevistas con los productores se estableció el tipo de practica agrícola establecida en cada uno de los sistemas de producción.

Por observación directa durante las visitas se estableció las condiciones de infraestructura de los zocriaderos utilizando los parámetros de calidad del sarán, tipo de barbacoa que utilizan para las plantas, dispositivos de ingreso y egreso a los zocriaderos, materiales y utensilios usados en la producción de mariposas, como también la ingenie en las diferentes áreas de producción (zocriadero, engorde de larvas, empaque, preparación de alimento y lavado de utensilios).

2. 7. Evaluación socioproductiva de cada unidad productiva.

2. 7.1. Aplicación de instrumento que permita determinar características socioeconómicas

Para poder determinar las características socioeconómicas de cada uno de los productores se aplicó el instrumento que se presenta en el anexo 2, este se aplicó a cada uno de los productores en sus fincas, para tener mejor información y entendimiento de sus respuestas.

2. 8. Análisis de la información.

En el presente estudio fueron evaluadas las diferencias físicas entre los individuos, categorizados por zocriadero y por especie. Para el análisis fue empleado un modelo lineal generalizado mediante el proceso mixto (GLMix) del software estadístico InfoStat-Statistical/P. Se observó la homocedasticidad y normalidad, se realizaron correcciones para heterocedasticidad en las varianzas evaluadas, la comparación de medias fue realizada por medio de la prueba de DGC con un nivel de significancia de $p < 0,05$. La prueba Chi-cuadrado (χ^2) se utilizó para verificar las diferencias en la proporción de sexos entre las cuatro especies de mariposas estudiadas.

Las variables evaluadas en los adultos fueron: el peso, la longitud del abdomen, tamaño del ala anterior y tamaño del ala posterior. Así como las variables evaluadas

en las pupas fueron el tamaño y peso. Adicionalmente, se realizó una correlación lineal de Pearson para asociar las variables de peso, tamaño del abdomen, tamaño del ala anterior y posterior con el sexo de la mariposa, entre las especies.

3. RESULTADOS

3.1. Describir desde la perspectiva productiva los mariposarios de la Región Huetar Atlántica

Los productores de mariposas de la Región Huetar Atlántica incluidos en este estudio no tienen una noción real de cuanta es el área de sus zoocriaderos, el 70% de los encuetados reportaron un área menor a la real y el 30% restante reportaron áreas mayores. En promedio los zoocriaderos de mariposas de la Región Huetar Atlántica poseen un área de 821,87 m² (Cuadro 3).

La cantidad máxima de especies de mariposas producidas en los zoocriaderos estudiados fue de 21 especie y la mínima fue de 7 especies por zoocriadero. En promedio la producción de especies de mariposas por zoocriadero de la región Huetar Atlántica de Costa Rica es de 12 especies (Cuadro 3).

Los productores 5, 6 y 8 son los que más especies de mariposas producen. Sin embargo, el productor 6 y 9 son los que poseen áreas mayores de producción, pero este último solo produce nueve especies de mariposas estando por debajo del promedio (cuadro 3).

En las visitas de campo realizadas a los zoocriaderos, se observó las bajas producciones de los productores 9 y 10 quienes manifestaron no poder dedicar mucho tiempo a sus mariposarios, ya que sus economías se han visto afectadas en los últimos tiempos. Por otro lado, productores como el 6 y 8, durante las visitas realizadas a sus zoocriaderos manifiestan sentirse satisfechos con sus producciones, a pesar de los bajos precios en los últimos tiempos y a las devoluciones de pupas por parte de los compradores.

Cuadro 3. Área de los zocriaderos reportada por los productores versus el área real medida en el campo y la cantidad de especies de mariposas producidas en cada uno de los zocriaderos de mariposas de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

Zocriadero	Área reportada (m ²)	Área real (m ²)	Diferencia (m ²)	% diferencia entre áreas zocriadero	Cantidad especies de mariposas producidas
1	700	533,00	167,00	23,86	12
2	500	406,00	94,00	18,80	13
3	200	405,08	-205,08	-49,37	11
4	200	694,57	-494,57	-28,70	7
5	430	875,08	-445,08	-49,14	17
6	530	1653,90	-1123,90	-32,05	17
7	700	842,00	-142,00	-83,14	7
8	700	890,00	-190,00	-78,65	21
9	700	1016,70	-316,70	-68,38	9
10	1296	902,40	393,60	56,38	9
promedio	596	821,87	-226,27	-29,04	12
Mínimo	200	405,08	-1123,90	-83,14	7
Máximo	1296	1653,90	393,60	56,38	21

3. 1. 1. Selección de zocriaderos de la Región Huetar Atlántica para el estudio.

Se solicitó a tres Áreas de Conservación del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) los listados de los zocriaderos de mariposas y su condición actual con respecto a la legislación de manejo de vida silvestre. El Área de Conservación Cordillera Volcánica Central, Subregión Norte y Área de Conservación La Amistad-Caribe subregión Siquirres, no entregaron la información solicitada. De forma verbal dijeron que los zocriaderos de mariposas seleccionados se mantienen activos en sus deberes y obligaciones. En el Área de Conservación Tortuguero, Subregional Guápiles facilitó un registro de 81 zocriadero de mariposas inscritos,

de los cuales el 77 % se encuentran activos y el 33 % restante no están activos. (Anexo 3)

3. 1. 2. Análisis socioeconómico de sistemas productivos de mariposas Región Huetar Atlántica.

A través de una encuesta aplicada a diez productores de mariposas se determinó que la edad promedio de los productores es de 42 años, en promedio trabajan dos personas por zocriadero, para esta investigación el 50% de los productores son mujeres, del total de productores 80% poseen la escolaridad primaria concluida, un 10% no la ha concluido y un 10 % tiene el tercer año de secundaria concluido, las familias de los productores está constituida en promedio por cuatro miembros, en todos los casos, las familias están constituidas por ambos padres e hijos, el 80% de los productores se encuentran asegurados (Anexo 4).

Los productores de mariposas encuestados no llevan registros de sus producciones. Sin embargo, reportan ventas en promedio de 450 de pupas por semana, estas son vendidas a tres o cuatro compradores, siendo la empresa Suministros Entomológicos Costarricenses S.A. (CECSA), la que comercializa la mayor cantidad de pupas, pero el 30% de las pupas enviadas para su comercialización son rechazada según los productores (Anexo 4).

Los criadores de mariposas reportan que en promedio dedican 21.3 horas por semana al manejo de sus zocriaderos, en insumos invierten por mes ¢ 55. 500, 00; el 80% de los productores no han recibido ninguna capacitación formal, el conocimiento se trasmite de productor a productor, solo el 20% reportan recibir capacitación de su regente ambiental (Anexo 4).

En enero del año 2017 se seleccionaron 10 productores de mariposas de la Región Huetar Atlántica, en ese mismo año uno de los productores cerró operaciones y elimino los zocriaderos, para el año 2018 otro productor también cerró la producción

de mariposas. Por lo tanto, en dos años el 20% de los productores abortaron la actividad productiva, ambos productores tienen sus zoocriaderos inscritos en el Área de Conservación Tortuguero (ACTo).

3. 1. 3. Análisis de contenido nutricional de suelos en zoocriaderos de la Región Huetar Atlántica.

Según los datos de laboratorio, el 80% de los suelos analizados presentan un pH inferior a los rangos establecidos por Laboratorio de Análisis Agronómicos del TEC y el 20% restante presentan un pH dentro del rango aceptable, lo mismo ocurre con la acidez extraíble, por lo tanto, la mayoría los suelos de los zoocriaderos de mariposas analizados en la Región Huetar Atlántica son ácidos con pH de medio a bajo, menores a seis. (Cuadro 4).

Basado en los parámetros establecidos por el Laboratorio de Análisis Agronómicos del TEC, el cobre (Cu) en todos los zoocriaderos de mariposas estudiados, se encuentran entre los rangos aceptables y el manganeso (Mn) en un 90% de zoocriaderos está dentro de los parámetros establecidos, el hierro (Fe) en todos los casos se encuentra por encima del valor máximo aceptable. El 90% de los suelos muestreados se encuentra por debajo del rango mínimo para el elemento del zinc (Zn), el fósforo (P) en el 50% está dentro del rango aceptable y el 40% se mantuvo por debajo del rango aceptable y solo el 10% excedió el rango máximo (Cuadro 4).

Los suelos de los zoocriaderos 1 y 2 ubicados en el cantón de Siquirres son semejantes a los suelos del zoocriadero 10 ubicado en el cantón de Sarapiquí, estos tres zoocriaderos presentan un pH menor que los demás, por debajo de rango mínimo establecido por el Laboratorio de Análisis Agronómicos del TEC. Además, poseen mayor concentración de cobre y el hierro que los demás, este último elemento se encuentra por encima del parámetro máximo establecido por el Laboratorio de Análisis Agronómicos del TEC. Estos parámetros los diferencia de los zoocriaderos ubicados en los cantones de Guácimo y Pococí (cuadro 4).

Cuadro 4. Composición química para muestras suelo, en diez zoocriaderos de mariposas de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

CODIGO DE PRODUCTO R	pH	cmol(+)/L				mg/L				
		Acidez ext.	Ca	Mg	K	Cu	Mn	Fe	Zn	P
1	4,42	2,66	0,31	0,2	0,09	16	91	146	2,7	16,73
2	4,55	3,17	0,89	0,62	0,09	17	12	262	3,4	54,82
5	4,82	1,85	2,6	0,59	0,19	1	28	76	2,8	7,04
6	5,25	0,61	4,74	0,98	0,24	1	7	70	2,6	4,9
3	5,05	0,71	3,07	0,26	0,11	1	8	49	1,4	13,42
4	5,14	0,66	3,25	0,43	0,07	2	8	55	0,7	6,33
7	5,54	0,52	6,74	1,41	0,18	4	7	108	0,6	38,02
9	5,63	0,52	6,31	1,10	0,16	2	5	104	0,1	22,41
8	4,95	1,32	2,17	0,49	0,13	3	17	89	1,1	19,34
10	4,73	1,26	3,12	0,45	0,15	17	27	230	2,1	8,46
Mínimos	5,5		4,0	1,0	0,2	1,0	5,0	5,0	3,0	10,0
Máximos	7,0	0,5	15,0	6,0	0,8	20,0	50,0	50,0	10,0	40,0

Fuente: Laboratorio de Análisis Agronómicos del TEC, Sede Regional de San Carlos.

En las relaciones catiónicas del suelo, solo un zoocriadero que representa el 10%, posee deficiencias en Ca/Mg, Ca/K, Mg/K y el 40% de los zoocriaderos presentaron niveles altos de Ca/Mg, y Ca/K, según los parámetros establecidos por el Laboratorio de Análisis Agronómicos del TEC, Sede Regional San Carlos (Cuadro 5)

El porcentaje de saturación de acidez en el suelo del 70% de los zoocriaderos analizados en la Región Huetar Atlántica, se encuentran por encima de los parámetros máximos establecidos por el Laboratorio de Análisis Agronómicos del TEC, Sede Regional San Carlos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Relaciones catiónicas, para las muestras suelo, en diez zocriaderos de mariposas de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica, analizadas en el Laboratorio de Análisis Agronómicos del TEC, Sede Regional de San Carlos.

Código de productor	Relaciones catiónicas					% Saturación de acidez
	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K	C.I.C.E	
1	1,6	3,4	2,2	5,7	3,26	81,6
2	1,4	9,9	6,9	16,8	4,77	66,46
3	11,8	27,9	2,4	30,3	4,15	17,11
4	7,6	46,4	6,1	52,6	4,41	14,97
5	4,4	13,7	3,1	16,8	5,23	35,37
6	4,8	19,8	4,1	23,8	6,57	9,28
7	4,8	37,4	7,8	45,3	8,85	5,88
8	4,4	16,7	3,8	20,5	4,11	32,12
9	5,7	39,4	6,9	46,3	8,09	6,43
10	6,9	20,8	3	23,8	4,98	25,3
Mínimos	2	5	2,5	10	5	
Máximos	5	25	15	40		10

Fuente: Laboratorio de Análisis Agronómicos del TEC, Sede Regional de San Carlos.

3. 1.4. Análisis de contenido nutricional de plantas hospederas en zocriaderos de la Región Huetar Atlántica.

Basado en guía para los niveles críticos de nutrientes en vegetales, propuesta por Correndo & García (2012), el nitrógeno total (N-total) determinado en todas las plantas hospedera de los zocriaderos de mariposas estudiados en la Región Huetar Atlántica, se encuentra en el rango de suficiente o aceptable, mientras que el calcio (Ca), magnesio (Mg), y potasio (P) el 70% de los casos se encuentra en rangos menores de lo aceptable (Cuadro 6).

Para el análisis químico foliar se muestreo un total de 28 plantas hospederas divididas en cuatro especies, del total muestreado 10 están en el rango de nivel crítico de cobre (Cu), representado un 37% de plantas con deficiencia de este elemento químico. En el 60% de los zoocriaderos se determinó que la planta de *Passiflora Platyloba* presenta deficiencias de Cu y solo en un zoocriadero esta misma planta presento deficiencia de calcio (Ca) (Cuadro 6).

La planta hospedera *Passiflora vitifolia*, fue la menos producida en los zoocriaderos de mariposas de la RHA, solo está presente en el 20% de los zoocriaderos muestreados y en el 100% casos presentó deficiencia del elemento Cu (Cuadro 6).

Para todas las plantas muestreadas los elementos químicos foliares de: N-total, K, Ca, Mg, P, Mn, Fe y Zn, se encuentran presentes en rangos suficientes para plantas según la tabla de valores que presentan Correndo & García (2012), (Cuadro 6).

La planta *Passiflora oersterdii*, está presente en todos los zoocriaderos de mariposas de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica, esta especie de planta la utilizan para producir dos especies de mariposas (*Heliconius cydno* y *H. melpomene*) y no presentó ninguna deficiencia nutricional en los elementos analizados (Cuadro 6).

Cuadro 6. Composición química foliar de cuatro especies de plantas del género *Passiflora*, en diez zoocriaderos de mariposas de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

Código de productor	especie planta	N-total	K	Ca	Mg	P	Cu	Mn	Fe	Zn
2	<i>Passiflora biflora</i>	5,37	1,83	0,630	0,2	0,35	3	321	119	23
5		4,22	2,59	0,640	0,3	0,41	6	39	114	25
6		4,03	2,03	2,400	0,3	0,30	6	80	256	16
7		4,84	++	++	++	++	++	++	++	++
8		4,18	2,42	1,080	0,3	0,33	3	44	359	17
9		4,17	2,62	1,140	0,5	0,37	7	50	222	19
10		4,15	2,15	1,180	0,3	0,30	9	132	257	12
1	<i>Passiflora oerstedii</i>	4,43	2,56	0,46	0,5	0,34	10	560	337	74
2		4,08	2,44	0,570	0,5	0,34	10	149	193	75
3		4,65	2,64	1,470	0,4	0,33	8	57	173	40
4		4,30	2,60	1,860	0,4	0,49	12	66	127	41
5		4,56	2,63	0,700	0,5	0,43	12	87	162	59
7		5,65	2,84	0,240	0,3	0,51	14	112	214	46
8		4,71	2,86	0,810	0,4	0,50	13	35	97	28
9		4,92	3,05	0,280	0,4	0,56	19	34	220	42
10		5,20	3,45	0,380	0,3	0,48	17	79	246	42
1		<i>Passiflora platyloba</i>	4,15	1,74	0,50	0,4	0,18	6	68	117
2	5,83		2,06	0,560	0,3	0,38	2	106	102	22
3	4,12		2,44	1,490	0,3	0,26	2	48	142	12
4	4,22		2,61	0,790	0,4	0,51	18	65	559	68
5	5,43		2,27	0,760	0,2	0,41	4	36	101	28
6	4,49		2,71	1,730	0,5	0,26	2	45	128	16
7	5,64		2,40	0,610	0,2	0,37	5	55	137	18
8	5,20		2,32	1,240	0,3	0,31	4	28	113	15
9	4,88		2,35	0,020	0,3	0,30	4	45	234	19
10	5,86		2,06	0,570	0,2	0,36	5	113	175	22
3	<i>Passiflora vitifolia</i>	4,25	2,03	0,980	0,2	0,25	4	66	191	24
7		3,57	1,84	0,710	0,4	0,26	4	117	140	18
Correndo & García (2012)	Nivel crítico	<2.0	<1	<0.1	<0.1	<0.2	<3-5	<10-20	<50	<15-20
	Suficiencia	2-5	1-5	0,1-1	0.1-0.4	0.2-0.5	5-20	20-300	50-250	20-100
	Toxicidad	No toxico	No toxico	No toxico	No toxico	No toxico	>20	>300	No toxico	>400

(++) = muestra insuficiente

Fuente: Laboratorio de Análisis Agronómicos del TEC, Sede Regional de San Carlos.

3. 1. 5. Características de la infraestructura y manejo general de los sistemas productivos de la Región Huetar Atlántica.

Los materiales utilizados para la construcción de los zocriaderos de mariposas son una combinación entre postes de madera y postes de tubo de hierro redondo de 2 X 2” con cables metálicos para formar la estructura de los techos, forrados con malla de sarán de segunda clase, reutilizado y en algunos casos posee solo una puerta con marco de madera forrada con malla de sarán , en otros casos solamente una tela de malla de sarán entrecruzada que funciona como puerta dificultado la entrada al zocriadero (Anexo 5; Fig. 3 y 4).

De las cuatro especies de plantas seleccionadas en este estudio, solamente el 10% de productores posee las cuatro especies de planta dentro de sus mariposarios, el 60% posee tres especies de plantas y el 30 % de los productores posee dos especies de planta (Fig. 1). La planta hospedera de *Passiflora oerstedii* la producen en todos los zocriaderos y la están utilizando para producir dos especies de mariposas (*Heliconius cydno* y *H. melpomene*), mientras la planta hospedera menos producida fue *Passiflora vitifolia*.

