

PROGRAMA

“USO SOSTENIBLE DE LOS COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN CUBA”

TÍTULO DEL PROYECTO

“BIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA DEL MACIZO NIPE-SAGUA-BARACOA”

CÓDIGO: P-211-LH-005-017

INSTITUCIÓN EJECUTORA: Centro de Desarrollo de la Montaña (CDM)

FECHA DE TERMINACIÓN: Diciembre/2018

ÍNDICE

	págs
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2-3
MATERIALES Y MÉTODOS	4
1. Caracterización socioeconómica de agroecosistemas de montaña	4-6
2. Caracterización de la biodiversidad agrícola	7
3. Estructura y diversidad de la vegetación leñosa en agroecosistemas de Montaña	7-12
4. Diversidad de orquídeas epífitas en agroecosistemas de montaña	12-15
5. Caracterización de la biodiversidad (anfibios, hormigas, escarabajos y Aves) en agroecosistemas productivos de montaña	15-21
6. Manejo, salud de los cultivos y el suelo y funcionamiento de agroecosistemas productivos de montaña	21-29
7. Variación peptidómica del veneno del escorpión <i>Rhopalurus junceus</i> en el sector fitogeográfico Moanicum del oriente de Cuba	29-42
8. Caracterización del recurso agua en la región de estudio	42-44
9. Evaluación de las potencialidades agrobiológicas de los componentes de la flora en agroecosistemas productivos de montaña	44-50
10. Evaluación de fuentes alternativas de alimentos potencialmente utilizables en la alimentación animal en agroecosistemas productivos de montaña y recomendaciones para la elaboración de dietas alternativas	50-51
11. Trazabilidad de la cultura agroproductiva de las comunidades de montaña	51
12. Caracterización de las redes de participación, relaciones y papel de género.	52-53
13. Caracterización de la percepción y el manejo de la biodiversidad por los actores sociales	53
14. Acciones de educación ambiental a través de intercambio de experiencias entre los diferentes actores sociales	53-54
RESULTADOS	
1. Caracterización socioeconómica de agroecosistemas de montaña	55-60
2. Caracterización de la biodiversidad agrícola	61-73
3. Estructura y diversidad de la vegetación leñosa en agroecosistemas de Montaña	73-83
4. Diversidad de orquídeas epífitas en agroecosistemas de montaña	83-95

	págs
5. Caracterización de la biodiversidad (anfibios, hormigas, escarabajos y Aves) en agroecosistemas productivos de montaña	95-116
6. Manejo, salud de los cultivos y el suelo y funcionamiento de agroecosistemas productivos de montaña	116-145
7. Variación peptidómica del veneno del escorpión <i>Rhopalurus junceus</i> en el sector fitogeográfico Moanicum del oriente de cuba	145-179
8. Caracterización del recurso agua en la región de estudio	179-182
9. Evaluación de las potencialidades agrobiológicas de los componentes de la flora en agroecosistemas productivos de montaña	182-192
10. Evaluación de fuentes alternativas de alimentos potencialmente utilizables en la alimentación animal en agroecosistemas productivos de montaña y recomendaciones para la elaboración de dietas alternativas	192-201
11. Trazabilidad de la cultura agroproductiva de las comunidades de montaña	201-211
12. Caracterización de las redes de participación, relaciones y papel de género.	211-227
13. Caracterización de la percepción y el manejo de la biodiversidad por los actores sociales	227-233
14. Acciones de educación ambiental a través de intercambio de experiencias entre los diferentes actores sociales	233-238
CONCLUSIONES	239-243
ANEXOS	244-268
BIBLIOGRAFÍA	269-288