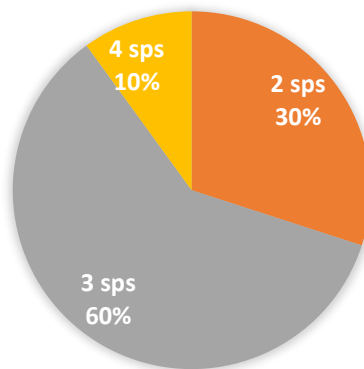


Figura1. Cantidad y porcentaje de especies de plantas hospederas producidas en los zocriaderos de mariposas analizados en la Región Huetar Atlántica del Costa Rica (2016-2017).

En los dos años de estudio el 50% de productores, logro producir las cuatro especies de mariposas seleccionadas (*Heliconius cydno* y *H. erato*, *H. hecale* y *H. melpomene*), el 20% logro producir dos y tres especies, y el 10% solo una especie de mariposa (Fig.2.). Se determinó que los productores de mariposas incluidos en el estudio, todos produjeron *Heliconius hecale*, el 80% produjeron *Heliconius melpomene*, y el 60% produjeron *Heliconius erato* y *H. Cydno*.

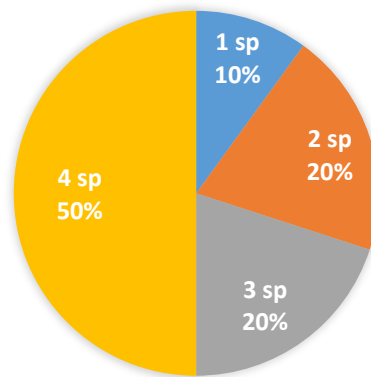


Figura 2. Cantidad y porcentaje de especies de mariposas producidas en los zoocriaderos analizados en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica (2016-2017).

3. 1. 6. Características biológicas y agronómicas determinantes en la productividad de mariposas en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica

Ningún de los productores incluidos en el estudio posee sistemas de riego y drenaje en sus zoocriaderos, estos se abastecen del agua pluvial y el drenaje es natural, en todos los zoocriaderos los suelos se saturan de agua cuando llueve, dificultando la permanencia de personas en el interior de los zoocriaderos por saturación del suelo con agua.

El sistema de sombra utilizado en cada uno de los zoocriaderos es el que ofrece la malla sarán, en todos los casos los productores de mariposas utilizan la malla de

sarán de segunda clase reutilizada, dándole poco mantenimiento a esta en cuanto a limpieza, se consultó a los productores del lavado de la malla y ellos manifestaron que nunca las han lavado. Las mallas saturadas de líquenes ocasionan menor luminosidad y menor circulación de del aire. (Anexo 5; Fig. 3 y 4)

Los productores que usan plantas hospederas de bejuco utilizan para formar los soportes de la barbacoa mecate de nylon y postes de madera, los cuales tienen a romperse y destruirse con el tiempo, en muchos casos a estos no se les da mantenimiento, provocando que estas barbacoas se quiebren y reduzcan el crecimiento de las plantas.

En todos los zocriaderos de mariposas se determinó que se utilizan solamente dos especies de plantas nectaríferas como fuente de alimento para las mariposas adultas del género *Heliconius*, las cuales son *Starchytarpheta franzii* y *Psychotria poeppigiana*, y el 20% de los productores utilizan una mezcla de sirope, cuyos ingredientes son: agua, azúcar, esencia de kola, ácido cítrico, (acidulante), sorbato de potasio al 0.05% y benzoato de sodio al 0,05% (preservante), color artificial rojo #40 (según etiqueta), y por cada 600 ml de sirope añaden 20 ml de miel de abeja, estos son colocados en esponjas sintéticas de 10 x 5 cm X 1", saturando la esponja de dicha mezcla, esto lo realizan cada dos días.

3.2. Analizar las características biológicas cuatro especies de mariposas de la familia Nymphalidae

3.2.1. Este objetivo fue desarrollado en forma artículo.

La revista seleccionada fue Cuadernos de Investigación de la UNED. La cual es indexada en Scientific Electronic Library Oline (SCIELO).

El día 19 de junio del 2018, responde la revista para que se realicen algunas correcciones las cuales fueron enviadas el día 22 de junio del 2018. (Anexo 7)

Caracterización biométrica de cuatro especies de mariposas del género *Heliconius* (Lepidoptera: Nymphalidae) producidas en zoocriaderos de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica

Olivier Castro Morales¹, Arnoldo Gadea Rivas¹, Mónica Madrigal Valverde¹.

1. Escuela de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional de San Carlos, 223-21001 Alajuela, San Carlos, Ciudad Quesada; ocastro@itcr.ac.cr; agadea@itcr.ac.cr; madrigalvalverdem@gmail.com

ABSTRACT

Biometric characterization of four species of butterflies of the genus *Heliconius* in the Huetar Atlantic Region of Costa Rica. The production of butterfly is an important socioeconomic activity and has become an option to generate income for rural microenterprises. This study is the beginning of a group of research aimed at optimizing the productive agroecosystems of butterflies in Costa Rica, to improve the quality of the products offered by farmers to the international market. In this research, we selected ten butterfly farms, located in the Huetar Atlantic Region of Costa Rica. Biometry was performed on adults and pupae of *Heliconius Cydno*, *H. erato*, *H. Hecale* and *H. melpomene*, (Nymphalidae). In some butterfly farms the adult of *Heliconius erato* and *H. hecale* are significant heavier ($P \leq 0.05$), they have a longer abdomen and the larger forewing. The weight of males and females in the four species of *Heliconius* studied there were no significant differences ($P \leq 0.05$) in the butterfly farms, and the sex ratio between males and females are close to 0.5: 0.5. All the measurements maintained similarity with that evaluated in similar investigations. We can infer that the butterflies that are produced in the Huetar Atlantic Region of Costa Rica present values of corporal measurements with quality for their commercialization.

Key words: Lepidoptera, biometrics, *Heliconius*, butterfly farms, breeding of butterflies.

RESUMEN

La producción de mariposas es una actividad socioeconómica importante y se ha convertido en una opción para generar ingresos a las microempresas rurales. Este estudio es el comienzo de un grupo de investigaciones dirigidas a optimizar los agroecosistemas productivos de mariposas en Costa Rica, para mejorar la calidad de los productos que ofrecen los agricultores al mercado internacional. En esta investigación fueron seleccionados diez zoocriaderos de mariposas, ubicados en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. La biometría fue realizada en adultos y pupas de *Heliconius cydno*, *H. erato*, *H. Hecale* y *H. melpomene*, (Nymphalidae). En algunos zoocriaderos las mariposas adultas de *Heliconius erato* y *H. hecale* son significativas más pesados ($P \leq 0,05$), poseen un abdomen más largo y el ala anterior

más grande. El peso de los machos y las hembras en las cuatro especies de *Heliconius* estudiadas no hubo diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los zocriaderos, y la relación de sexo entre machos y hembras son cercanas a 0,5: 0,5. Todas las mediciones mantuvieron similaridad con lo evaluado en investigaciones similares. Podemos inferir que las mariposas que se producen en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica presentan valores de medidas corporales con calidad para su comercialización.

Palabras clave: Lepidóptera, biometría, *Heliconius*, zocriadero, cría de mariposas.

El manejo en cautiverio es una estrategia para la conservación de especies. Una crianza en cautiverio exitosa requiere integrar principios de manejo de alta calidad, cuidado sanitario, manejo genético y consideraciones especiales para poblaciones pequeñas (Syed, Ota, Buhlmann & Forstner, 2007).

Los lepidópteros a diferencia de otros grupos taxonómicos son insectos que permiten el manejo en zocriaderos o viveros, siendo estos una alternativa potencial para el uso y conservación de la especie como de sus ecosistemas, ya que se trata de un recurso renovable (Montero, 2007), pero para poder hacer este manejo se requiere de una mayor investigación y sistematización de experiencias en la producción de las mariposas en sus diferentes estadios.

El manejo sobre las plantas hospederas y nectaríferas, para la producción de mariposas, puede influir en la productividad (Sánchez, 2004; López, 2007; Claro & Ruiz, 2010). En los insectos fitófagos existe la especialización a través de las generaciones en la preferencia de una o unas pocas plantas huésped (Friberg & Wiklund, 2009; Nylin, Nygren, Soderlind & Stefanescu. 2009).

El éxito de Costa Rica en la industria de mariposas se debe a factores tales como la ubicación geográfica, políticas de gobierno, sistemas de telecomunicaciones, territorios naturales protegidos y el 5% de la biodiversidad mundial entre sus fronteras (Brinckerhoff, 1999).

El sector productivo de mariposas de Costa Rica, es un gremio organizado alrededor de pocas empresas exportadoras, tales como: El Bosque Nuevo, Spirogyra, Kasiri S.A., Paraíso de Mariposas S.A. y Suministros Entomológicos Costarricenses S. A., (Valverde & Barrantes, 2008).

La zocria de mariposas tropicales, se ha dado una creciente demanda de estos lepidópteros, principalmente por el aumento del turismo, la exhibición de mariposas vivas donde se recrean ecosistemas naturales y a la educación ambiental con mariposas (CAF, 2005; PROCOMER, 2015).

El objetivo de la presente investigación es realizar una caracterización biométrica de cuatro especies de mariposas del género *Heliconius* (Nymphalidae), producidas en diez zocriaderos de mariposas, en la región Huetar Atlántica de Costa Rica.

METODOS

Los mariposarios seleccionados para el estudio, se encuentran debidamente inscritos ante Sistema Nacional de Áreas Conservación (SINAC), cumpliendo con sus obligaciones incluidas en el plan de manejo, indicadas en la Ley de Manejo y Conservación de la Vida Silvestre (7317) y su reglamento por Decreto de Ley N° 40548 - MINAE, publicado en la Gaceta de Costa Rica N° 194, del 09 de agosto del 2017.

El estudio se realizó desde enero del 2016 a diciembre del 2017, se seleccionaron 10 zoocriaderos de mariposas ubicados en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica, distribuidos de la siguiente forma: dos en el Distrito de Germania del Cantón de Siquirres, dos en el Distrito de Guácimo del Cantón de Guácimo, dos en el Distrito de Río Jiménez de Guácimo, tres en el distrito de Guápiles en el Cantón de Pococí, todos estos de la Provincia de Limón y uno en la Provincia de Heredia, Distrito Horquetas del Cantón Sarapiquí. Abarcando tres áreas de conservación: Área de Conservación la Amistad Caribe; sub-región Siquirres-Matina, Área de Conservación Tortuguero; Sub-región Pococí y Área de Conservación Cordillera Volcánica Central, sub-región Norte. Estas áreas de conservación se caracterizan por poseer una alta concentración de zoocriaderos de mariposas y por ende una alta productividad de lepidópteros.

Para determinar las características biológicas de las mariposas, se seleccionó cuatro especies de mariposas: *Heliconius cydno*, *Heliconius erato*, *Heliconius melpomene* y *Heliconius hecale*, todas de la familia Nymphalidae, subfamilia Heliconiinae. Estas especies en su estadio larval utilizan plantas alimenticias u hospederas de la familia Passifloraceae del género *Passiflora*. Y en el estado adulto utilizan como fuente alimenticia el néctar y polen de las flores.

La captura y colecta de las mariposas adultas y las pupas fue realizada durante el periodo de estudio, con antelación se coordinó la visita con cada uno de los propietarios de los zoocriaderos, debido a la producción estacional de los *Heliconius*.

El método de colecta de las mariposas adultas fue realizado por medio de una red entomológica de 50 cm de diámetro. En cada zoocriadero se colectaron al azar diez mariposas adultas por especie, evitando coleccionar cerca de las plantas hospederas para reducir la probabilidad de que fuera una hembra que estuviese ovipositando.

En cada individuo fueron tomadas las medidas de tamaño del ala derecha anterior, posterior y el tamaño del abdomen, estas medidas fueron realizadas utilizando un calibrador ($\pm 0,01\text{mm}$), adicionalmente fue tomado el peso del adulto por medio de una romana electrónica ($\pm 0,01\text{g}$) y fue registrado el sexo de cada individuo, por observación directa, siendo que las hembras exponen sus genitales cuando se manipulan del abdomen y el macho presenta unas valvas, las cuales no son expuestas.

Para la determinación de la calidad biométrica de las pupas de mariposas producidas en cada uno de los zoocriaderos, fueron seleccionadas diez pupas al azar, se identificó la especie de *Heliconius* a la que pertenecía cada una y fue medido el tamaño de la pupa desde el cremaster hasta la cabeza, sin incluir las proyecciones cefálicas, la medida fue tomada utilizando un calibrador ($\pm 0,01\text{mm}$), para registrar el peso de las pupas se utilizó una romana electrónica ($\pm 0,01\text{g}$).

En el presente estudio fueron evaluadas las diferencias físicas entre los individuos, categorizados por zoocriadero y por especie. Para el análisis fue empleado un modelo lineal generalizado mediante el proceso mixto (GLMix) del software estadístico InfoStat-Statistical/P. Se observó la homocedasticidad y normalidad, se realizaron correcciones para heterocedasticidad en las varianzas evaluadas, la comparación de medias fue realizada por medio de la prueba de DGC con un nivel de significancia de $P < 0,05$. La prueba Chi-cuadrado (χ^2) se utilizó para verificar las diferencias en la proporción de sexos entre las cuatro especies de mariposas estudiadas.

Las variables evaluadas en los adultos fueron: el peso, la longitud del abdomen, tamaño del ala anterior y tamaño del ala posterior. Así como las variables evaluadas en las pupas fueron el tamaño y peso. Adicionalmente, se realizó una correlación lineal de Pearson para asociar las variables de peso, tamaño del abdomen, tamaño del ala anterior y posterior con el sexo de la mariposa, entre las especies.

RESULTADOS

No hubo diferencias significativas ($P \leq 0,05$) para la variable peso, entre los machos y las hembras de las cuatro especies de *Heliconius* estudiadas, A su vez esta característica tampoco presentó diferencias entre productores de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

Al analizar las variables de cada especie, se encontró diferencias significativas en el peso de *Heliconius erato* entre zoocriaderos (ANDEVA: $p < 0,0001$; $gl=5$; $n = 55$), donde el zoocriadero del productor 9 fue el que presentó tamaños menores en comparación con los otros zoocriaderos. Para la especie *Heliconius hecale* hubo diferencias significativas en el peso promedio de los adultos entre zoocriaderos donde los productores 1, 3, 5 y 7, presentaron promedios mayores que el resto de los productores (ANDEVA: $p < 0,0001$; $gl=9$; $n = 100$) (Fig. 1).

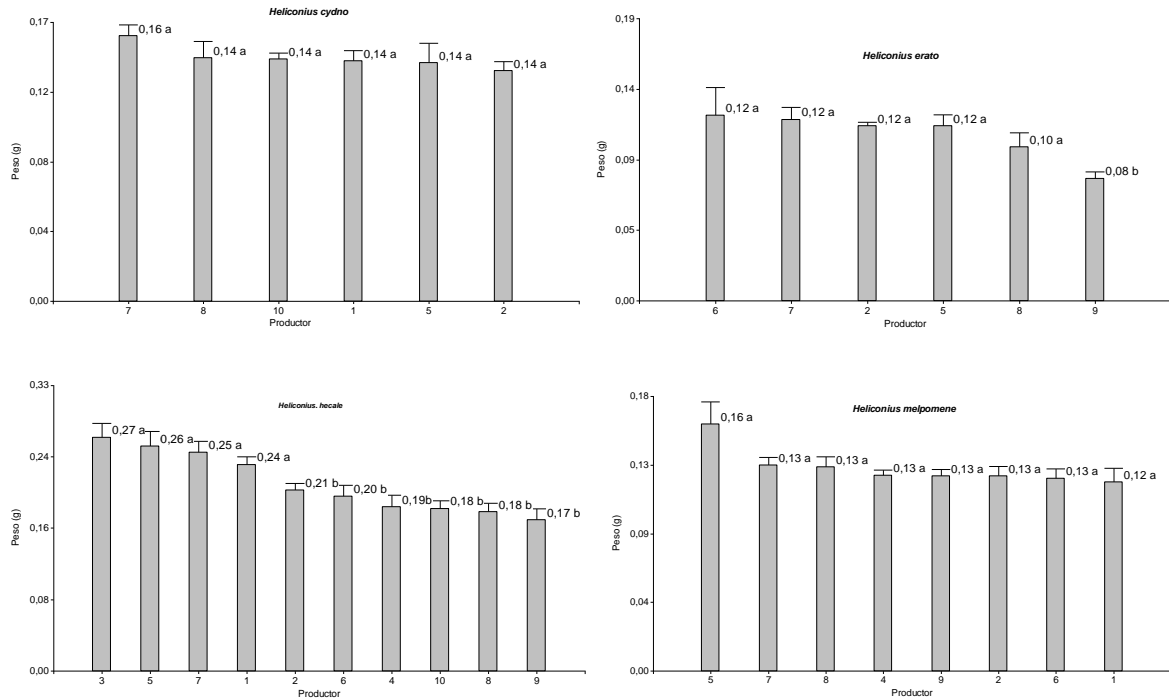


Figura 1. Peso promedio en gramos ($\pm 0,01$ g) y E.E. de cuatro especies de mariposas adultas del género *Heliconius*, en zocriaderos de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica, según productor (2016-2017).

*Medias con letra común dentro de la columna no son significativamente diferentes ($P \geq 0,05$), según la prueba de DGC.

Se encontró diferencias significativas en tamaño del abdomen de *Heliconius erato* entre productores (ANDEVA: $p = 0,0082$; $gl=5$; $n = 55$), donde las mariposas del zocriadero del productor 6 presenta mayor promedio de longitud del abdomen que el resto de productores. A su vez, hubo diferencias significativas en el tamaño de abdomen de *Heliconius hecale* entre productores (ANDEVA: $p = 0,0001$; $gl=9$; $n = 100$). Siendo similar el tamaño del abdomen para *H. hecale* en los zocriaderos de los productores 1, 8, 9 y 10 y estos significativamente menores a los otros zocriaderos (Fig. 2).

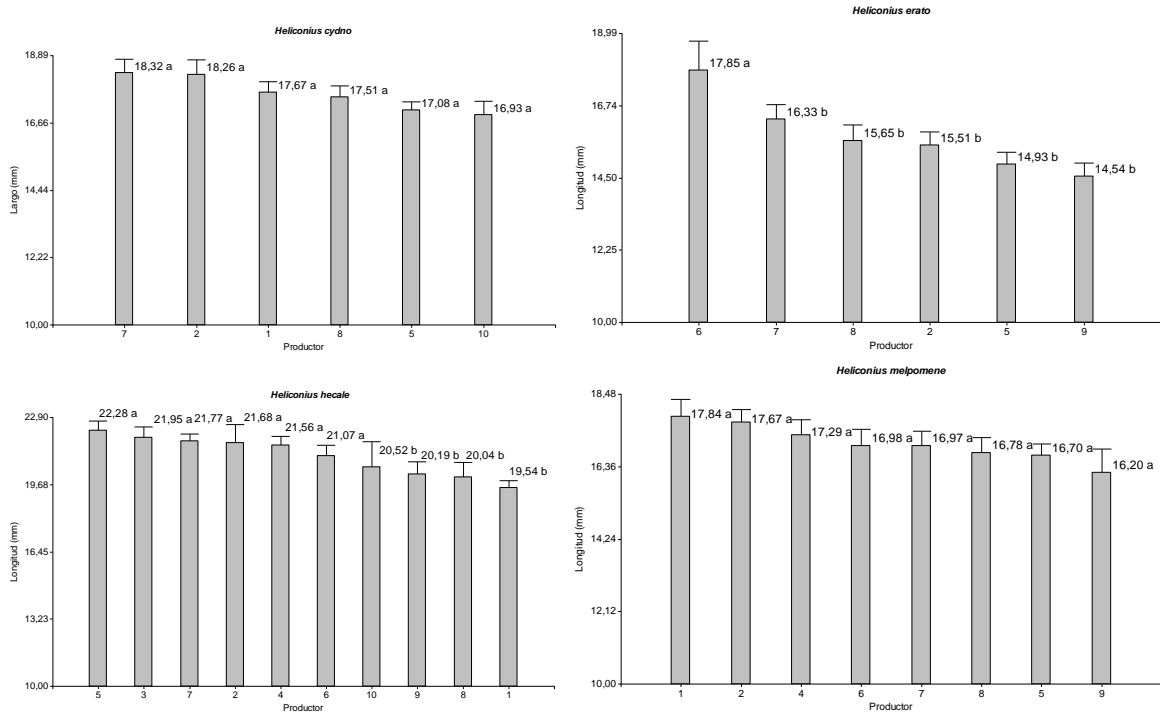


Figura 2. Longitud promedio del abdomen ($\pm 0,01$ mm) y E.E. de cuatro especies de mariposas adultas del género *Heliconius*, en zocriaderos de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica, según productor (2016-2017).

*Medias con letra común dentro de la columna no son significativamente diferentes ($P \geq 0,05$), según la prueba de DGC.

Se encontró diferencias significativas para tamaño del ala anterior de la mariposa *Heliconius erato* (ANDEVA: $p = 0,0008$; $gl=5$; $n = 55$) y el ala posterior de la misma especie (ANDEVA: $p = 0,0086$; $gl=5$; $n = 55$) entre zocriaderos, donde los productores 5, 6 y 7 presentaron las mayores longitudes, pero similares entre ellos, ($P > 0,05$), no obstante, estos grupos son diferentes del resto ($P \leq 0,05$). A su vez, hubo diferencias significativas ($P \leq 0,05$) para el tamaño del ala anterior de *Heliconius hecale* entre productores (ANDEVA: $p < 0,0001$; $gl=9$; $n = 100$) donde los productores de los zocriaderos 8, 9 y 10 poseen el menor tamaño comparativamente a los otros zocriaderos. En cuanto al análisis de para la variable de ala anterior de esta especie, los zocriaderos de los productores 5 y 6 presentaron un mayor tamaño promedio diferenciándose significativamente del resto de los productores (Fig. 3).

En *Heliconius melpomene*, no se evidencio diferencias significativas en el tamaño del ala anterior entre productores (ANDEVA: $p < 0,0686$; $gl=7$; $n = 80$), pero si hubo diferencias significativas en el tamaño del ala anterior para *H. melpomene* donde en el zocriadero del productor 1 el ala anterior fue mayor que en el resto de productores (Fig. 3).

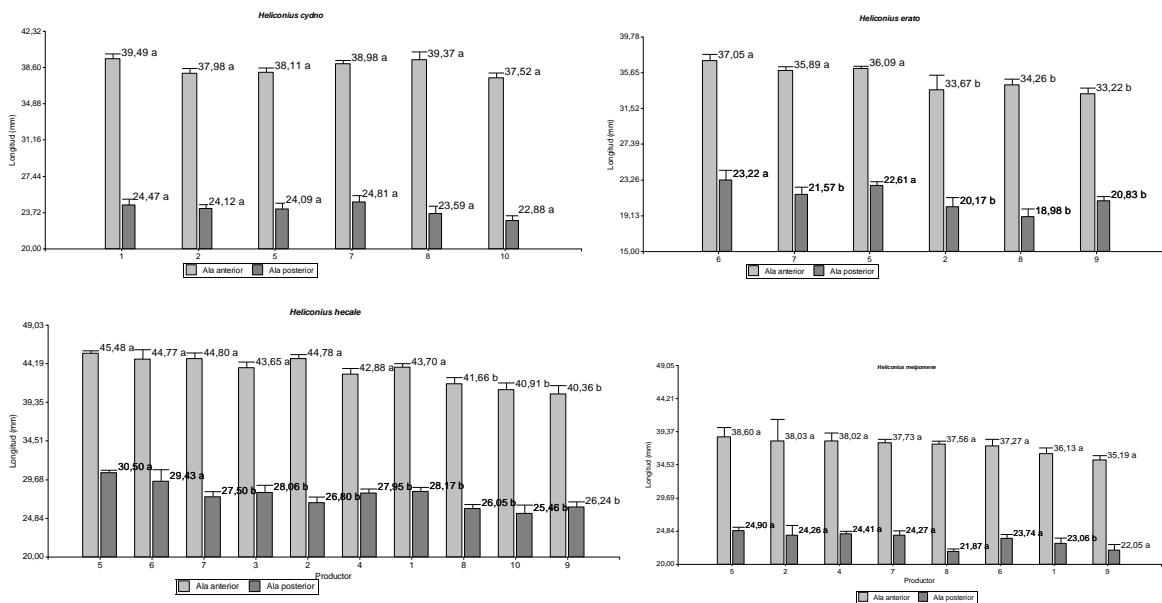


Figura 3. Longitud promedio del ala anterior y posterior ($\pm 0,01$ mm) y E.E. de cuatro especies de mariposas adultas del género *Heliconius*, en zoocriaderos de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica, según productor (2016-2017). *Medias con letra común dentro de la columna no son significativamente diferentes ($P \geq 0,05$), según la prueba de DGC.

Hubo diferencias significativas en el peso de las pupas de las especies de mariposas analizadas según productor. Las pupas de *Heliconius cydno* presentaron un peso promedio significativamente mayor en zoocriaderos de los productores 2 y 7 siendo semejantes entre sí, pero diferentes en los zoocriaderos de los otros productores 1 y 8 (ANDEVA: $p = 0,0196$; $gl=3$; $n = 40$) (fig. 4).

Heliconius erato presentó un peso promedio menor en el zoocriaderos del productor 6, siendo estadísticamente menos pesadas que en otros zoocriaderos, y en los zoocriaderos del productor 1 y 7 las pupas presentaron un mayor tamaño (ANDEVA: $p < 0,0001$; $gl=3$; $n = 39$) (fig. 4).

Heliconius hecale presenta diferencias estadísticamente significativas en el peso entre productores, donde se pueden agruparse en dos grupos donde los promedios mayores de peso en la pupa fue en los productores 1,5,6,7 y 8 y entre ellos no hay diferencias significativas, pero si difieren entre los productores 2, 4, 9 y 10. (ANDEVA: $p < 0,0001$; $gl=8$; $n = 86$) (fig. 4).

El peso promedio de las pupas de *Heliconius melpomene* fue significativamente diferentes entre productores, donde las pupas del productor 10, presentaron un mayor tamaño que el resto de productores y el peso de las pupas en los productores 1, 2 y 9 fueron similares entre ellos pero diferentes al resto, mientras que las pupas que presentar menor peso promedio son las de los productores 5, 4, 7 y 8, siendo similares estadísticamente entre ellos, pero diferentes al resto de los productores, (ANDEVA: $p < 0,0001$; $gl=7$; $n = 80$) (fig. 4).

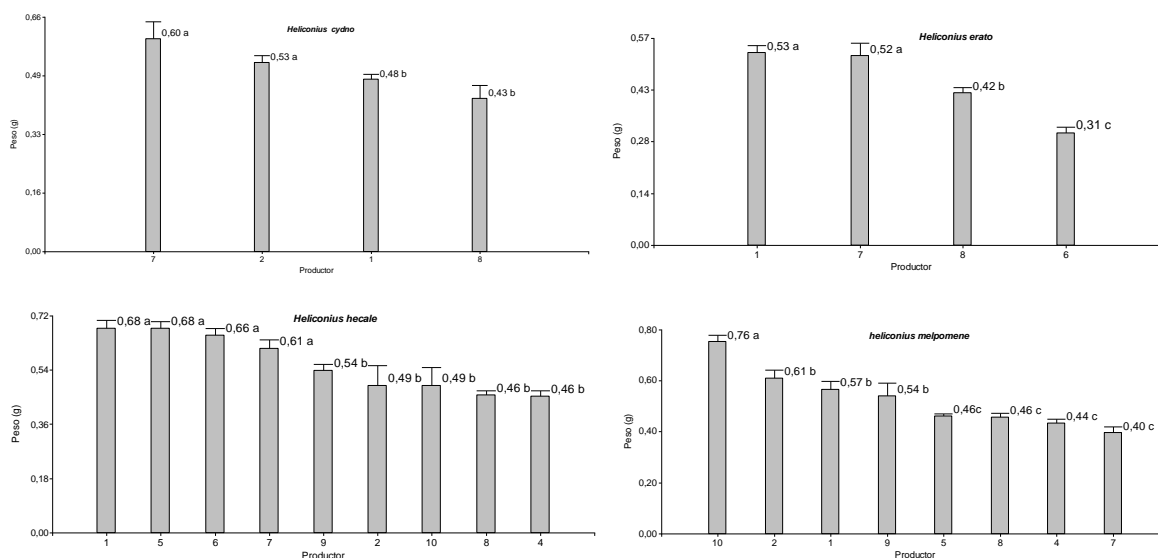


Figura 4. Peso promedio de la pupa ($\pm 0,01$ mm) y E.E. de cuatro especies de mariposas adultas del género *Heliconius*, en zoocriaderos de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica, según productor (2016-2017).

*Medias con letra común dentro de la columna no son significativamente diferentes ($P \geq 0,05$), según la prueba de DGC.

Existe diferencias significativas en largo de las pupas de las especies de mariposas analizadas según productor. Las pupas de *Heliconius cydno* presentan un tamaño promedio significativamente mayor en los zoocriaderos de los productores 2 y 7, siendo semejantes entre sí, pero diferentes en los zoocriaderos de los productores 1 y 8 (ANDEVA: $p = 0,0188$; $gl=3$; $n = 40$) (fig. 5).

Las pupas de *Heliconius erato* presentó un peso promedio menor en el zoocriadero del productor 6, siendo estadísticamente menos pesadas que en otros zoocriaderos, y en los zoocriaderos del productor 1 y 7 las pupas presentaron un mayor tamaño (ANDEVA: $p < 0,0001$; $gl=3$; $n = 39$) (fig. 5).

Las pupas de *Heliconius hecale* presentan promedios de tamaño mayor en los zoocriaderos de los productores 1 y 5 pero entre ellos no hay diferencias significativas, sí difieren entre los productores 2, 6,7,8,9 y 10. Sin embargo, entre sí, en estos últimos no hay diferencias y el que presenta menor promedio en el tamaño de la pupa es en el zoocriadero del productor 4, el cual es diferente a todos los demás (ANDEVA: $p < 0,0001$; $gl=8$; $n = 86$) (fig. 5).

El tamaño promedio de las pupas de *Heliconius melpomene* fue significativamente diferentes entre productores, donde las pupas del productor 10, presentaron un mayor tamaño que el resto de productores y el tamaño de las pupas en los productores 1, 2 y 9 fueron similares entre ellos pero diferentes al resto, mientras que las pupas que presentar menor peso promedio son las de los productores 4, 5,

7 y 8, estos son similares estadísticamente entre sí, pero diferentes al resto de los productores, (ANDEVA: $p < 0,0001$; $gl=7$; $n =80$) (fig. 5).

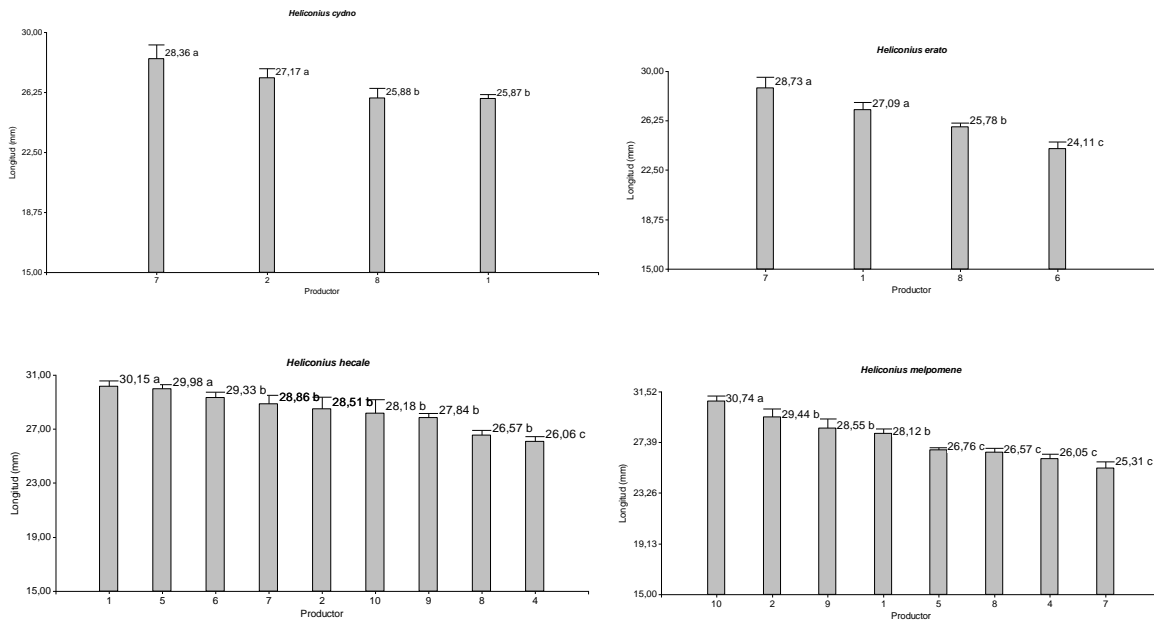


Figura 5. Longitud promedio de la pupa ($\pm 0,01$ mm) y E.E. de cuatro especies de mariposas del género *Heliconius*, en zoocriaderos de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica, según productor (2016-2017).

*Medias con letra común dentro de la columna no son significativamente diferentes ($P \geq 0,05$), según la prueba de DGC.

Respecto a la correlación entre las variables analizadas *Heliconius cydno*, no presentó ninguna correlación, pero en *Heliconios erato* y *Heliconius hecale* se encontró correlaciones entre las variables analizadas y en la especie *Heliconius melpomene*, no hubo correlación entre la variable peso y el tamaño del abonen (cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de correlación de cuatro variables para cuatro especies de mariposas del género *Heliconius*, producidas en zoocriaderos de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

Especie	n	Peso*Tamaño abdomen $P \leq 0,05$	r^2	Peso*Tamaño ala anterior $P \leq 0,05$	r^2	Tamaño abdomen *Tamaño ala anterior $P \leq 0,05$	r^2
<i>Heliconius Cydno</i>	60	0,2578	0,1484	0,0554	0,2487	0,0515	0,2526
<i>Heliconius erato</i>	55	0,0049	0,3742	0,0143	0,3286	0,0001	0,4951

<i>Heliconius hecale</i>	100	0,0143	0,244	<0,0001	0,5457	0,0001	0,3767
<i>Heliconius melpomene</i>	80	0,0549	0,2154	<0,0001	0,4577	0,0007	0,3707

* números en negrilla no posee ninguna correlación

La correlación lineal entre el tamaño del abdomen con el tamaño del ala anterior en los machos y hembras, se cumple en casi todos los casos, para las cuatro especies de mariposas estudiadas. (cuadro 2). También se observó una correlación positiva entre el peso y el tamaño del ala anterior para las hembras ($P = <0,0001$; $n = 48$; $r^2 = 0,6522$) y los machos ($P = 0,0002$; $n = 52$; $r^2 = 0,4902$) de *Heliconius hecale* y para las hembras ($P = 0,0047$; $n = 41$; $r^2 = 0,4331$) y machos ($P = 0,0011$; $n = 39$; $r^2 = 0,5047$) de *Heliconius melpomene*.

Cuadro 2. Análisis de correlación del tamaño de Abdomen y el ala anterior para hembras y machos de cuatro especies de mariposas del género *Heliconius*, producidas en zocriaderos de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

Variable	Especie	Sexo	$P \leq 0,05$	r^2
tamaño abdomen*tamaño ala anterior	<i>Heliconius cydno</i>	Hembra	0,0150	0,4806
		Macho	0,7633	-0,0528
	<i>Heliconius erato</i>	Hembra	0,0413	0,3748
		Macho	0,0021	0,5846
	<i>Heliconius hecale</i>	Hembra	0,0260	0,3212
		Macho	0,0083	0,3622
	<i>Heliconius melpomene</i>	Hembra	0,0086	0,4050
		Macho	0,0730	0,2904

* números en negrilla no posee ninguna correlación

En los zocriaderos de mariposas de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica, la relación entre machos y hembras son cercanas a 0,5:0,5 y no son estadísticamente diferentes para *Heliconius cydno*, *H. erato*, *H. hecale* y *H. melpomene* es cercana a 0,5:0,5 (cuadro 3.)