RESUMEN

Una de las tendencias promisorias para enfrentar el manejo y la conservación de los recursos naturales y en especial de la diversidad biológica lo constituye sin dudas el establecimiento y desarrollo de sistemas productivos agroecológicos y sostenibles, como son los sistemas agroforestales tradicionales. El proyecto se ejecutó en el periodo 2016-2018 en importantes áreas de interés para la conservación de la biodiversidad en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa y tuvo como objetivo “Promover la conservación y la gestión sostenible de la biodiversidad y otros recursos naturales en agroecosistemas de montaña”. El estudio se abordó de forma multidisciplinaria y abarcó 7 localidades, en 4 municipios en las provincias Guantánamo y Holguín y, sistemas agroforestales de café, cacao, coco y silvopastoril en más de 40 fincas campesinas. Los resultados alcanzados se relacionan con la caracterización integral y la salud ecológica de estos agroecosistemas, con énfasis en especies funcionales de la flora y la fauna (árboles, orquídeas, anfibios, hormigas, coleópteros y aves). Adicionalmente se presentan los resultados de estudios de genética poblacional y de la conservación de escorpiones; y del potencial agrobiológico y medicinal de especies de la flora. De igual forma se abordan resultados de estudios de diversidad agrícola y recomendaciones para la elaboración de dietas para nutrir aves y cerdos en los patios campesinos. Por último, se exhiben los resultados de estudios de investigaciones sociales que abarcaron la cultura agroproductiva en comunidades de montaña; las redes de participación, relaciones y papel de género; la percepción y el manejo de la biodiversidad por los actores sociales y acciones de educación ambiental.

INTRODUCCIÓN

Debido a la dominancia de los sistemas agropecuarios, la mayoría de las modificaciones de su manejo, incluso los que parecen insignificantes, pueden repercutir en la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales (Tilman *et al.* 2002). Por ello, un reto sumamente importante en el siglo XXI es entender el impacto de diferentes estrategias de manejo de cultivos sobre la conservación de la biodiversidad y la productividad, así como alcanzar un balance sustentable entre ambas (Vandermeer *et al.* 1998, Tilman *et al.* 2002).

Con el impulso de la Revolución Verde (iniciada en la década de 1950) se identificó una crisis profunda en la agricultura moderna, fue entonces que el concepto de agroecosistema permitió relacionar en la producción agraria las características físicas, bióticas, sociales, económicas y culturales (Altieri, 1987; Gliessman, 2000). Desde la agroecología se revaloran las prácticas campesinas de producción y se impulsa la investigación de las formas de producción ecológicas, tendientes a la sostenibilidad (Tilman *et al.* 2002).

El contexto en el que se desarrolló el proyecto lo constituyó el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, con especial énfasis hacia el este, donde coinciden importantes áreas de interés para la conservación de la biodiversidad, como son el Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) “Cuchillas del Toa” (Reserva de la Biosfera), la cuenca hidrográfica Toa y el Parque Nacional Alejandro de Humboldt.

El rasgo más significativo de este Macizo lo es sin dudas su complejidad físico geográfica, la cual condicionó una gran variedad de paisajes naturales con gran diversidad biológica y elevado endemismo florístico y faunístico.

Las actividades económicas que desarrolla el hombre en esta área ejercen presión sobre el agua, el suelo y los bosques, lo que reduce de forma drástica la diversidad de especies de plantas y animales, de ecosistemas y de paisajes. Entre las principales actividades económicas que se desarrollan en esta región se encuentran la actividad agropecuaria, caracterizada por la explotación de sistemas agroforestales de diversos tipos, como lo son el café, el coco, el cacao y los sistemas agrosilvopastoriles.

Tanto la estructura, como la ubicación geográfica hacen que estos tipos de agroecosistemas sean importantes en la conservación de la rica biodiversidad de esta región. Varios estudios argumentan

que la estructura vegetal compleja de estos sistemas agroforestales puede ser muy parecida a la de los bosques nativos y por ello pueden albergar muchas especies (Moguel y Toledo 1999, Schroth *et al.* 2004).

El proyecto se propuso como objetivo general “Promover la conservación y la gestión sostenible de la biodiversidad y otros recursos naturales en agroecosistemas del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa con la participación de las comunidades locales, mediante la integración de los conocimientos que se adquieran sobre la estructura y funcionamiento de estos sistemas productivos, y con el desarrollo y la aplicación de tecnologías y prácticas de manejo agroecológicas y sostenibles”

Los objetivos específicos abordados en el proyecto fueron:

- Diagnosticar y caracterizar integralmente agroecosistemas productivos (cafetaleros, cacaoteros, cocoteros y agrosilvopastoriles) del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa como base para el diseño de agroecosistemas sostenibles y resilientes que contribuyan a maximizar los servicios ecosistémicos y que colaboren con la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad.
- Desarrollar estudios e implementar prácticas y tecnologías que cooperen con la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en agroecosistemas productivos del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa.
- Promover la transformación sociocultural con participación comunitaria desde la perspectiva de la Ecología Social, abordando la trazabilidad de saberes y su relación con la identidad cultural, la espiritualidad y las prácticas de subsistencia, y propiciando la divulgación de los conocimientos ecológicos, agroecológicos, etnobiológicos y etnofarmacológicos, que colaboren con la preservación y el desarrollo sostenible de las comunidades y con el uso y la conservación de la biodiversidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA.