Cuadro 3. Relación entre hembra y macho para cuatro especies de mariposas producidas en los zocriaderos de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

Especie	Sexo	Relación	n	χ^2
<i>Heliconius cydno</i>	Hembra	0,42	25	0,4856
	Macho	0,58	35	
<i>Heliconius erato</i>	Hembra	0,55	30	0,4175
	Macho	0,45	25	
<i>Heliconius hecale</i>	Hembra	0,48	48	0,0697
	Macho	0,52	52	

<i>Heliconius melpomene</i>	Hembra	0,51	42	0,1404
	Macho	0,49	39	

En el cuadro 4, se presenta un resumen de las variables analizadas para cuatro especies de mariposas del género *Heliconius*, en los diferentes zocriaderos utilizados durante la investigación, para ofrecer al lector una base de datos comparables para futuras investigaciones.

Cuadro 4. Medidas de resumen para cuatro especies de mariposas del género *Heliconius*, producidas en zocriaderos de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

Especie	Variable	Sexo	n	Media	E.E.	Mín.	Máx.
<i>Heliconius cydno</i>	Peso (g)	Hembra	25	0,14	<0,01	0,11	0,19
		Macho	35	0,15	<0,01	0,08	0,19
	Abdomen Longitud (mm)	Hembra	25	17,28	0,31	14,06	19,69
		Macho	35	17,88	0,19	15,46	20,48
	Ala posterior Longitud (mm)	Hembra	25	24,10	0,42	19,94	28,18
		Macho	35	23,92	0,33	19,10	28,93
Ala anterior Longitud (mm)	Hembra	25	38,42	0,43	35,25	42,72	
	Macho	35	38,68	0,27	33,63	43,09	
<i>Heliconius erato</i>	Peso (g)	Hembra	30	0,12	0,01	0,07	0,26
		Macho	25	0,10	0,01	0,05	0,16
	Abdomen Longitud (mm)	Hembra	30	15,80	0,33	13,10	20
		Macho	25	15,86	0,44	11,89	21,9
	Ala posterior Longitud (mm)	Hembra	30	21,54	0,53	13,00	27,74
		Macho	25	21,07	0,60	14,06	26,2
Ala anterior Longitud (mm)	Hembra	30	35,27	0,37	29,35	38,8	
	Macho	25	35,02	0,58	29,04	41,7	
<i>Heliconius hecale</i>	Peso (g)	Hembra	48	0,21	0,01	0,14	0,31
		Macho	52	0,21	0,01	0,09	0,35
	Abdomen Longitud (mm)	Hembra	48	20,25	0,30	16,89	28,65
		Macho	52	21,81	0,27	17,80	29,92
	Ala posterior Longitud (mm)	Hembra	48	27,34	0,36	20,87	31,4
		Macho	52	27,87	0,44	20,80	39,8
Ala anterior Longitud (mm)	Hembra	48	42,77	0,41	35,70	47,86	
	Macho	52	43,79	0,41	34,87	51	
<i>Heliconius melpomene</i>	Peso (g)	Hembra	41	0,13	0,00	0,10	0,26
		Macho	39	0,13	<0,01	0,08	0,21

Abdomen Longitud (mm)	Hembra	41	16,73	0,25	13,40	19,75
	Macho	39	17,40	0,22	14,45	19,8
Ala posterior Longitud (mm)	Hembra	41	23,55	0,44	18,16	36,6
	Macho	39	23,61	0,35	18,14	28,46
Ala anterior Longitud (mm)	Hembra	41	36,64	0,54	22,65	48,4
	Macho	39	37,36	0,49	28,60	43,4

DISCUSIÓN

El éxito de la zocria de mariposa depende de las fuentes de alimento que dispongan los adultos y las larvas, ya que estas sustancias intervienen en su longevidad, supervivencia, fecundidad y actividades de vuelo (Montero, 2007), es por esta razón que debemos de recurrir a los análisis de suelo y foliares para luego poder correlacionarlos con características biométricas de los individuos de mariposas en sus diferentes estadios.

Las diferencias estadísticas encontradas entre especies de mariposas en los zocriaderos de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica, posiblemente están influenciadas por las condiciones del suelo, los tratamientos agronómicos recibidos en el manejo de las plantaciones y composición nutritiva de las plantas hospedera y la distribución del alimento dentro del zocriadero (De Andrade & Freitas, 2005). Uno de los factores que más influyen la estructura de una población es la distribución y abundancia de los recursos nutricionales (Ehrlich, 1984) Por otro lado, el análisis de suelo es un buen instrumento para monitorear el estado nutricional de las plantas y junto con el análisis foliar, esto permite obtener información útil para planificar los programas de fertilización (Molina, sf), algo que no ha realizado nunca en los zocriaderos de mariposas en estudio.

El buen estado de los mariposarios es esencial para el éxito de la producción de mariposas, ya que así se evita el escape de mariposas que se crían en cautiverio y que se apareen con mariposas silvestres (Montero, 2007). En todos los zocriaderos estudiados presentan poca luminosidad, las mallas o sarán están saturados de líquenes lo que puede reducir la ventilación del mismo, los sistemas de ingreso y egreso de algunos es deficiente o poco funcional, lo que eventualmente se debería analizar ya que esto puede bajar la calidad y cantidad de pupas producidas en los zocriaderos.

La empresa de Suministros Entomológicos Costarricenses S.A. inicio en la producción y exportación de mariposas en Costa Rica en el año 1985 (Chacón, 2003), quien hasta la fecha sigue siendo la empresa que más comercializa pupas en Costa Rica, abasteciéndose de proveedores de todo el país. Por este motivo es importante realizar estudios y monitores de biometrías de mariposas, producidas en zocriaderos para garantizar un suministro con altos estándares de calidad para la

exportación, ya que el precio depende de la calidad (Centro de Inteligencia sobre Mercados Sostenibles, 2006).

De Vries (1987) reporta para *Heliconius cydno* el tamaño del ala anterior entre 38-43 mm, Montero (2007) reporta para esta misma especie que el ala anterior del macho mide entre 33-45 mm y la hembra entre 36-43 mm, coincidiendo con lo encontrado en nuestro estudio, para los zocriaderos de la Región Huetar Atlántica.

El tamaño del ala anterior de *Heliconius erato*, son semejantes a los reportados en la literatura (De Vries, 1987; Rios, *et al*, 2013) y mayores a los reportados por Montero (2007), para ambos sexos, con esta información se puede decir que las mariposas *H. erato* están recibiendo una adecuada nutrición y manejo en los mariposarios de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

Los machos de la mariposa *Heliconius hecale* tienen un tamaño mayor del ala anterior y los rangos encontrados para ambos sexos, se encuentra dentro de los reportados en la literatura (De Vries, 1987; Montero, 2007).

Las mariposas *Heliconius melpomene*, presento un tamaño promedio del ala anterior dentro de los parámetros reportados por (De Vries, 1987) en incluso tamaños mayores a los reportados por este autor.

En general comparando el tamaño del ala anterior de las cuatro especies de *Heliconius* estudiadas con la literatura, estas mariposas se encuentran en los rangos de tamaño reportados, por lo que se puede concluir que las mariposas criadas en zocriaderos en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica se encuentra recibiendo las condiciones necesarias para su buen desarrollo físico.

A pesar de que no encontramos diferencias significativas entre la relación de hembras y machos en las diferentes especies de *Heliconius*, se ha observado que por lo general los machos de las mariposas se presentan en mayor número, que las hembras y muchas hipótesis han sido formuladas para explicar esta desviación en la proporción de sexos de 1:1 encontradas en mariposas criadas en 25 laboratorios (Ehrlich, 1984). Una de las explicaciones es que las hembras son menos susceptibles a la captura, otra es que las hembras migran más por el néctar, lo que las hace estar más dispersas y también se cree que esta condición de más machos que hembras puede cambiar de generaciones en generaciones con las condiciones ecológicas y algunas excepciones se dan por el control genético (Freitas, 1996).

Los zocriaderos de mariposas de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica, son manejados de forma artesanal, no poseen capacitación formal, y no realizan prácticas agrícolas sistemáticas. A pesar de esto las condiciones de sus mariposas como producto final se pueden considerar buenas y están entre los parámetros normales de crecimiento.

Los productores de mariposas de la Región Huetar Atlántica deberían estar organizados en asociaciones, cooperativas o cualquier otro grupo para que no estén expuestos al dumping.

La Región Huetar Atlántica es uno de los mayores productores de mariposa en Costa Rica (Montero, 2007), no existen registros científica que permita comparar la calidad de las mariposas que se ofrecen a los mercados internacionales. Por lo que recomendamos hacer este tipo de trabajo para más especies de mariposas producidas en zoocriaderos.

AGRADECIMIENTOS

A los productores de mariposa: Geovany Gutiérrez C., Ana Yuri Brenes J, Marvin Elizondo M., Patricia Mejía V., Eduardo Lange G., Adrián Coto C. Ligia Gutiérrez C., Marisol Gutiérrez C., Roberto Gutiérrez F. quienes amablemente facilitaron el ingreso a sus sistemas productivos, cooperando con la información y material requerido para llevar a cabo esta investigación, a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC, por facilitar tiempo para los investigadores y soporte económico para ejecutar este trabajo y a José Manuel Cordero (Holy), quien siempre nos acompañó como guía de la zona.

REFERENCIAS

- Brinckerhoff J. 1999. La cría de mariposas: Una industria agrícola maravillosa en papel. Conferencia 107. Memoria XI Congreso Agronómico. 521-527
- CAF (Corporación Andina de Fomento), Secretaría General De La Comunidad Andina (SGCAN), Conferencia de Las Naciones Unidas Sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD). (2005). Biocomercio en la subregión Andina: Oportunidades para el desarrollo. CAF., SGCAN., UNCTGAD. Lima, Perú. 50
- Centro de Inteligencia sobre Mercados Sostenibles. (2006). Análisis del potencial de captura, montaje y venta de mariposas exóticas para mejorar el ingreso de los habitantes de los bosques en América Central. Obtenido de: <http://www.incae.edu/es/clacds/publicaciones/pdf/cen565.pdf>
- Chacón, A. I. (2003). El Impacto de las granjas de mariposas en los ecosistemas y el quehacer de los costarricenses. Caterpillar Biodiversity Whorkshop, 19-20 junio de 2013. San Rosa, Guanacaste.
- Claro, R. A., & Ruiz, N. (2010). Aceptación de una dieta artificial por orugas de la mariposa *Battus polydamas* (Lepidoptera: Papilionidae). Acta Biológica Colombiana, 15, 47-62.
- De Andrade, R. B., Freitas, A. V. L. (2005). Population Biology of two species of *Heliconius* (Nymphalidae: Heliconiinae) in a semi-deciduous forest in southeastern Brazil J. Lepid. Soc. (9:4, 223- 228.
- De Vries, P. J. (1987). The Butterflies of Costa Rica, and Their Natural History. Nueva Jersey, Estados Unidos: Princeton

- Ehrlich, P. R. (1984). The structure and dynamics of butterfly populations, p. 25-40. En: Vane-Wright, R. I. & Ackery, P. R. (eds.). The biology of butterflies. Academic Press, London.
- Freitas, A. V. L. (1993). Biology and population dynamics of *Placidula euryanassa*, a relict Ithomiine butterfly (Nymphalidae: Ithomiinae). J. Lepid. Soc. 47.
- Friberg, M., & Wiklund, C. (2009). Host plant preference and performance of the sibling species of butterflies *Leptidea sinapis* and *Leptidea reali*: a test of the trade-off hypothesis for food specialization. Oecologia 159, 127–137
- López, D. (2007). Mariposas del paisaje ganadero del bosque subhúmedo tropical Esparza, Costa Rica. Centro CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Molina E. (Sf). Análisis foliar y su interpretación. Amino Grow Internacional. Obtenido de <http://www.infoagro.go.cr/Info regiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/SUELOS-AMINOGROWanalisisinterpretacion.pdf>.
- Montero R. J. (2007). Manual para el manejo de mariposarios. Instituto Nacional de Biodiversidad, Heredia, Costa Rica.
- Nylin, S., Nygren, G. H., Soderlind, L. & Stefanescu, C. (2009). Geographical variation in host plant utilization in the comma butterfly: the roles of time constraints and plant phenology. Evolutionary Ecology 23, 807–825
- PROCOMER (Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica). (2015). Exportaciones costarricenses de la partida 0511.99.90.20 (Huevos y pupas para la cría de mariposas). Información suministrada vía correo electrónico el 26 de marzo del 2015.
- Rios, G. G., Gonçalves, S. M., Aparecida, R. P. D. Rodrigues, S. J., Peixoto, A. P., Miranda, N. C., Lange, D., Stefani, V. (2013). Estrutura populacional de duas espécies de borboletas *Heliconius* KLUK, 1780 (Lepidoptera: Nymphalidae). Biosci, J., Uberlandia. 29:1
- Sánchez, L. R. (2004). Protocolo de cría para dos especies de mariposas, *Assia monuste* y *Leptophobia aripa* (Lepidoptera: Pieridae) bajo condiciones controladas en el Municipio de la Mesa, Cundicamarca, (Trabajo de grado), Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Syed, G. P., Ota, H., Buhlmann, K. A., & Forstner, M. R. J. (2007). Genetic considerations for captive breeding and translocation of freshwater turtles and tortoises for conservation. Chelonian Res. Monogr. 4: 157-167
- Valverde, K., & Barrantes, M. (2008). TCU: Manual de exportación de pupas de mariposa a Estados Unidos. (Trabajo Comunitario Universitario). Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La producción de mariposas es una actividad socioeconómica importante PROCOMER (2015), reporto ventas por 2.549.230 dólares en el año 2014, lo cual se ha convertido en una opción para generar ingresos a las microempresas rurales, lo que requiere apoyo gubernamental, académico y profesional para la mejora de sus procesos y el fortalecimiento de esta actividad pecuaria no tradicional.

La actividad productiva de mariposas se inició en Costa Rica entre los años 1979-1980, en 1985 se crio la empresa de Suministros Entomológicos Costarricenses S.A. (Montero, 2007), quien hasta la fecha sigue siendo la empresa que más comercializa pupas en Costa Rica, abasteciéndose de proveedores de todo el país. Sin embargo, muchos de los productores participantes en nuestra investigación empezaron con esta empresa como proveedores de mariposas, siendo los productores jóvenes, quienes actualmente poseen una edad promedio de 42 años, lo que podría poner en riesgo la producción de mariposas en Costa Rica, ya que actualmente no hay jóvenes involucrados en esta actividad. Por lo cual se debe buscar nuevas alternativas para hacer la actividad de producir mariposas más atractiva y rentable siendo este un reto para las universidades e instituciones públicas las cuales deben hacer coaliciones para mejorar la productividad y la rentabilidad.

Los zoocriaderos de mariposa son lugares en los que se crían y reproducen mariposas fuera de su hábitat. Montero (2007), reporta para el Área de Conservación Tortuguero (ACTo), 43 zoocriaderos activos que representan el 52% de todos los zoocriaderos de Costa Rica. Para esta misma área de conservación para el año 2016 se reportaron un 30% más de mariposarios activos (61 mariposarios activos y 18 inactivos) (Vargas, 2016). Sin embargo, en nuestro estudio se determinó una tasa de inactividad del 10% anual, lo que puede afectar a largo tiempo la actividad de producción comercial de mariposas.

En todos los zoocriaderos de mariposa estudiados se encontró que el estado físico de la infraestructura no se encuentra en óptimas condiciones, presentan poca

luminosidad, las mallas o sarán están saturados de líquenes lo que puede reducir la ventilación de este, los sistemas de ingreso y egreso de algunos es deficiente o poco funcional. Por eso, el buen estado de los mariposarios es esencial para el éxito de la producción de mariposas, ya que así se evita que escapen las mariposas que se crían en cautiverio y que se apareen con mariposas silvestres (Montero, 2007).

Un factor clave la productividad de mariposas, es la calidad alimenticia que presentan las plantas hospederas a los estados inmaduros (Catta-Preta y Zucolto 2003). El éxito de la zoocría de mariposa depende de las fuentes de alimento que dispongan para los adultos y las larvas ya que estas sustancias intervienen en su longevidad, supervivencia, fecundidad y actividades de vuelo (Montero, 2007), es por esta razón que debemos de recurrir a los análisis de suelo y foliares para luego poder correlacionarlos con el tamaño de los individuos de mariposas en sus diferentes estadios.

Por lo general las plantas tienen diferentes requerimientos nutricionales y hábitos de crecimiento, algunas tienen la necesidad de una mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo que otras y los niveles críticos generales son insuficientes para satisfacer sus exigencias nutricionales. El pH es una medida de la acidez ($\text{pH} < 7 = \text{ácido}$) o alcalinidad ($\text{pH} \text{ alto } > 7 = \text{básico o alcalino}$) y controla las reacciones químicas que determinan si los nutrientes van a estar o no disponibles para su absorción, por ejemplo, la mayoría de los cultivos ornamentales el pH óptimo debe estar entre los rangos 5,5 a 6,8. Pero existen plantas que requieren valores de pH menores a 5,5 (Barbaro, Karlanian & Mata, 2018).

A pesar de que no se encontró literatura para los requerimientos nutricionales en las plantas hospederas analizadas (*Passiflora oerstedii*, *P. platyloba*, *P. biflora* y *P. vitifolia*), El Ministerio de Agricultura y Ganadería (1991), reporta para Maracuyá (*Passiflora edulis*), el pH ideal es entre 5,5 y 6,8, Angulo (2003) y Cerdas & Castro (2003) reportan un pH entre 5,5 y 6,5 para *Passiflora ligularis*, debido a los resultados obtenidos y los encontrados en la literatura para otras especies del mismo género de

Passiflora. En esta investigación hemos determinado el pH del suelo donde crecen cuatro especies silvestres de la planta *Passiflora* bajo condiciones de viveros. Por lo tanto, consideramos que se debe realizar más investigación en los requerimientos del pH en especies silvestres de *Passiflora*, para generar un banco de datos y determinar cuál es el pH ideal para especies en estado silvestres.

El hábitat natural donde crecen las plantas hospederas analizadas son áreas de bosques o charral. Pérez-Molina & Cordero (2012), reportan para bosque y tacotal de elevación media en Costa Rica, un pH de 3,78 y 4.41 respectivamente. Barbaro, Karlanian & Mata (2018) proponen que el rango de pH para cultivos ornamentales es de 5,5 a 6,8, los mismos autores mencionan que algunas plantas que requieren valores de pH menores a 5,5, siendo quizá este el caso para las plantas en estudio, por lo que se requiere hacer más análisis suelos y nutrientes en plantas silvestres, en su hábitat natural, para tener una mejor idea de los requirentes de estas plantas para aplicarlos en sistemas productivos como es el caso de los zocriaderos de mariposas.