Se realizó la caracterización socioeconómica de 41 agroecosistemas de montaña (cafetaleros, cacaoteros, cocoteros y agrosilvopastoriles), cuyos propietarios son campesinos, seleccionados de forma aleatoria, con diferentes grupos de edades, de ellos cinco fueron mujeres, lo que significó el 12% del total de agricultores. El estudio abarcó un área total de 235.48 (ha), en 4 municipios del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, en el periodo comprendido de abril 2016 a septiembre del 2018 (Tabla 1).

La caracterización se desarrolló sobre la base metodológica del Diagnóstico Rural Participativo (DRP) (Schorhuth, 1994) y, el marco teórico estuvo dirigido a lograr una visión integral del desarrollo sostenible en los agroecosistemas locales.

Para obtener la información necesaria y analizar cada agroecosistema en su dimensión socioeconómica se combinaron diversas herramientas tales como: encuestas y diálogos semi-estructurados en agroecosistemas cafetaleros, cacaoteros, cocoteros, y agrosilvopastoriles (Geilfus, 2000).

La metodología de estudio se fundamentó en los principios de la Investigación-Acción-Participación y se diseñó a partir de métodos y herramientas para el estudio de agroecosistemas, propuesta por (Lores, 2009). A partir de un cuestionario pre-elaborado se contemplaron los principales indicadores, su estado actual y perspectivas, donde resaltan los aspectos sociales: recursos humanos, salud, educación, vivienda, electricidad, disponibilidad de agua, transporte, autofinanciamiento, entre otros.

El análisis e interpretación de las circunstancias de los actores se realizó a través de talleres participativos según Geilfus (2000) e Inerarity (2017).

El análisis histórico de los procesos socioeconómicos que ocurrieron en estas comunidades, constituyó un elemento de vital importancia para entender las condiciones económicas y sociales, ya que estas comunidades se caracterizan por presentar condiciones sociales, topográficas, climáticas y ambientales muy difíciles para promover niveles sociales cualitativamente superiores.

Tabla 1. Datos de los sitios y de los agricultores/as

Municipio	Localidad	Unidad de Producción	Agricultor	Agroecosistema	Sexo		Edad
					F	M	
Yateras	Las Municiones.	CCS Lino A. de la Mercedes	Oscar Pérez Rodríguez	Cafetalero		X	53
Yateras	Las Municiones.	CCS Lino A. de la Mercedes	Diego Arcalla Rodríguez	Cafetalero		X	55
Yateras	Las Municiones.	CCS Lino A. de la Mercedes	Enrique Velan Blanco	Agrosilvopastoril		X	66
Yateras	Raizú	CCS Antero Regalado	Jorge Ramos Leiva	Cafetalero		X	42
Yateras	Raizú	CCS Antero Regalado	Leovaldo Valencia Rguez	Cafetalero		X	46
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Roberto Elías Sánchez	Cafetalero		X	48
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Emilio Matos López	Cafetalero		X	50
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Maria Elena Rodríguez	Cafetalero	X		53
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Aracelio Benítez Peña	Cafetalero		X	58
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Erlan Rodríguez Pelier	Cafetalero		X	56
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Julio Rodríguez Matos	Cafetalero		X	49
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Alain Pérez Torres	Cafetalero		X	66
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Alain Rodríguez Cueba	Cafetalero		X	65
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Santiago Guerrero Arias	Cafetalero		X	69
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Juan Bautista Ruiz	Cafetalero		X	70
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Aracelio Benedety Cobiella	Cafetalero		X	66
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	José Sánchez Martínez	Agrosilvopastoril		X	65
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Andrés Herrera Torres	Agrosilvopastoril		X	64
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Eddi Quesada Lobaina	Agrosilvopastoril		X	61
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Elisa Benavides Arsuaga	Agrosilvopastoril	X		63

Tabla 1. Datos de los sitios y de los agricultores/as (Cont.)

Municipio	Localidad	Unidad de Producción	Agricultor	Agroecosistema	Sexo		Edad
					F	M	
Manuel Tames	Vega Grande	CCS Sixto Acosta	Roilan Corbacho Bornot	Cafetalero		X	45
Manuel Tames	Vega Grande	CCS Sixto Acosta	Juan Valiente Caupin	Cafetalero		X	54
Manuel Tames	Vega Grande	CCS Sixto Acosta	Ernesto Sánchez Arsuaga	Agrosilvopastoril		X	40
Sagua de Tánamo	Majayara	CCS Eugenio Carbó	Maikel Hernández Rollero	Cafetalero		X	68
Sagua de Tánamo	Majayara	CCS Eugenio Carbó	Héctor Torres Cieva	Cafetalero		X	63
Sagua de Tánamo	Majayara	CCS Eugenio Carbó	Pablo Luis Area	Cafetalero		X	63
Sagua de Tánamo	Majayara	CCS Eugenio Carbó	Ulises Matos Valladares	Cafetalero		X	45
Sagua de Tánamo	Majayara	CCS Eugenio Carbó	Eddi Bogue Lince	Cafetalero		X	46
Sagua de Tánamo	Majayara	CCS Eugenio Carbó	Osmar Lambert Torres	Cafetalero		X	48
Sagua de Tánamo	Majayara	CCS Eugenio Carbó	Alexander Olivares Bosque	Cafetalero		X	48
Sagua de Tánamo	Majayara	CCS Eugenio Carbó	Dario Estupeñan Cuebas	Cafetalero		X	58
Sagua de Tánamo	Majayara	CCS Eugenio Carbó	Héctor L. Videaux Sánchez	Cafetalero		X	58
Sagua de Tánamo	Majayara	CCS Eugenio Carbó	Manolo Proensa Galván	Cafetalero		X	53
Baracoa	La Perrera	CCS 8 de octubre	Ramón Sánchez Monje	Cocotero		X	54
Baracoa	La Perrera	CCS 8 de octubre	Rafael Sánchez Monje	Cocotero		X	52
Baracoa	La Perrera	CCS 8 de octubre	Virginia Martínez Lara	Cocotero	X		51
Baracoa	La Perrera	CCS 8 de octubre	Arioldi Machado Cusa	Cacaotero		X	51
Baracoa	Nibujón	CCS Benito Libero	Wilfredo Sala Torres	Cacaotero		X	55
Baracoa	Nibujón	CCS Benito Libero	Olga Pérez Rodríguez	Cocotero	X		55
Baracoa	Nibujón	CCS Benito Libero	Ángel Aroldo Cabdesuñer	Cacaotero		X	58
Baracoa	Nibujón	CCS Benito Libero	Elia Abella Hernández	Cocotero	X		35

2. CARACTERIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA

En el periodo comprendido entre enero 2016 y julio del 2018 se caracterizó la biodiversidad agrícola de 41 agroecosistemas, de ellos 27 dedicados a la producción de café, 5 a la producción de coco, 3 a la producción de cacao y 6 agrosilvopastoriles. Los agroecosistemas estudiados se localizan en tres municipios de la Provincia Guantánamo (Yateras, Manuel Tames y Baracoa) y en el municipio Sagua de Tánamo, en la provincia Holguín (Tabla1).

Para conocer la composición de la biodiversidad agrícola en agroecosistemas de montaña se realizaron entrevistas a los agricultores, apoyados además, en la observación visual para la caracterización fenotípica, lo que permitió identificar especies, variedades, cultivares y clones de cultivos comerciales; así como, razas y genotipos de animales domésticos (aves, conejos, cerdos, ovinos, caprinos, bovinos y equinos).

En cada una de las fincas se identificaron las especies de plantas y animales que cultivan o crían, respectivamente los agricultores, según el propósito productivo (autoconsumo o comercialización) y el tipo de agroecosistema (cafetalero, cacaotero, cocotero y agrosilvopastoril).

3. ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN LEÑOSA EN AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA

El estudio se realizó en el período comprendido desde enero 2016 a octubre 2018, en una región del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa donde coinciden importantes áreas de interés para la conservación de la biodiversidad, como son el Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) “Cuchillas del Toa” (Reserva de la Biosfera), la cuenca hidrográfica Toa y el Parque Nacional Alejandro de Humboldt.