El pH del suelo puede ser el factor que causa deficiencia, toxicidad o que los elementos no se encuentren en niveles adecuados (Benton, 2003). Los valores extremos del pH pueden afectar la estructura del suelo (Edward, 2000). Una vez analizado el pH del suelo es necesario identificar las propiedades del suelo que limitan o favorecen el desarrollo de las plantas, con el fin de tomar las medidas correctivas en cada caso. Estos problemas pueden ser de naturaleza física, química y biológica y en muchas ocasiones se relacionan entre sí (Khalajabadi, 2016). Los productores de mariposas deben saber cuáles son las condiciones de los suelos en sus zocriaderos para corregir cualquier deficiencia.

Los suelos fértiles se distinguen porque tienen altos contenidos de calcio (Ca) y manganeso (Mg) (Molina, 2002), por tanto, los suelos donde se ubican los zocriaderos de mariposas de la Región Huetar Atlántica, pueden considerarse como suelos infértiles ya que el 80% de ellos se encuentran por debajo de valor

crítico para Ca y Mg, basados en este fundamento y con los resultados obtenidos se recomienda a los productores de mariposas de la Región Huetar Atlántica, mejorar sus suelos para estos elementos.

Los análisis de suelos ayudan a interpretar la acidez (pH), contenido de materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico (CIC), pero no da buena indicación de los requerimientos de nitrógeno. Por eso, solo analizar el suelo no proporciona suficiente información para asegurar una nutrición exacta, se deben realizar análisis foliares para detectar deficiencias nutricionales y así poder hacer las correcciones necesarias (Magnitskiy, sf), por este motivo en nuestra investigación realizamos los análisis foliares a las plantas hospedadas de las mariposas de nuestro interés, para conocer la disponibilidad de nitrógeno para las mariposas en el estadio de larva.

Los análisis foliares ayudan a detectar deficiencias nutricionales y permite hacer las correcciones necesarias con antelación. Los requerimientos nutricionales en las hojas de la planta de maracuyá (*Passiflora edulis*) en cantidades óptimas de macronutrientes (%) son: N (4.75-5.25), P (0.25-0.35), K (2.00-2.50), Ca (0.50-1.50) y Mg (0.25-0.35) y para los Micronutrientes (ppm) de Cu (5-20), Fe (100-200), Mn (50-200) Zn (45-80) (García 2002). En ambos casos para las cuatro especies de pasifloras analizadas en nuestro estudio se mantuvieron dentro de los rangos mínimos aceptables reportados por este autor, excepto el cobre que en algunos casos se encontró por debajo de esos límites.

La planta de *Passiflora vitifolia* es producida solo en el 20% de los zoocriaderos y en todos los casos presentó deficiencia de Cu, los productores de mariposas manifiestan que esta planta es muy difícil de producir en sus agroecosistemas, pese a que tiene la capacidad de ser hospedada hasta de 5 especies de mariposas (De Vries, 1987). Por lo que se requiere hacer más muestreos para esta especie para poder entender cuál es el limitante de su producción en los zoocriaderos de mariposas.

De Vries (1987) reporta para *Heliconius cydno* el tamaño del ala anterior entre 38-43 mm, Montero (2007) reporta para esta misma especie que el ala anterior del macho mide entre 33-45 mm y la hembra entre 36-43 mm, coincidiendo con lo encontrado en nuestro estudio, para los zoocriaderos de la Región Hueta Atlántica.

El tamaño del ala anterior encontrados de *Heliconius erato* en nuestra investigación, son semejantes a los reportados por De Vries (1987); Rios, *et al* (2013) y mayores a los reportados por Montero (2007), en ambos sexos.

El tamaño del ala anterior de la mariposa *Heliconius hecale* encontrados para ambos sexos, se encuentra dentro de los reportados en la literatura (De Vries, 1987; Montero, 2007).

Las mariposas *Heliconius melpomene*, presento un tamaño promedio del ala anterior dentro de los parámetros reportados por De Vries (1987) e incluso tamaños mayores a los reportados por este autor.

A pesar de que no encontramos diferencias significativas entre la relación de hembras y machos en las diferentes especies de *Heliconius*, se ha observado que por lo general los machos de las mariposas se presentan en mayor número, que las hembras y muchas hipótesis han sido formuladas para explicar esta desviación en la proporción de sexos de 1:1 encontradas en mariposas criadas en 25 laboratorios (Ehrlich, 1984). Una de las explicaciones es que las hembras son menos susceptibles a la captura, otra es que las hembras migran más por el néctar, lo que las hace estar más dispersas y también se cree que esta condición de más machos que hembras puede cambiar de generaciones en generaciones con las condiciones ecológicas y algunas excepciones se dan por el control genético (Freitas, 1996).

En general, comparando el tamaño del ala anterior de las cuatro especies de *Heliconius* estudiadas con la literatura, estas mariposas se encuentran en los rangos de tamaño normal, por lo que se puede concluir que las mariposas criadas en

zoocriaderos en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica se encuentra recibiendo las condiciones necesarias para su buen desarrollo físico.

Los zoocriaderos de mariposas de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica, son manejados de forma artesanal, no poseen capacitación formal, y no realizan prácticas agrícolas sistemáticas. A pesar de esto las condiciones de sus mariposas como producto final se consideran buenas y entre los parámetros normales.

Los productores de mariposas de la Región Huetar Atlántica no están organizados en asociaciones, cooperativas o cualquier otro grupo por lo que están expuestos a no recibir un pago justo en el precio de las mariposas.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con la ruta de investigación para determinar otros parámetros reproductivos de la zoocría de mariposas, como es el análisis genético, para determinar la variabilidad que existe en la piscina genética en zoocriaderos.

Repetir el análisis de suelos y foliares de las mismas especies en estado silvestre para generar datos de los requerimientos nutricionales de las plantas en estado silvestre, para ofrecer recomendaciones más certeras a los productores de mariposas.

Fortalecer e incentivar la producción de mariposas a través de programas de extensión, con organizaciones involucradas en esta actividad y profesionales con experiencia en la zoocría de mariposas, como es SINAC, universidades, INFOCOOP, INDER, Municipalidades y empresas privadas dedicadas a la comercialización de mariposas. Que permita a los productores tener acceso a mejor capacitación empresarial, en manejo de plantaciones, control y manejo de plagas, agremiarse en cooperativas, asociaciones o en otro tipo de grupo para que no estén

expuestos al que están expuestos al a no recibir un pago justo en el precio de las mariposas

Basado en el desconocimiento que poseen los productores de mariposas en nuestra investigación se recomienda a los productores de mariposas de la Región Hueta Atlántica, y de todo el país realizar análisis del suelo de los zoocriaderos de mariposas, para corregir cualquier deficiencia nutricional, antes de iniciar con la producción.

El mantenimiento que se da a las plantas hospederas como a las mariposas que se producen en los zoocriaderos también se debe dar mantenimiento a la infraestructura del mariposario, lavando la malla de los costados y del techo para eliminar los líquenes que creen aquí, con esto se mejora la ventilación y la luminosidad interna de los mariposario.

6. AGRADECIMIENTOS

A los productores de mariposa: Geovany Gutiérrez C., Ana Yuri Brenes J, Marvin Elizondo M., Patricia Mejía V., Eduardo Lange G., Adrián Coto C. Ligia Gutiérrez C., Marisol Gutiérrez C., Roberto Gutiérrez F. quienes amablemente facilitaron el ingreso a sus sistemas productivos, facilitando toda la información y material requerido para llevar a cabo esta investigación, a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión del TEC, por facilitar tiempo para los investigadores y soporte económico para ejecutar este trabajo y a José Manuel Cordero (Holy), quien siempre nos acompañó como baquiano de la zona.

7. REFERENCIAS

Angulo Carmona, R. (2003). Frutales exóticos de clima frío. Bayer Cropscience.

Bogotá.

Barbaro, L. A., Karlanian, M., & Mata, D. A. (2018) Importancia del pH y la conductividad eléctrica (CE) en los sustratos para plantas. Informe.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina. Ediciones INTA

- Benton, J. J. Jr. 2003. Agronomic handbook. Management of crops, soils, and their fertility. CRC PRESS. Boca Raton. London. New York. 450 p.
- Brinckerhoff J. 1999. La cría de mariposas: Una industria agrícola maravillosa en papel. Conferencia 107. Memoria XI Congreso Agronómico. 521-527
- CAF (Corporación Andina de Fomento)., Secretaría General De La Comunidad Andina (SGCAN)., Conferencia de Las Naciones Unidas Sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD). (2005). Biocomercio en la subregión Andina: Oportunidades para el desarrollo. CAF., SGCAN., UNCTGAD. Lima, Perú. 50
- Catta-Preta, P. D.; Zucolto, F. S. 2003. Oviposition behavior and performance aspects of *Ascia monuste* (Godart, 1919) (Lepidoptera, Pieridae) on kale (*Brassica oleraceae* var. *acephala*). Revista Brasileira de Entomología 47 (2): 169-174
- Cerdas, A. M. M. & Castro, R. J. J. (2003). Manual Práctico para la producción, cosecha y manejo poscosecha del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*, Juss). Ministerio de Agricultura y Ganadería, Consejo Nacional De Producción, Universidad de Costa Rica, Convenio Poscosecha Cnp-Ucr.
- Claro, R. A., & Ruiz, N. (2010). Aceptación de una dieta artificial por orugas de la mariposa *Battus polydamas* (Lepidoptera: Papilionidae). Acta Biológica Colombiana, 15, 47-62.
- Correndo, A. A. & García F. O. (2012). Concentraciones de nutrientes en panta como herramienta de diagnóstico: Cultivos extensivos. Archivo Agronómico # 14, International Nutrition Institute.
- DeVries, P. J. (1987). The Butterflies of Costa Rica, and Their Natural History. Nueva Jersey, Estados Unidos: Princeton
- Dierks, A., Hoffmann, B., Bauerfeind, S. & Fischer, K. (2012). Effects of inbreeding on life history and thermal performance in the tropical butterfly *Bicyclus anynana*. Population Ecology 54, 83–90
- Edward, J. P. 2000. La ciencia del suelo y su manejo. Editorial Paraninfo. Madrid, España. 405 p.

- Ehrlich, P. R. (1984). The structure and dynamics of butterfly populations, p. 25-40. En: Vane-Wright, R. I. & Ackery, P. R. (eds.). The biology of butterflies. Academic Press, London.
- Fischer, K., Zimmer K., Wedell, N. (2009). Correlated responses to selection on female egg size in male reproductive traits in a butterfly. *Evol Ecol* 23(1): 389–402
- Freitas, A. V. L. (1993). Biology and population dynamics of *Placidula euryanassa*, a relict Ithomiine butterfly (Nymphalidae: Ithomiinae). *J. Lepid. Soc.* 47.
- Friberg, M., & Wiklund, C. (2009). Host plant preference and performance of the sibling species of butterflies *Leptidea sinapis* and *Leptidea reali*: a test of the trade-off hypothesis for food specialization. *Oecologia* 159, 127–137
- García, C. M. A. (2002). Cultivo de Maracuyá Amarillo. Guía Técnica. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. El Salvador.
- Goode, M. 1(999). An introduction to Costa Rica Butterflies. M.R.Goode. San José, Costa Rica. 98 p
- Grundel, R., Pavlovic, N., Sulzman, C. (1998). The effect of canopy cover and seasonal change on host plant quality for the endangered Karner blue butterfly (*Lycaeides melissa samuelis*). *Oecologia* 114, 243-250
- Khalajabadi, S.S. (2016). La acidez del suelo, una limitante común para la producción de café. Avances técnicos Cenicafé. Maizales, Caldas Colombia.
- Lewis, O & Thomas, C. (2001). Adaptations to captivity in the butterfly *Pieris brassicae* (L.) and the implications for ex situ conservation. *Journal of Insect Conservation* 5, 55–63
- López, D. (2007). Mariposas del paisaje ganadero del bosque subhúmedo tropical Esparza, Costa Rica. Centro CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Magnitskiy, S. (sf). Manejo de la fertilización en pasiflorácea. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado en: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_171_Nutrici%C3%B3n_mineral_pasiflor%C3%A1ceas.pdf
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1991. Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica. Maracuya (*Passiflora edulis*)

- Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. San José, Costa Rica.
- Molina E. (Sf). Análisis foliar y su interpretación. Amino Grow Internacional.
Obtenido de
<http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/SUELOS-AMINOGROWanalisisinterpretacion.pdf>.
- Molina, E. (2002). Análisis de suelo y su interpretación. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, P.6.
- Montero R. J. (2007). Manual para el manejo de mariposarios. Instituto Nacional de Biodiversidad, Heredia, Costa Rica.
- Nylin, S., Nygren, G. H., Soderlind, L. & Stefanescu, C. (2009). Geographical variation in host plant utilization in the comma butterfly: the roles of time constraints and plant phenology. *Evolutionary Ecology* 23, 807–825
- Pérez-Molina, J. P. & Cordero, S. R. A. (2012). Recuperación de tres coberturas forestales de altura media en Costa Rica: análisis de los oligoquetos, en el mantillo y suelo. *Revista Biología Tropical*. (60) 4, 1431-1443
- PROCOMER (Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica). (2015). Exportaciones costarricenses de la partida 0511.99.90.20 (Huevos y pupas para la cría de mariposas). Información suministrada vía correo electrónico el 26 de marzo del 2015.
- Restrepo, M. J., Ángel, S. D.I. & Prager, M. M. (2000). Agroecología Actualización profesional en manejo de recursos naturales, agricultura sostenible y pobreza rural. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF). República Dominicana.
- Rios, G. G., Gonçalves, S. M., Aparecida, R. P. D. Rodríguez, S. J., Peixoto, A. P., Miranda, N. C., Lange, D., Stefani, V. (2013). Estrutura populacional de duas espécies de borboletas *Heliconius* KLUK, 1780 (Lepidoptera: Nymphalidae). *Biosci, J., Uberlandia*. 29:1
- Sánchez, L. R. (2004). Protocolo de cría para dos especies de mariposas, *Assia monuste* y *Leptophobia aripa* (Lepidoptera: Pieridae) bajo condiciones

- controladas en el Municipio de la Mesa, Cundicamarca, (Trabajo de grado), Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Serruys, M., Van Dyck, H. (2014). Development, survival, and phenotypic plasticity in anthropogenic landscapes: trade-offs between offspring quantity and quality in the nettle-feeding peacock butterfly. *Oecologia*. 176 (1):379–387
- Solensky M., Oberhauser K. (2009). Male monarch butterflies, *Danaus plexippus*, adjust ejaculates in response to intensity of sperm competition. *Animal Behaviour*. 77 (2): 465-472
- Trage, M., Daniels, J. (2011). Size Effects on Mating and Egg Production in the Miami Blue Butterfly. *J Insect Behavior*. 24(1):34–43
- Valverde, K., & Barrantes, M. (2008). TCU: Manual de exportación de pupas de mariposa a Estados Unidos. (Trabajo Comunitario Universitario). Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Vargas, M. J. J. (2016). Listado de mariposarios activos de ACTo, su ubicación y estado. Oficio ACTo-GMRN-VS-159-2016

8. ANEXOS

Anexo 1. Instrumento aplicado para la selección de los zoocriaderos en el estudio.

Formulario de participantes

Proyecto de investigación: “Caracterización de sistemas productivos de pupas de mariposas (Lepidoptera: Nymphalidae) para la exportación en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica”

La presente encuesta tiene como objetivo realizar la selección de mariposarios que cuenten con los requisitos básicos para formar parte del proyecto y que tengan interés en ser parte del mismo. La información que usted proporcione será para uso de los investigadores del proyecto y **no será compartida con otros productores**.

Nombre mariposario: _____ Ubicación: _____
Propietario: _____ Encargado: _____
Años de funcionamiento: _____
Destino principal de las pupas producidas
__ Venta de pupas __ Artesanía Otro (Especifique): _____
Realiza fertilización en las plantas hospederas: ____ SI ____ NO
¿Cuál es el estimado de la relación macho-hembra en el su mariposario?:

El control de malezas se realiza:

Sin químicos

Con químicos:

Usted está interesado, en que su mariposario sea parte del proyecto : “Caracterización de sistemas productivos de pupas de mariposas (Lepidoptera: Nymphalidae) para la exportación en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica”

SI ____ NO ____

¿Está usted de acuerdo en que los investigadores realicen visitas frecuentes a su mariposario?

SI ____ NO ____

¿Está usted de acuerdo en que los investigadores, realicen análisis al suelo y plantas hospederas de su mariposario?

SI ____ NO ____

¿Está usted de acuerdo en que los investigadores, capturen 10 individuos hembras y 10 machos de las especies de interés, durante la duración del proyecto para que realicen análisis?

SI ____ NO ____

¿Está usted de acuerdo en que los investigadores, realicen biometrías a las pupas (pesen y midan las pupas) producidas por su mariposario?

SI ____ NO ____

Nombre

Firma

Fecha

Anexo 2. Instrumento aplicado a los productores de mariposas seleccionados en el estudio.

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Sede Santa Clara, San Carlos.

Proyecto: Caracterización de Sistemas Productivos de Mariposas, en el Caribe de Costa Rica.

Toda la información que usted provee en esta encuesta es confidencial, la información no será difundida empleando su nombre o el de su mariposarios.

La información no será compartida con ningún participante de la investigación o productor de mariposas.

Fecha _____

Nombre del mariposario:

¿Cuál es su edad? _____ años.

¿Cuál fue su último año de escolaridad?

Tercer grado de escuela () Sexto grado () tercer año de colegio ()

Bachiller de Colegio () otros () Especifique.

Los ingresos económicos de las mariposas representan para su familia:

100% () 75% () 50% () 25% ()

¿Cuántas personas dependen de la producción de mariposas?

_____ Adultos _____ jóvenes _____ niños

¿Qué otros ingresos económicos tiene usted o su conyugue?