El muestreo se desarrolló en 33 fincas agroforestales (15 cafetaleras, 3 silvopastoriles, 11 cocoterías y 2 cacaoterías). También se muestreó en bosques de majagua y pino y en un área de bosque natural, con la finalidad de tener una referencia de la vegetación nativa de la región (tabla 2).

En todos los sitios de estudio se seleccionaron 10 puntos de muestreos distribuidos aleatoriamente, que consistieron en parcelas de 20 x 50 m (1000 m²), con base en la metodología descrita por Machado (2002).

Tabla 2. Localización y categoría de los 34 sitios de estudio de la flora arbustiva y arbórea.

Código	Forma Productiva	Propietario de la finca	Agroecosistema
EVa	CCS Sixto Acosta	Enrique Valar Blanco	Cafetalero
RCo	CCS Sixto Acosta	Roilán Corbacho Bornot	Bosque
RCo1	CCS Sixto Acosta	Roilán Corbacho Bornot	Bosque
OPR	CCS Lino A. de las Mercedes	Oscar Pérez Rodríguez	Cafetalero
DAR	CCS Lino A. de las Mercedes	Diego Arcaya Rodríguez	Cafetalero
JRL	CCS Antero Regalado	Jorge Ramos Leiva	Cafetalero
GI-EJT	Granja integral EJT	Unidad Militar Integral Peña Blanca	Silvopastoril
EML	CCS Pastor Martínez	Emilio Matos López	Cafetalero
GCa	CCS Pastor Martínez	Gerardo Calderin	Cafetalero
ABPe	CCS Pastor Martínez	Aracelio Benítez Peña	Cafetalero
ERP	CCS Pastor Martínez	Erlan Rodriguez Pelier	Cafetalero
JRM	CCS Pastor Martínez	Julio Rodríguez Matos	Cafetalero
EML	CCS Pastor Martínez	Emilio Matos López	Silvopastoril
EBB	CCS Manuel Tames	Emilio Blanco Ble	Cocotero
ABP	CCS Manuel Tames	Arturo Blanco Paumier.	Silvopastoril
ABP1	CCS Manuel Tames	Arturo Blanco Paumier.	Silvopastoril
ABP2	CCS Manuel Tames	Arturo Blanco Paumier.	Cocotero
ABP3	CCS Manuel Tames	Arturo Blanco Paumier.	Cocotero
RamSM	CCS 8 de octubre	Ramón Sánchez Monje	Cocotero
VML	CCS 8 de octubre	Virginia Martínez Lara	Cocotero
RafSM	CCS 8 de octubre	Rafael Sánchez Monje	Cocotero
AMC	CCS 8 de octubre	Arioldi Machado Cusa	Cacaotero
ORC	CPA Julio Antonio Mella	Oberto Rodríguez Clapé	Cocotero
ORC1	CPA Julio Antonio Mella	Oberto Rodríguez Clapé	Cacaotero
OPe	CCS Benito Libero	Olga Pérez Rodríguez	Cocotero
AAC	CCS Benito Libero	Ángel Aroldo Cabdesuñer	Cocotero
EAH	CCS Benito Libero	Elia Abella Hernández	Cocotero
WST	CCS Benito Libero	Wilfredo Sala Torres	Cocotero
MPG	CCS Eugenio Carbó	Manolo Proensa Galván	Cafetalero
PLA	CCS Eugenio Carbó	Pablo Luis Area	Cafetalero

Tabla 2. Localización y categoría de los 34 sitios de estudio de la flora arbustiva y arbórea (cont.)

Código	Forma Productiva	Propietario de la finca	Agroecosistema
AOB	CCS Eugenio Carbó	Alexander Olivares Bosque	Cafetalero
HLV	CCS Eugenio Carbó	Héctor L. Videaux Sánchez	Cafetalero
UMV	CCS Eugenio Carbó	Ulises Matos Valladares	Cafetalero
B. Nat	Area protegida		Bosque

Riqueza de especies

En cada parcela se determinó la riqueza de especies de plantas leñosas con diámetro a la altura del pecho (dap) > 5 cm, la densidad de individuos (árboles/ha), el área basal (m²/ha) y la altura promedio y máxima (m) del dosel a nivel de parcelas, sitios y de tipo de uso del suelo (los diferentes tipos de manejo).