Agricultura () Ganadería () trabajo remunerado () Alquiler ()

Otros ()

¿Cuánto dinero invierten en insumos y peones, electricidad agua (no incluya su salario) por mes en la producción de mariposas?

50 mil o menos () de 50 mil a 100 mil () de 100 mil a 150 mil () más de 150 mil ()

¿Cuántas horas laborales invierte usted y sus colaboradores por semana en la producción y mantenimiento de mariposas? _____ horas.

¿Cuánta área en total tienen sus mariposarios?

Menos de 200 m² () 300 m² () 400 m² () 500 m² () 600 m² () 700 m² ()
)
más de 700 m² ()

¿Posee usted seguro social? Si () No ()

¿A cuántas personas usted le vende pupas?

1 () 2 () 3 () 4 () 5 () más de 5 _____

¿Cuántas pupas le devuelven los compradores por semana?

5 % () 10% () 20% () 30 % () 40 % () 50 % () más de 50
% ()

¿Usted emplea a otra persona en la producción de mariposas?

A nadie () 1 persona () 2 personas () tres personas o más ()

¿Cuántas pupas produce por semana aproximadamente? _____

¿Quién lo ha capacitación para el manejo de las mariposas?

MINAE () Universidad () Regente () Compradores () Otros
productores ()

¿Lleva usted registros de su producción de pupas?

Si () No ()

¿Cuáles de los siguientes químicos aplica en su mariposario?

Abono químico al suelo () abono orgánico al suelo () abono foliar a la
planta () herbicida para control de malezas () fungicidas para el control de
hongos () insecticidas () otro ()

Cuántos días dura un heliconio en:

Huevo _____, en larva _____ en pupa _____

¿Conoce usted la calidad de suelo que hay donde tiene los mariposarios?

Si () No ()

¿Sabe usted que es un parasitoide?

Si () No ()

¿Puede describirlo?

Si () No ()

Anexo 3. Listado de zocriaderos de mariposas del Área de Conservación Tortuguero y su estatus para el año 2016.



SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACION
 ÁREA DE CONSERVACION TORTUGUERO
 GERENCIA DE MANEJO DE RECURSOS NATURALES
 PROGRAMA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE VIDA
 SILVESTRE



viernes, 14 de octubre de 2016

Oficio ACTo-GMRN-VS-159-2016

Señor

Olivier Castro Morales
 Biólogo investigador y extensionista
 Regente de Vida Silvestre
 Instituto Tecnológico de Costa Rica,
 Sede de San Carlos.

Asunto: Listado de mariposarios activos de ACTo su ubicación y estado.

Estimado Investigador:

En atención a la solicitud formal fechada el día 05 de octubre del 2016, donde solicita indicar la cantidad de mariposarios inscritos y la ubicación de estos procedo a remitirle el siguiente cuadro con la información solicitada.

Cuadro 1: listado de zocriaderos inscritos en ACTo.

Apoderado Legal	Distrito	Dirección	Estado
Arguedas Briseño Oliveiro 7-084-850	Rio Jiménez	Del cruce de Cartagena 800 mts Norte y 500 mts Oeste y 400 mts Norte	Activo
Alvarado Pereira Rodolfo 3-481-960	Rio Jiménez	300 mts Norte de la entrada a Cartagena	Inactivo
Alvarado Chavarria Anny	Rio Jiménez	Entrada a Cartagena 1 km al Oeste y 350 mts al Sur.	Inactivo
Arce Benavides Gregorio 4-088-425	Guácimo	Barrio Africa	Activo
Arguedas Briseño Raúl 7-113-886		Del Cruce de Cartagena, 800 mts Norte y 500 mts Oeste, 400 mts Norte	Inactivo
Arias Moya Carlos Luis 2-326-554	Carari	Astua Pirie, 50 Oeste de la Iglesia Evangélica	Activo





SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN
 ÁREA DE CONSERVACIÓN TORTUGUERO
 GERENCIA DE MANEJO DE RECURSOS NATURALES
 PROGRAMA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE VIDA
 SILVESTRE



Barrientos chacón Mauricio 701050570	Guácimo	Barrio la clínica, Guácimo	Inactivo
Badilla Umaña Shirley 6-285-121	Guácimo	600 mts del taller Transval	Activo
Brenes Brenes Mario Jorge 7-0088-0218	Río Jiménez	El Tajo, Río Jiménez. 50 mt Norte de la esquina Noroeste de la plaza de San Luis de Guácimo	Activo
Bello Montoya Alexander 5-203-898	Guácimo	Barrio la Ciancha	Activo
Bolaños Herrera Nisida 5-173-007	Carari	Astua Pine	Activo
Brenes Brenes José Rodolfo 7-720-123	Guácimo	50mts este del AyA	Activo
Brenes Gómez Elizabeth 1-371-451	Guápiles	500 mts sur y 300 mts este de la compañía Mundimar Suere	Inactivo
Brenes Umaña Sonia 7-171-844	Jiménez	Calle 6, de Jiménez Pococi	Inactivo
Cambronero Vásquez José Manuel 7-096-636	Guácimo	75 mts noroeste de la Escuela el Hogar	Inactivo
Chacón Brenes Jesús 7-063-854	Guácimo	De la entrada al uno de Guácimo 800 mts al oeste camino al bosque	Activo
Chacón Jiménez Odette 3-205-102	Jiménez	Barrio el Jardín , Río Jiménez, de la pista de Río Jiménez 400 al este	Activo
Chacón Jiménez Rosa 7-057-443	Jiménez	Barrio el Jardín , Río Jiménez, de la pista de Río Jiménez 300 mts al este.	Activo
Chinchilla Obando Diana 1-1208-490	Río Jiménez	Barrio Cartagena	Activo
Colegio Técnico Profesional 3-008-061071	Guápiles	Colegio Técnico Profesional de Pococi	Inactivo
Castillo Cordero Carlos 7-078-772	Guápiles	Barrio los Diamantes, 500 mts este del cruce Bar Montecarlo, Carretera vieja a Jiménez	Activo



2 / 7

Dirección
 Tel. (505) 2715-3329 Fax: (505) 2862710-7072 Ujales, 228-7210, Ujales, Costa Rica
www.minae.gob.cr





SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN
 ÁREA DE CONSERVACIÓN TORTUGUERO
 GERENCIA DE MANEJO DE RECURSOS NATURALES
 PROGRAMA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE VIDA
 SILVESTRE



Cordero Fallas Grace 7-088-710	Guácimo	1 km norte y 1 km oeste del cruce de Cartagena de Guácimo	Activo
Cordero Fallas Olga 7-068-647	Río Jiménez	Del colegio 400 mts al norte y 200 mts al este y 100 mts al norte.	Activo
Cordero Perras Rosalina 7-043-760	Guápiles	Barrio Cruce Losilla, La Colonia.	Inactivo
Coto Cortez Adrián 7-118-578	Jiménez	Del cruce a Cartagena, 150 mts hacia Río Jiménez	Activo
Coto Cortez Roy 7-127-076	Río Jiménez	Del cruce de Cartagena 200 mts norte sobre la pista hacia Río Jiménez	Activo
Dada Fumero Rodolfo 1-582-033	Guácimo	Restaurante La Selva	Activo
Elzondo Marín Marvin 3-277-363	Río Jiménez	El Uno camino al Bosque, de Solgas 1 km al este	Activo
Flores Flores Jose Aristides 220374013548	Guácimo	Barrios los Naranjos, Guácimo	Activo
Flores Céspedes Audel 7-087-148	Guácimo	75 mtr este del centro de nutrición de San Luis de Guácimo	Activo
Flores Oviedo María del Rosario 4-131-510	Guácimo	Cruce, Cartagena, Guácimo	Inactivo
Floft Larín Jimmy 1-637-436	Guápiles	De la Escuela de Buenos Aires 600 mts sur, casa a mano derecha con portón de malla verde	Activo
González Arias Francisco 1-444-081	Guácimo	Barrio Socorro, Río Jiménez, 500 mts del panteón del Tajo.	Activo
Gutiérrez Cordero Maritza 7-126-253	Guácimo	San Luis de Guácimo	Activo
Gutiérrez Cordero Raquel 7-0165-0634	Guácimo	50 metros oeste del salón el progreso.	Inactivo
Gutiérrez Cordero Eida María	Guápiles	Parcela 5, 500 metros oeste del salón comunal	activo



Tel.: (505)2719-3327 Fax: (505) 2862710-7672 (ext. 2287270), Limón, Costa Rica
www.minae.gub.cr



CONSERVANDO UN PAÍS VERDE



SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN
ÁREA DE CONSERVACIÓN TORTUGUERO
GERENCIA DE MANEJO DE RECURSOS NATURALES
PROGRAMA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE VIDA
SILVESTRE



Gutiérrez Cordero Sonia María 7-0107-0159	Guácimo	50 metros oeste del salón el progreso.	Activo
Gutiérrez Cordero Ronald 7-122-539	Guácimo	500 mtr antes de la escuela de San Luis de Guácimo	Inactivo
Gutiérrez Cordero Ligia 7-890-154	Guápiles	Asentamiento Losilla, San Rafael de la Colonia, Pococi, Limón	Activo
Gutiérrez Villareal Juan José 7-080-638	Río Jiménez	Río Jiménez, 250 mts al oeste del Abastecedor Andreita, segunda calle a mano izquierda.	Inactivo
Gutiérrez Villareal Víctor 6-083-871	Guápiles	La colonia, asentamiento losillas Barrio San Bosco.	activo
Gutiérrez Cordero Marisol 7-100-405	Guápiles	800 mts oeste de la entrada Barrio Losilla, San Bosco, La Colonia.	Activo
Guzmán Gamboa Myriam 7-085-370	Río Jiménez	1,5 km al sur de la finca el Porjón, Carambola	Activo
Guzmán Gamboa Olga 7-740-668	Guácimo	Frente a la plaza de San Luis	Activo
Guzmán Montero José Ángel 7-105-348	Guácimo	Barrio Cruce Cartagena	Activo
Jiménez Alvarado Freddy 1-697-691	Jiménez	San Martín, 400 mts al Norte del Abastecedor el Tigre	Activo
Jiménez Álvarez Níger	Guácimo	50 mtrs norte y 800 este del salón el progreso.	Activo
Jiménez Vargas Jorge 9-056-574	Jiménez	200 mts este del cruce Suere, Calle 6	Inactivo
Lange Eduardo 7-101-823	Guácimo	1 km norte y 1 km oeste del cruce de Cartagena de Guácimo	Activo
Madrigal Brenes José Gabriel 7-061-519	Jiménez	Suere de Jiménez, 3 km sur del cruce de Jiménez, contiguo al restaurante Remembranzas.	Activo





SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN
 ÁREA DE CONSERVACIÓN TORTUGUERO
 GERENCIA DE MANEJO DE RECURSOS NATURALES
 PROGRAMA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE VIDA
 SILVESTRE



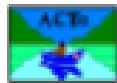
Mejía Valladares Patricia 1-807- 424	Guácimo	De COOPRO Palmito 250 mts norte y 250 sudoeste.	Activo
Monera Fajardo Isabel	Río Jiménez	Cartagena 1 km al norte y 1300 metros Oeste	Activo
Mendes Monge Lidio	Guácimo	GPS.248003-578608	Activo
Mendoza Montero Dagoberto	Jiménez	Jiménez de Pococi	Activo
Moncada Montes Yesenia María 6-261-273	Río Jiménez	Río Jiménez, El Tajo. De la plaza del Tajo 500 metros oeste y 350 norte frente finca Valle Verde.	Activo
Otárola Flores Elsa 1-587- 040	Guácimo	75 mts este del centro de nutrición de San Luis	Activo
Otárola Flores Héctor 7-080- 459	Guácimo	75 mts este del centro de nutrición de San Luis	Activo
Otárola Flores Marvin 7-087- 148	Guácimo	75 mts este del centro de nutrición de San Luis	Activo
Otárola Flores Odri 9-100- 486	Guácimo	75 mts este del centro de nutrición de San Luis	Activo
Otárola Flores Oliver 7-094- 681	Guácimo	75 mts este del centro de San Luis	Activo
Panigua Murillo Rodolfo 6-060-183	Río Jiménez	Cartagena, El Bosque	Activo
Panigua Zuñiga Seydi 6-253-697	Río Jiménez	Cartagena, El Bosque	Activo
Papáote Herankin S.A 3-101-563350	Guápiles	Calle Vindas, la Unión de Guápiles	Inactivo
Ramirez Chacón Rodolfo 1-670- 345	parismina	100 metros norte y 400 este del Bar Las Brisas	Inactivo
Ramirez Chacón Sandra 7-114- 900	Guápiles	Barrío Losilla San Bosco	Activo
Riso Leiva Digna 7-111- 467	Río Jiménez	400 mts este y 300 mts sur del cruce del el tajo	Activo



7
 Dirección
 Tel. (505)2718-2828 Fax: (505) 2842710-70-72 (púb.) 228-7210, Limón, Costa Rica
www.minae.gob.cr



CONSERVANDO
 UN PAÍS VERDE



SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN
 ÁREA DE CONSERVACIÓN TORTUGUERO
 GERENCIA DE MANEJO DE RECURSOS NATURALES
 PROGRAMA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE VIDA
 SILVESTRE



Rodríguez Loria Gerardo 1-992-804	Caritari	La Lucha parcela #14	Activo
Rodríguez Marín Luz 1-527-257	Guácimo	Carretera a Limón 1.8 km del Puente del Río Parismina	Activo
Rodríguez Picado María de Los Angeles 9-082-383	Guácimo	Barrio las Aneías	Activo
Rojas De Jesús Lucía 121400023335	La Rita	San Gerardo de Ticaban, Finca 9, 50 mts este del Bar Peraza	Activo
Ruiz Barrantes Leebin 4-132-654	Guácimo	El Bosque, Frente a la planta empaquetadora La Bonita	Activo
Ruiz Esquivel Alvaro 5-203-723	Guácimo	175 mts sur de la entrada de la escuela de La Guana de Guácimo de Limón	Activo
Salazar Meza Johnny 7-095-802	Guápiles	Barrio Losilla San Bosco de Guápiles.	Activo
Salazar Torres Oscar 7-057-736	Guácimo	2 km Este de la Escuela del Aguacate, Pulpería Moisés 150 mts Norte, El Bosque Guácimo	Activo
Sánchez Salas Rose Mary 7-089-757	Guácimo	Río Jiménez, Frente Antiguo Costa Flores, Calle Río Jiménez	Inactivo
Slack Gómez Maurini 7-074-399	Guácimo	300 mts Norte y 100 mts Oeste de la clínica de la caja del seguro social	Activo
Ugalde Molina Ángela 7-056-233	Guácimo	300 mts Oeste de la Escuela de Cartagena	Activo
Universidad EARTH	Pocora Guácimo	Pocora, Guácimo	Activo
Vargas Vargas Roxella 3-247-960	Jiménez	Suere de Jiménez, 3 km sur del cruce de Jiménez, contiguo al restaurante Remembranzas,	Inactivo
Villareal Falas Elizabeth 7-109-100	Guácimo	75 mts este del centro de nutrición de San Luis	Activo
Zuñiga Rojas Vitalina 3-106-350	Guácimo	Guácimo centro 100 mts Oeste del AyA	Inactivo

Fuente: ACTO, 2016





SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN
 ÁREA DE CONSERVACIÓN TORTUGUERO
 GERENCIA DE MANEJO DE RECURSOS NATURALES
 PROGRAMA DE MANEJO Y CONSERVACIÓN DE VIDA SILVESTRE



Es importante mencionar que esta dependencia considera de suma importancia conocer los resultados de esta investigación por lo que se solicita que sea remitida a esta oficina al correo electrónico joaquin.vargas@sinac.go.cr

Sin más que agregar por el momento y muy cordialmente.

José Joaquín Vargas Mora
 Bach. José Joaquín Vargas Mora
 Encargado Programa de Manejo de Vida Silvestre



JMBC: ACTO-GMRN-VS-159-2016. Oficio Castro Montes, Información: MIP/2016/007.08.2016

C. Ux. Miguel Ángel Morcón, Encargado de Recursos Naturales, ACTO-SIVAC

ACTA DE NOTIFICACION

En el lugar conocido como _____, al ser las _____ horas con _____ minutos, de día _____ del mes _____ de año _____, se proceda a notificar la resolución _____ al señor_(a) _____ personalmente _____ o por medio de fax número _____

Nombre y firma de la persona que recibe _____

Firma del funcionario que notifica _____

OBSERVACIONES: _____



Anexo 4. Resultados de instrumento aplicado a productores de mariposas de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

Cuadro 7. Principales respuestas del instrumento aplicado a los productores de mariposas seleccionados en el estudio, de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

Productor	Ubicación		Provincia	Cantón	Pregunta							
	Latitud N.	Longitud O.			¿Edad del productor?	¿Escolaridad?	¿La producción de pupas representa ingresos para la familia de:?	¿Seguro Social?	¿Producción de Pupas/semana?	¿Devolución de pupas?	¿Conoce calidad de suelo?	¿Lleva registro del Mariposario?
1	10°11'14.47"	83°34'12.09"	Limón	Siquirres	43	VI	50%	Si	800	20%	No	Si
2	10°11'11.24"	83°34'17.02"	Limón	Siquirres	30	VII	100%	No	400	40%	No	No
3	10°15'1.00"	83°40'14.21"	Limón	Guácimo	37	IV	100%	Si	700	40%	No	Si
4	10°14'8.39"	83°40'12.76"	Limón	Guácimo	45	III	50%	Si	50-200	40%	No	solo venta
5	10°15'1.51"	83°38'59.17"	Limón	Guácimo	40	VI	25%	Si	200	40%	No	No
6	10°15'24.92"	83°39'32.3"	Limón	Guácimo	56	VI	25%	Si	50-100	20%	No	Si
7	10°16'44.9"	83°48'56.72"	Limón	Pococí	32	VI	100%	No	1000	30%	No	Si
8	10°16'49.9"	83°49'27.7"	Limón	Pococí	47	VI	50%	Si	400	40%	No	No
9	10°16'46.5"	83°49'31.7"	Limón	Pococí	44	VI	100%	Si	500	5%	No	No
10	10°18'10.54"	83°54'13.69"	Heredia	Sarapiquí	46	III	100%	Si	100-200	20%	No	No

Anexo 5. Zoocriaderos de mariposas típico de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.



Figura 3. Estructura externa típica de un zoocriadero de mariposas en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. (2017).



Figura 4. Estructura interna de un zoocriadero de mariposas y distribución de plantas hospederas en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. (2017).

Anexo 6. Instrumentos y técnicas utilizadas en la biometría de mariposas en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.



Figura 5. Sistema de medición de las pupas de mariposas para la caracterización de los sistemas productivos de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica (2017).



Figura 6. Metodología utilizada para la medición de las alas y el abdomen de las mariposas adultas en los zoológicos de mariposas de la Región Huetar Atlántica (2016).

Anexo 7. Correo electrónico recibido para hacer algunas correcciones al artículo científico Caracterización biométrica de cuatro especies de mariposas del género *Heliconius* (Lepidoptera: Nymphalidae) producidas en zocriaderos de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.



Anexo 8. Planos de los zocriaderos estudiados en la Región Huetar Atlántica de Costa Rica.

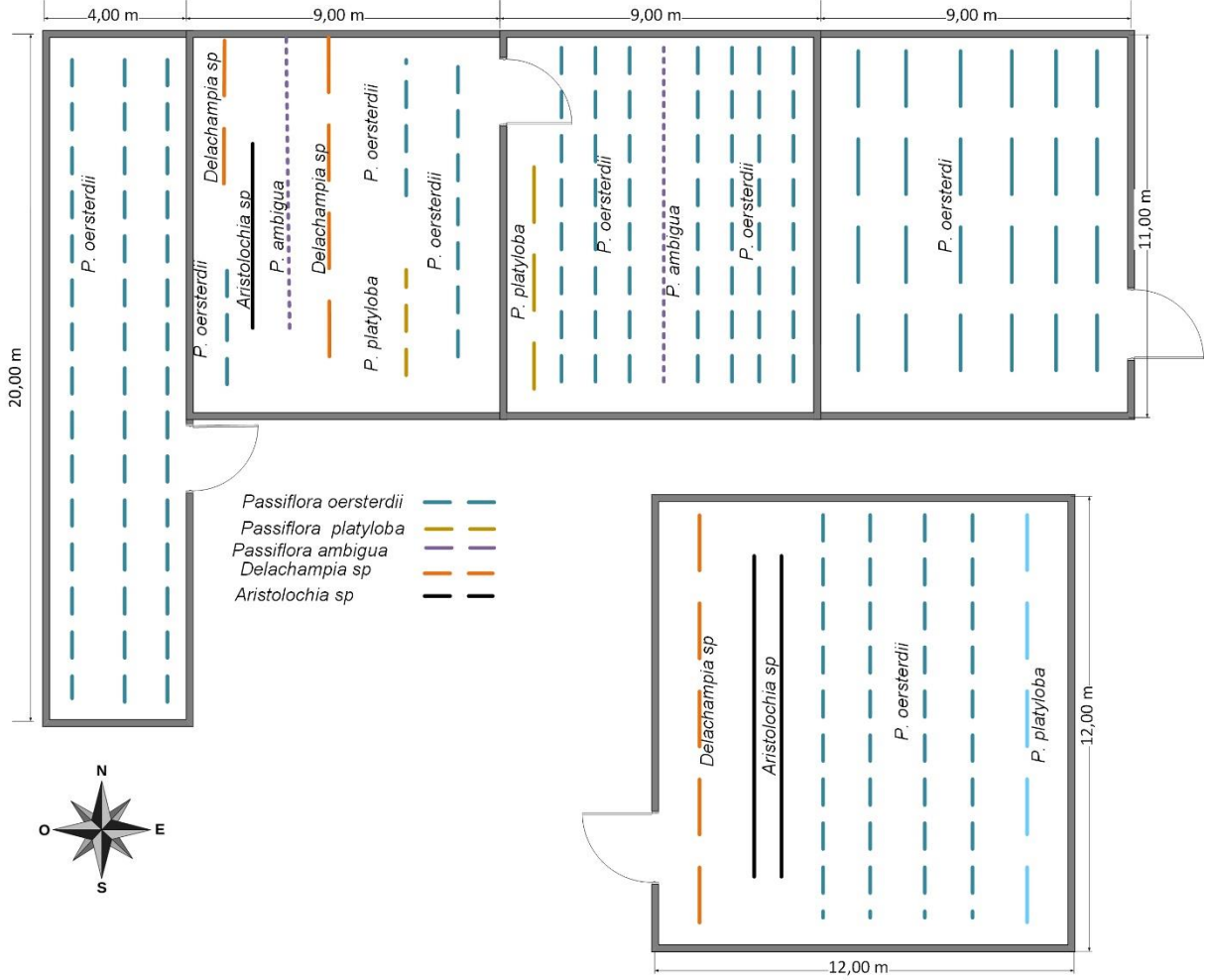


Figura 7. Plano de los zocriaderos de mariposas del productor 1. De la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. (2016).

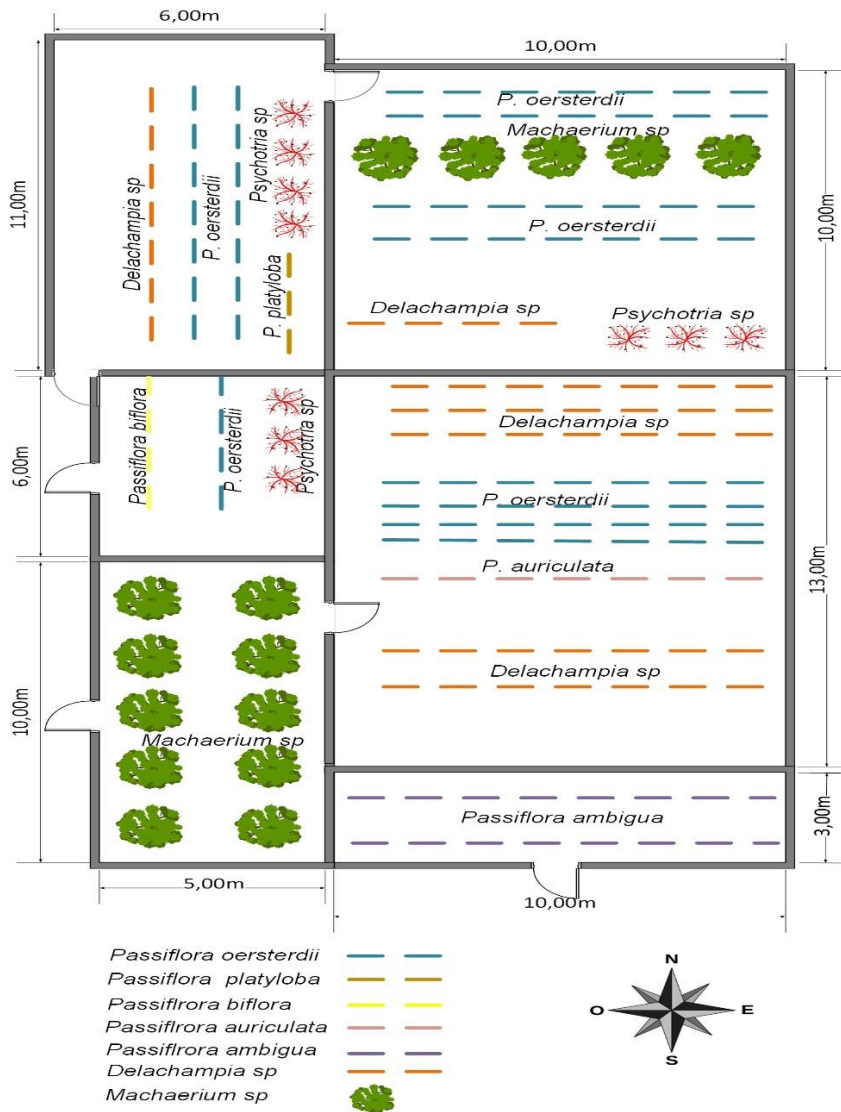


Figura 8. Plano de los zoocriaderos de mariposas del productor 2. De la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. (2016).

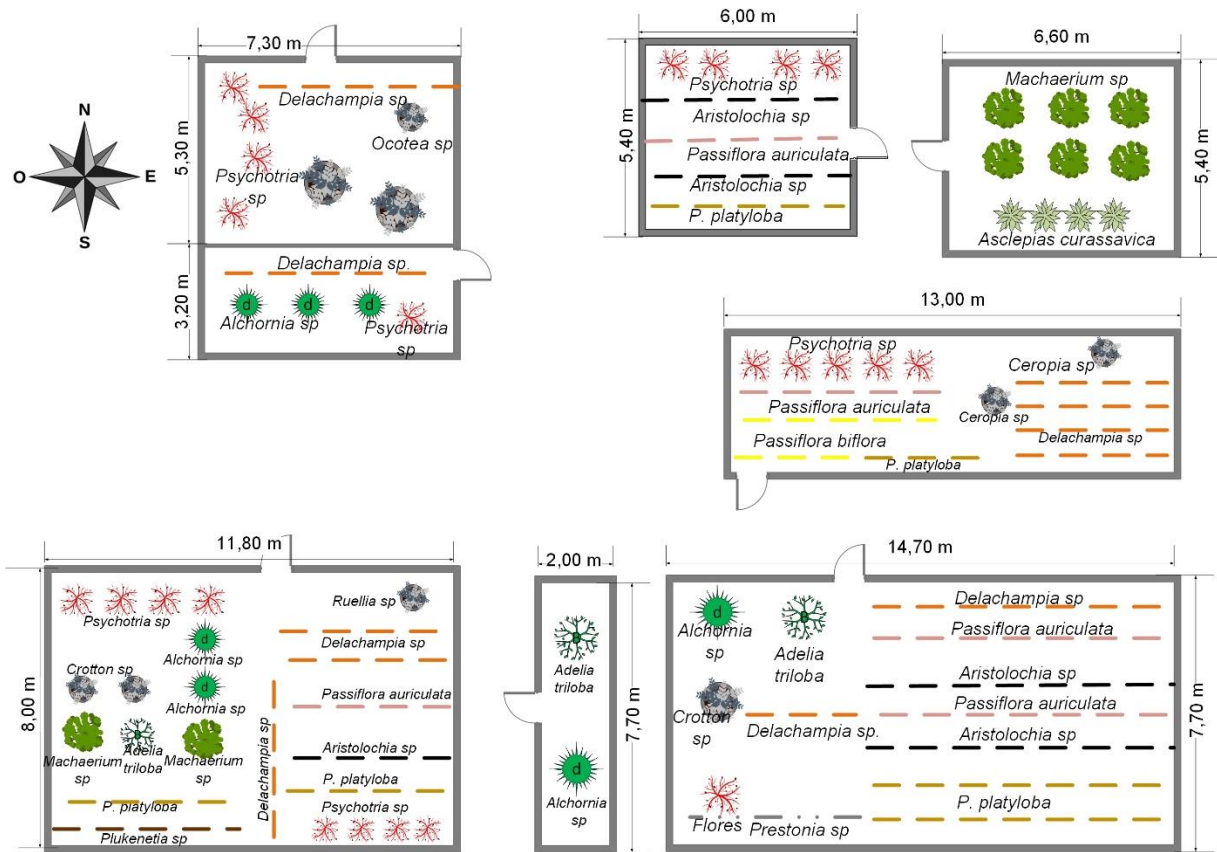


Figura 9. Plano de los zocriaderos de mariposas del productor 3. de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. (2016).

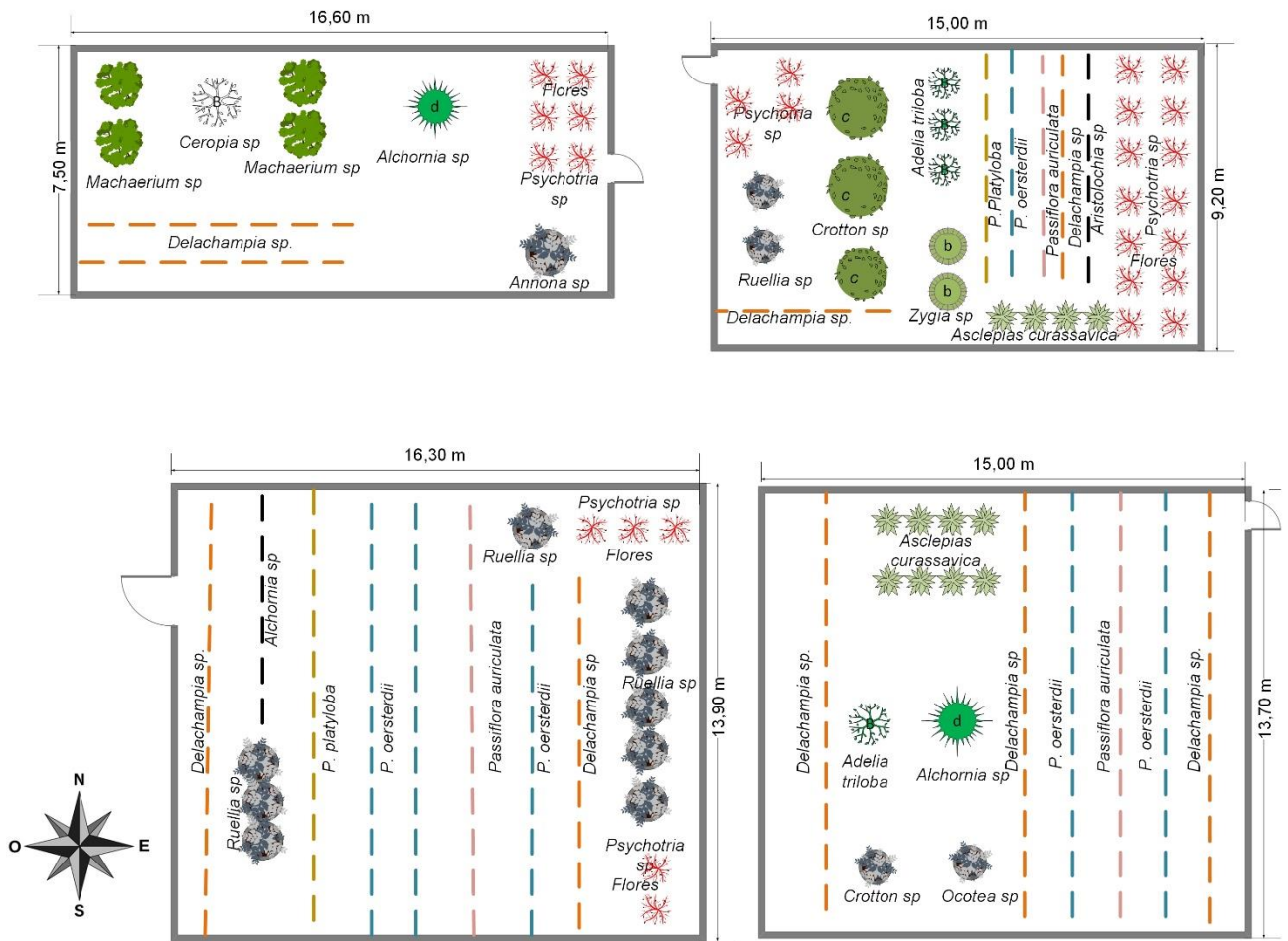


Figura 10. Plano de los zocriaderos de mariposas del productor 4. de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. (2016).

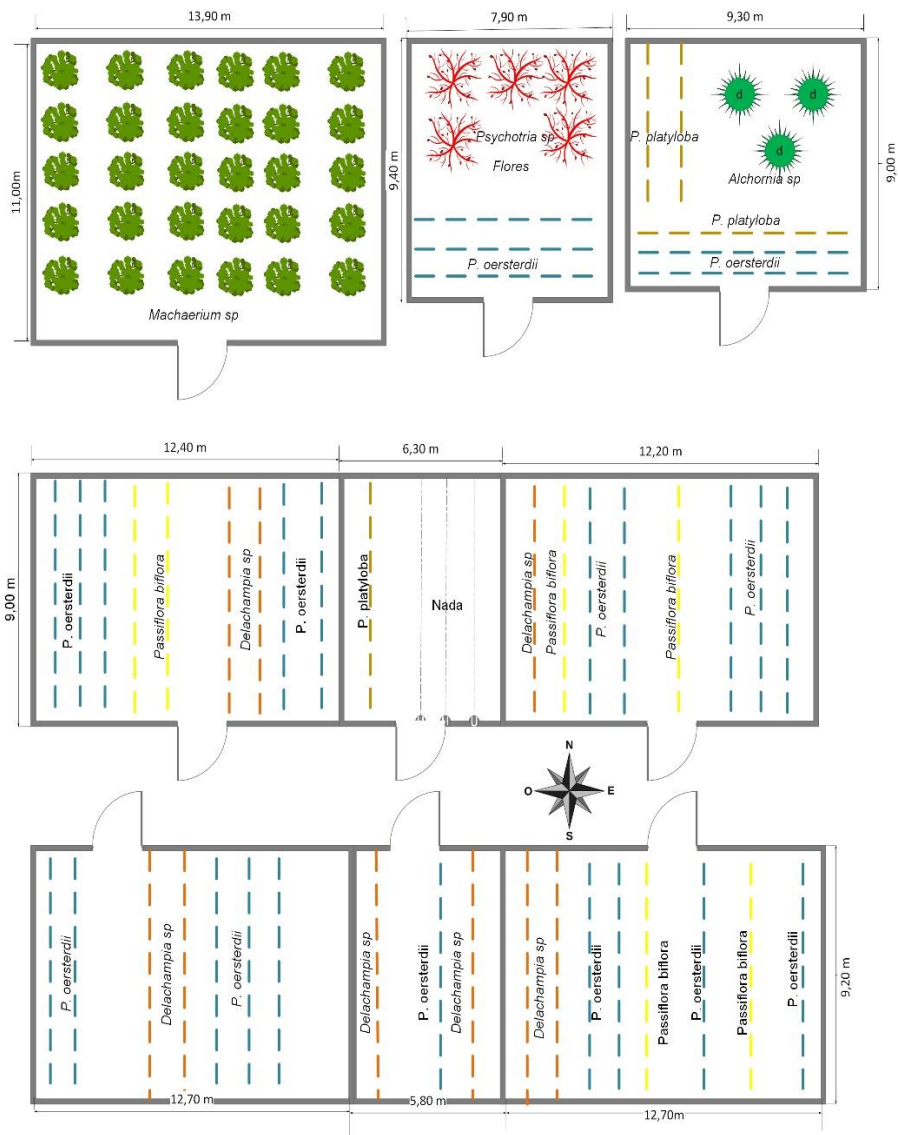


Figura 11. Plano de los zoocriaderos de mariposas del productor 5. de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. (2016).