En cada sitio se identificaron las especies presentes y se contaron los individuos. Cuando no fue posible realizar la identificación en campo, se tomaron muestras que fueron herborizadas y trasladadas a BIOECO para su identificación. Las especies se catalogaron en nativas y no nativas (Greuter y Rodríguez, 2016).

La nomenclatura científica de géneros y especies se consultó en línea a partir de las bases de datos Catalogue of life ITIS.

La diversidad alfa se estimó como número de especies de árboles a nivel de sitio. Para analizar la variación en riqueza de especies de plantas leñosas entre los sitios de estudio y lo completo del inventario de especies, se empleó el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2013). Este programa calcula curvas de acumulación de especies esperadas, con intervalos de confianza al 95%, sin necesidad de remuestreo (función Mao Tau). Las curvas de acumulación de especies, tanto esperadas como estimadas, se trazaron para todos los sitios juntos y por categoría de uso del suelo. Para inferir si los inventarios estaban completos se utilizaron Chao 1 y Jackknife 1, que son estimadores no paramétricos de riqueza de especies y, se evaluó el grado de sobreposición de las curvas de los singletons o únicos (número de especies que están representadas solamente por un único individuo o están en una sola muestra), y la de los doubletons (número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra) (Colwell & Coddington, 1994).

Chao 1 es un estimador del número de especies en una comunidad que utiliza datos de abundancia y se basa en el número de especies raras en la muestra. La fórmula es:

$$S_{\text{Chao1}} = S_{\text{obs}} + (F_1^2/2F_2)$$

donde S es el número de especies en una muestra, F_1 es el número de singletons y F_2 es el número de doubletons (Colwell, 2013; Colwell & Coddington, 1994).

Jackknife 1 es un estimador de riqueza basado en datos de incidencia y la fórmula es

$$S_{\text{jack1}} = S_{\text{obs}} + Q_1 (m-1/m)$$

donde Q_1 es la frecuencia de únicos y m es el número total de muestras (Colwell, 2004).

La estimación de la riqueza de especies de árboles por categoría de uso del suelo se realizó con el Programa Good-Turing (Chao, 2018).

Rarefacción

La riqueza de especies (diversidad alfa) se comparó con el empleo de curvas de rarefacción con escalamiento a número de individuos, como recomiendan Gotelli y Colwell (2001), debido a que el área muestreada para cada categoría de uso de suelo fue diferente y ello no permite comparar directamente la riqueza de especies. La rarefacción consiste en graficar las curvas de acumulación de especies con base al número de individuos y no el número de lotes muestreados y comparar el número de especies en las curvas para el mismo número de individuos en todos los casos. Las curvas de rarefacción se construyeron con el programa iNEXT (Chao *et al.* 2016).

Complementariedad

La diversidad beta se estimó como complementariedad y mediante un índice clásico de similitud basado en Bray-Curtis (igual al índice de Sorensen cuantitativo) (Magurran, 1988). Dado que los datos son de abundancia se decidió comparar esos dos índices entre todos los sitios y entre categorías de uso del suelo.

La complementariedad se usó para capturar el sentido de que floras complementarias forman parte

de un todo. Este concepto intenta abarcar lo distintivo de la composición de especies a lo largo de un amplio espectro de escalas ambientales, ya sean las diferencias entre varios hábitats o al nivel de paisaje en gradientes ambientales. Se estimó la complementariedad mediante la fórmula:

$$C = [(S_j + S_k) - 2V_{jk} / (S_j + S_k) - V_{jk}] * 100$$

donde S_j y S_k es el número de especies en los sitios j y k , y V_{jk} es el número de especies en común en los dos sitios. La complementariedad varía de 0% cuando las dos listas son idénticas a 100%, cuando las listas son completamente distintas (Colwell & Coddington, 1994).

La fórmula de Bray Curtis es la siguiente:

$$\text{Índice de similitud } (C_N) = 2jN / (aN + bN)$$

donde aN y bN son el número de individuos de los sitios A y B respectivamente y jN es la suma de las abundancias menores de los dos sitios (Magurran, 1988).