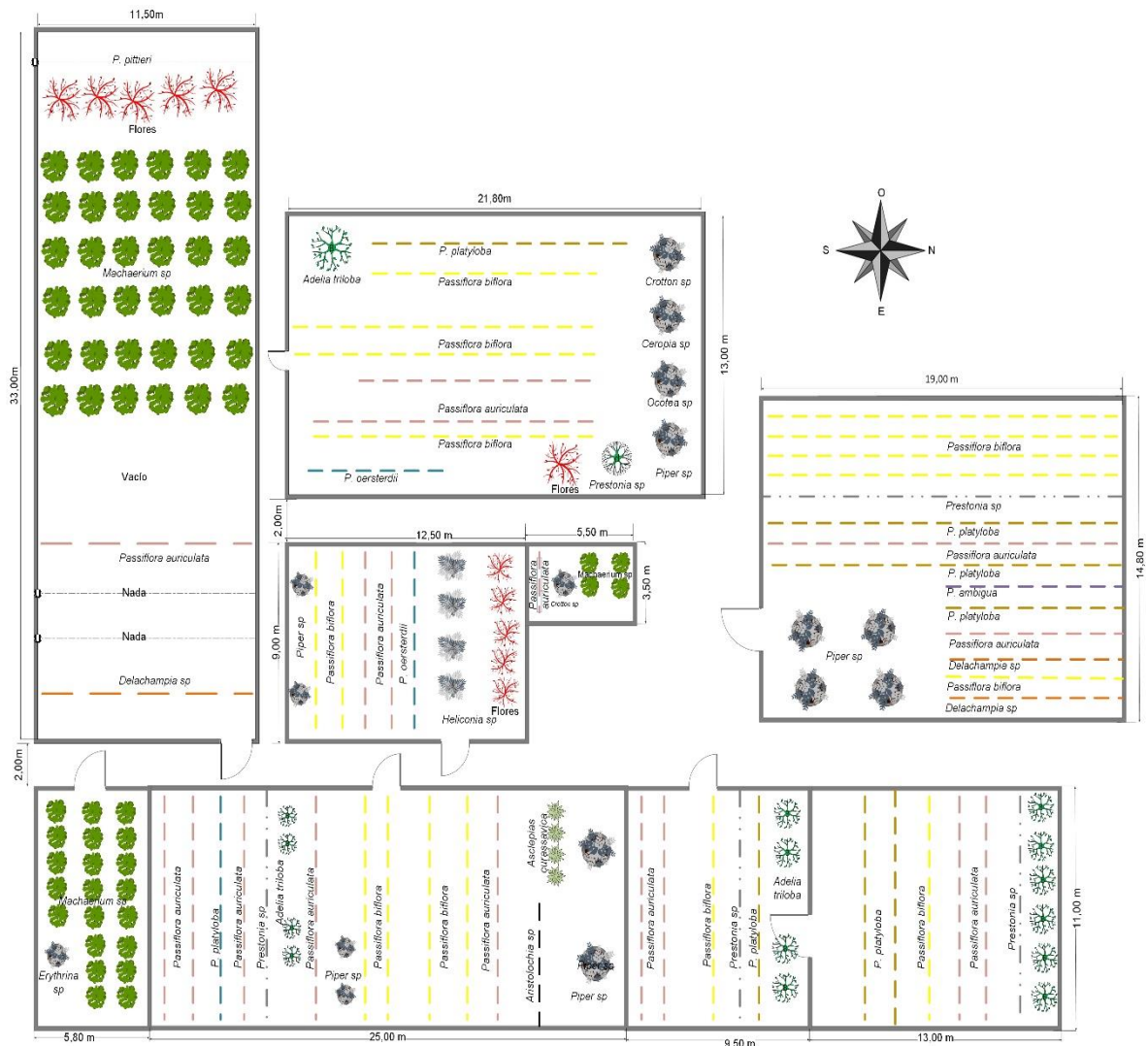


Figura 12. Plano de los zocriaderos de mariposas del productor 6. de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. (2016).

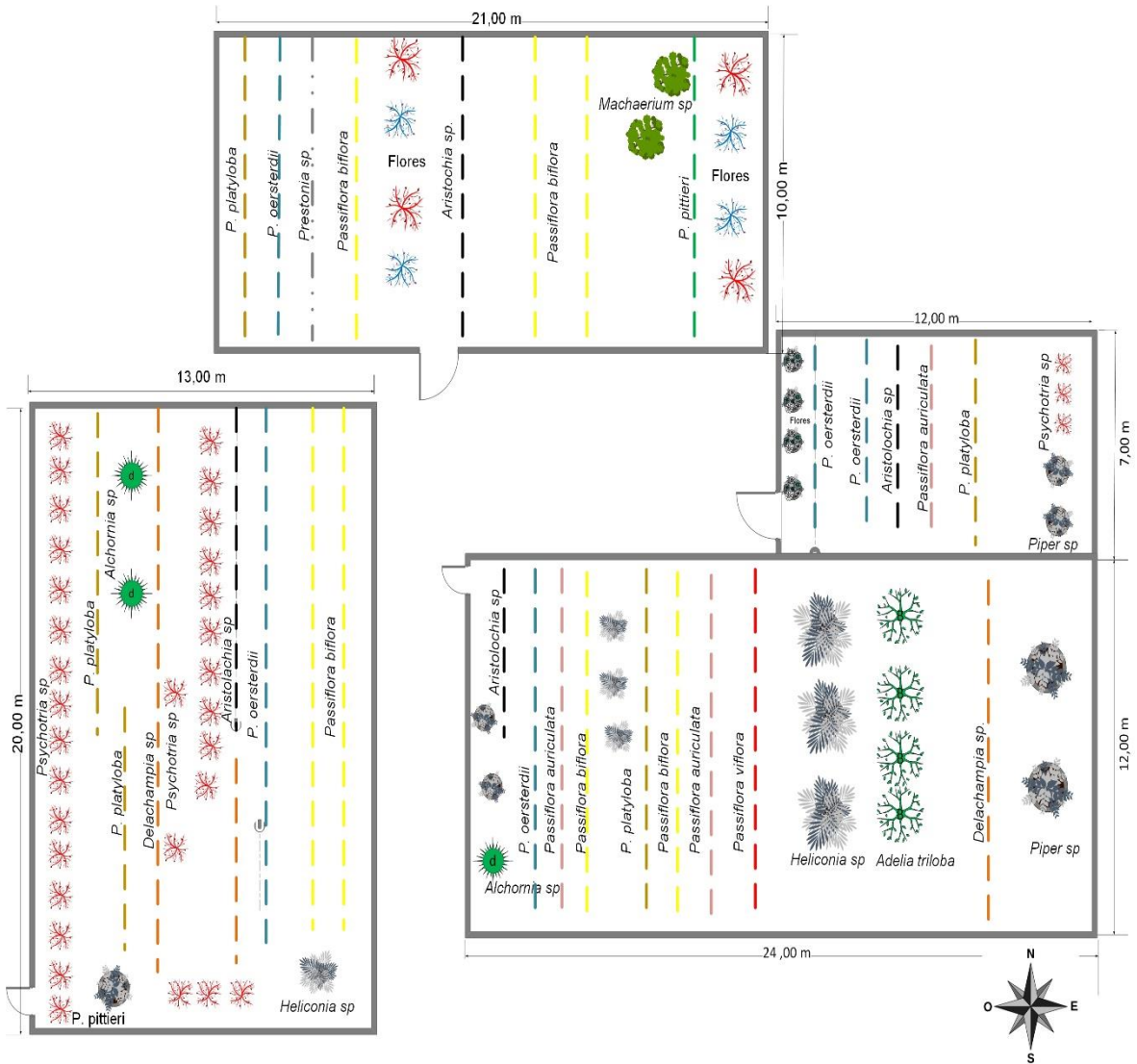


Figura 13. Plano de los zocriaderos de mariposas del productor 7. de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. (2016).

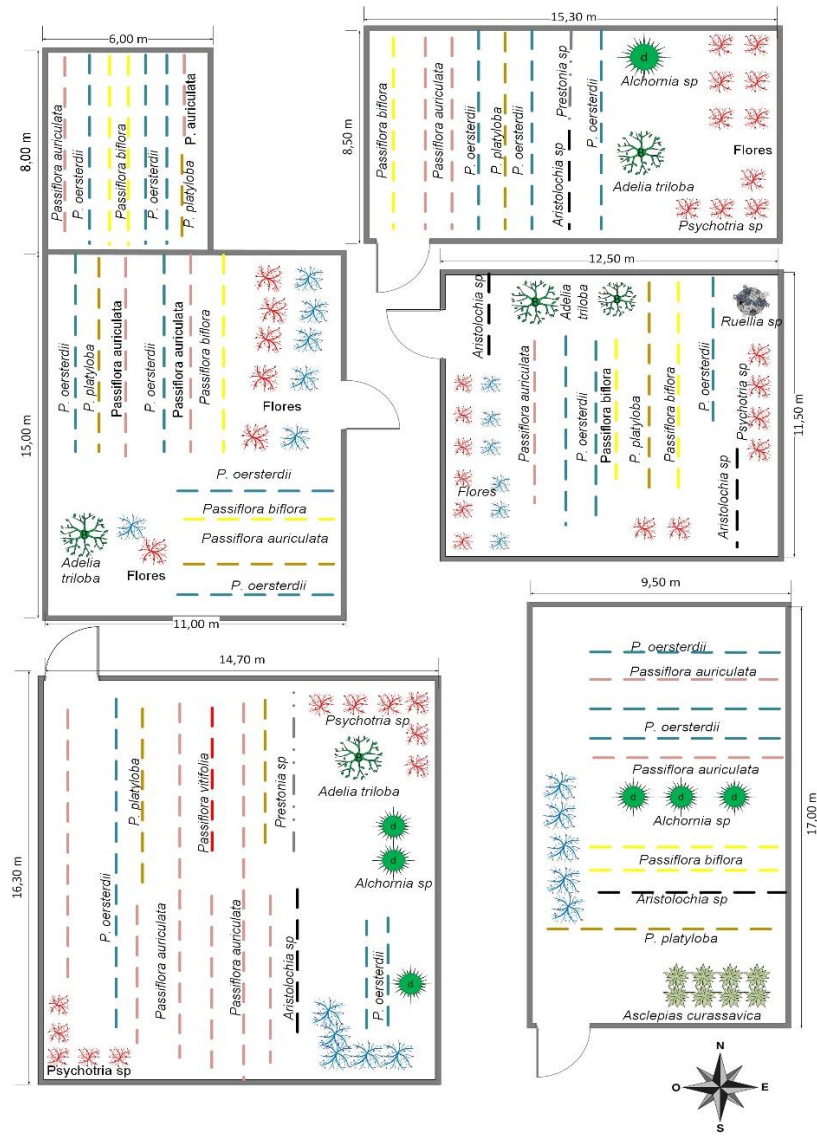


Figura 14. Plano de los zoocriaderos de mariposas del productor 8. de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. (2016).

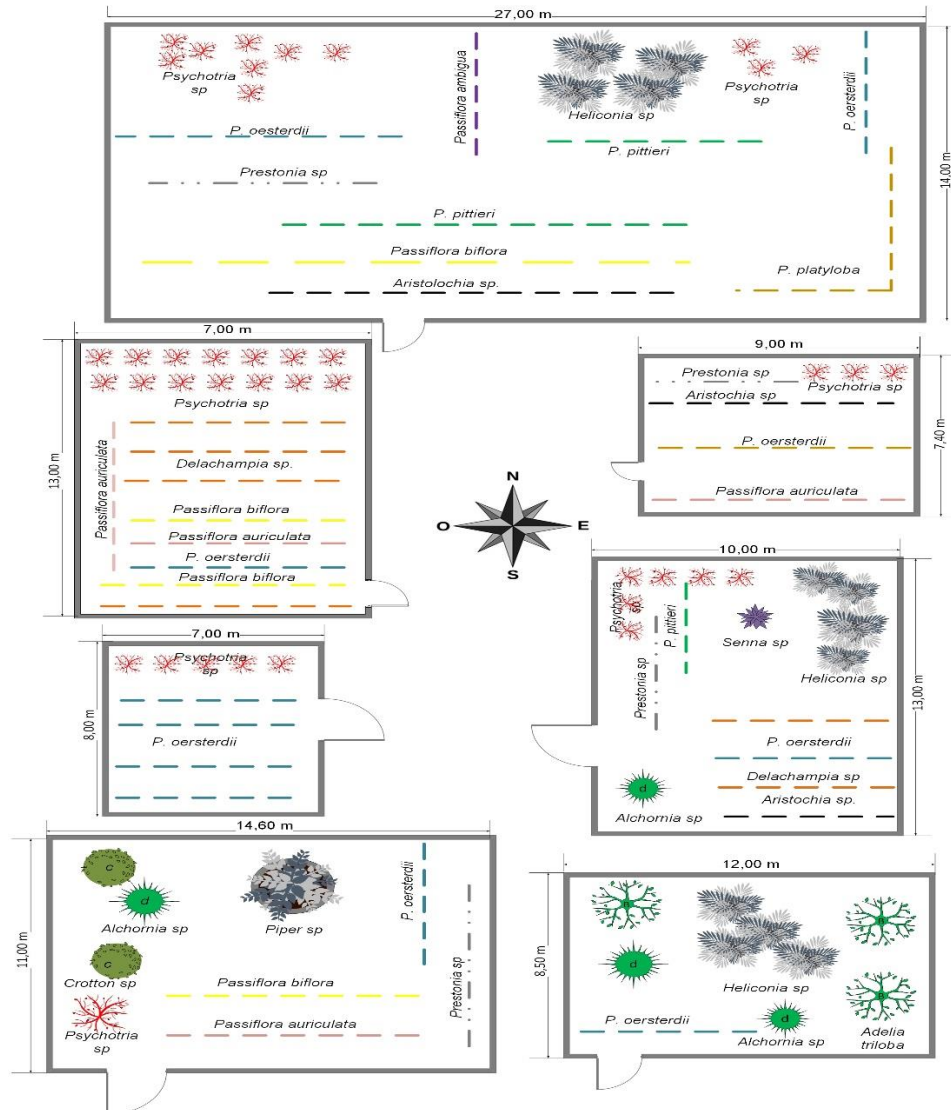


Figura 15. Plano de los zocriaderos de mariposas del productor 9. de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. (2016).

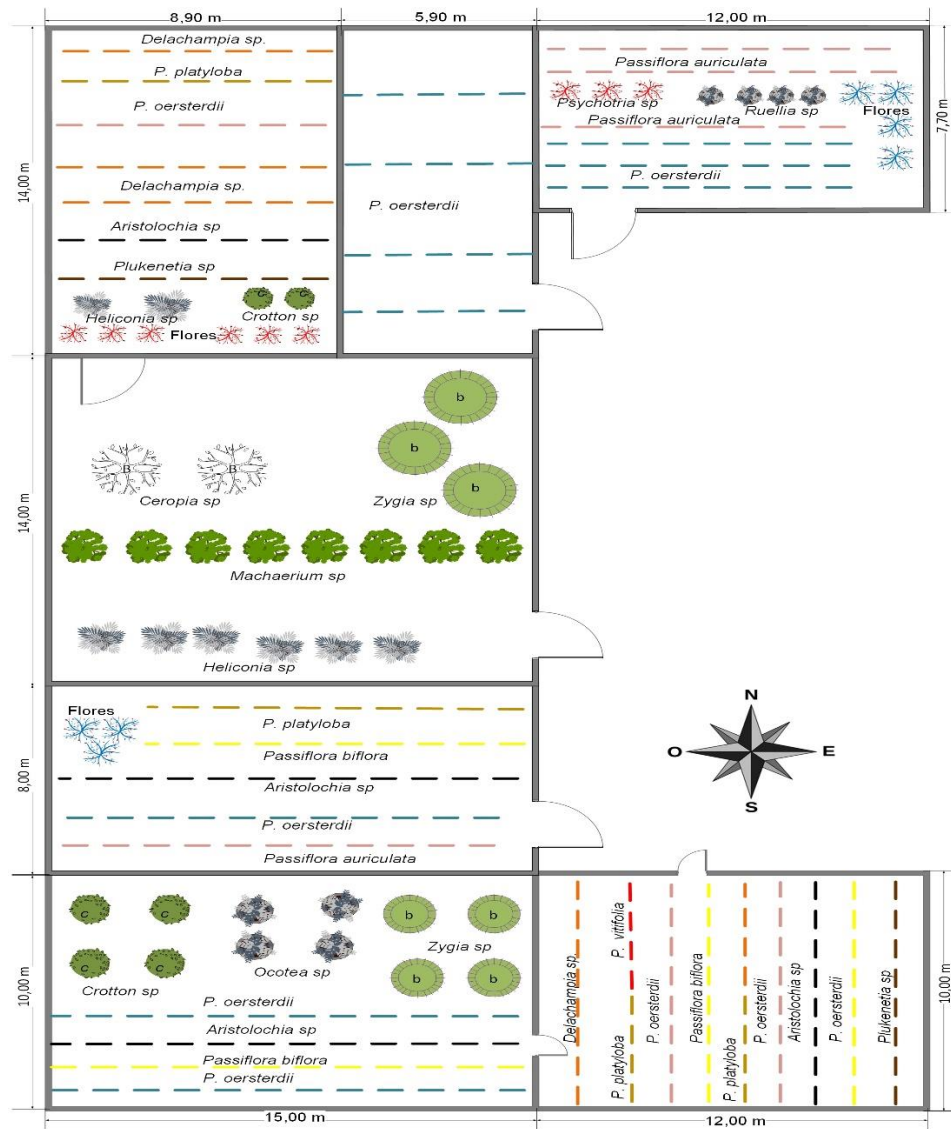


Figura 16. Plano de los zoocriaderos de mariposas del productor 10. de la Región Huetar Atlántica de Costa Rica. (2016).