Anidamiento

Para analizar la diversidad en una escala más amplia que la de un sitio individual (alfa) o grupos de sitios o categorías (beta), el estudio se enfocó en un patrón espacial de la diversidad a nivel paisaje, como es el anidamiento de ensambles de especies, pues este patrón se asocia a escenarios de fragmentación (Honnay *et al.*, 1999; Atmar & Patterson, 1993). El término de anidamiento se refiere a que las especies que conforman una biota forman parte de biotas mayores. En este estudio se consideró que las floras de cada categoría de uso del suelo son subconjuntos de un todo o flora regional al nivel de paisaje.

En los últimos años diferentes autores han propuesto varios métodos para evaluar la significación estadística de los patrones de anidamiento. En este estudio se empleó el programa ANINHADO 3.0 (Guimarães & Guimarães, 2006), el cual resuelve problemas de matrices de gran tamaño y el procesamiento de un gran número de matrices aleatorias; además, implementa varios modelos nulos para estimar la importancia de la anidación.

Este programa se basa en que existe un continuo entre los extremos de un anidamiento perfecto y uno completamente al azar y éste puede describirse en términos termodinámicos simples. Para el

análisis de patrones de anidamiento se utiliza la métrica T (temperatura del sistema), que mide la extensión del orden presente en matrices de presencia-ausencia (Atmar & Patterson, 1993). Los valores de temperatura pueden variar desde 100 °C si los ensambles de especies están completamente al azar e indica heterogeneidad, hasta 0 °C si son ensambles ordenados o completamente anidados. La significación estadística de la matriz observada se obtuvo mediante la prueba de Monte-Carlo.

4. DIVERSIDAD DE ORQUÍDEAS EPÍFITAS EN AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA

El estudio se realizó en el período comprendido desde enero 2016 a octubre 2018, en una región del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa donde coinciden importantes áreas de interés para la conservación de la biodiversidad, como son el Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) “Cuchillas del Toa” (Reserva de la Biosfera), la cuenca hidrográfica Toa y el Parque Nacional Alejandro de Humboldt.

Se tomaron datos relevantes de la riqueza de orquídeas epífitas en 12 fincas agroforestales (7 cafetaleras, 2 silvopastoriles, 1 cocotera y 2 cacaoteras) (Tabla 3).

Tabla 3. Localización y categoría de los 12 sitios de estudio de la orquideoflora.

Municipio	Comunidad	Forma Productiva	Propietario de la finca	Agroecosistemas
Manuel Tames	Vega Grande	CCS Sixto Acosta	Enrique Valar Blanco	Cafetalero
Yateras	Las Municiones.	CCS Lino A. de las Mercedes	Oscar Pérez Rodríguez	Cafetalero
Yateras	Raizú	CCS Antero Regalado	Jorge Ramos Leiva	Cafetalero
Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	Julio Rodríguez Matos	Cafetalero
Baracoa	Quibijan	CCS Manuel Tames	Arturo Blanco Paumier.	Silvopastoril
Baracoa	Quibijan	CCS Manuel Tames	Arturo Blanco Paumier.	Cocotero
Baracoa	La Perrera	CCS 8 de octubre	Ramón Sánchez Monje	Cafetalero
Baracoa	La Perrera	CCS 8 de octubre	Rafael Sánchez Monje	Cacaotero
Baracoa	Naranja del Toa	CPA Julio Antonio Mella	Oberto Rodríguez Clapé	Cacaotero
Sagua de Tánamo	Majayara	CCS Eugenio Carbó	Manolo Proensa Galván	Cafetalero
Sagua de Tánamo	Majayara	CCS Eugenio Carbó	Pablo Luis Area	Cafetalero
Sagua de Tanamo	Majayara	CCS Eugenio Carbó	Alexander Olivares Bosque	Cafetalero

Se utilizó la unidad de muestreo de parcela cuadrada propuesta por Ferro (2004), ya que se considera que el muestreo en base al área puede proporcionar más ventajas a la hora de organizar diseños que permitan hacer comparaciones, y preferentemente en muestras cuadradas con tamaños pequeños a intermedios.

Esta propuesta se basa en el registro de las orquídeas presentes en todos los árboles y arbustos con diámetro a la altura del pecho ($DAP_{1,30}$) > 4 cm dentro de parcelas de 625 m² (25x25m). Además, se estimó la densidad de forófitos (árboles/ha), y su altura, sin discriminar el DAP, con el fin de acumular la mayor cantidad de datos posible.

Riqueza

En cada parcela se determinó la riqueza de orquídeas epífitas, para lo cual se contaron e identificaron las especies presentes. Cuando no se pudo realizar la identificación “in situ”, se colectaron ejemplares que fueron trasladados hasta el Centro de Desarrollo de la Montaña, con el propósito de esperar hasta su floración, para realizar la determinación taxonómica de cada especie.

Para medir la abundancia de las epífitas gregarias (aquellas que presentan reproducción asexual formando colonias) se tomó cada colonia (stand) observada como un individuo, de acuerdo a Zotz y Schultz (2008), ya que cada una de estas formaciones funciona genética y ecológicamente como individuo y no como población.

La nomenclatura científica de géneros y especies se consultó en línea a partir de las bases de datos Catalogue of life ITIS.

La diversidad alfa se estimó como número de especies de orquídeas a nivel de sitio. Para analizar la variación en riqueza de orquídeas epífitas entre los sitios de estudio y lo completo del inventario de especies, se empleó el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2016). Este programa calcula curvas de acumulación de especies esperadas, con intervalos de confianza al 95%.

Las curvas de acumulación de especies, tanto esperadas como estimadas, se trazaron para todos los sitios juntos y por categoría de uso del suelo. Para inferir si los inventarios estaban completos se utilizaron Chao 1 y Jackknife 1, que son estimadores no paramétricos de riqueza de especies.

La estimación de la riqueza de especies de orquídeas por categoría de uso del suelo se corroboró

con el Programa Good-Turing (Chao, 2018).

Abundancia

Para analizar la composición de especies en cada agroecosistema evaluado y realizar comparaciones entre ellos, se elaboraron curvas de rango-abundancia. Para cada especie se calculó la proporción de individuos respecto al total de la muestra ($P_i = n_i/N$). Las especies se ordenaron en orden descendente según su abundancia. En la construcción de las curvas se empleó el $\text{Log}_{10} P_i$.

Las especies se clasificaron en categorías de abundancia con el empleo de los intervalos de confianza al 95 %, de forma tal que las especies abundantes se encuentran por encima del límite superior del intervalo de confianza, las comunes se encuentran dentro del intervalo, y las escasas se encuentran por debajo del límite inferior del intervalo.

El procesamiento estadístico se realizó con el programa PAST3.17

Rarefacción

La riqueza de especies (diversidad alfa) se comparó con el empleo de curvas de rarefacción con escalamiento a número de individuos, como recomiendan Gotelli y Colwell (2001). La rarefacción consiste en graficar las curvas de acumulación de especies con base al número de individuos y no el número de lotes muestreados y, comparar el número de especies en las curvas para el mismo número de individuos en todos los casos. Las curvas de rarefacción se construyeron con el programa iNEXT (Chao *et al.* 2016).

Diversidad Beta

La diversidad beta explica el grado de variación o cambio en la composición de especies entre las diferentes coberturas vegetales (Parra *et al.*, 2016) y se estimó a partir del cálculo del índice de Sorensen con el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2016).

Para determinar la variación en la diversidad de orquídeas entre los distintos tipos de cobertura vegetal (sistemas agroforestales) se realizó un dendrograma de similaridad, estimado de acuerdo al índice de Morisita, para lo que se emplearon datos de abundancias por especie en cada una de

las zonas de muestreo (Parra, 2012). Además, se ejecutó un escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS, por sus siglas en inglés) para definir si existían diferencias significativas en la diversidad de orquídeas entre los diferentes tipos de agroecosistemas. Estos análisis se realizaron con el programa PAST3.17.

El escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) es un análisis en el cual se genera una figura de dos dimensiones, donde las coberturas vegetales estudiadas son agrupadas o distanciadas de acuerdo al grado de similitud en términos de especies de orquídeas y sus abundancias. Para generar estos dos análisis de similitud se construyeron matrices donde se consignaron las abundancias de cada especie y se compararon cada uno de los agroecosistemas evaluados (Núñez, 2014; Chaparro, 2018).

Para corroborar los resultados obtenidos mediante la prueba NMDS se realizó un Análisis de similitudes (ANOSIM), el cual evalúa la similitud no paramétrica, y ello sirve para reportar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las especies de orquídeas que se encuentren presentes en los diferentes agroecosistemas. Del ANOSIM se obtiene un estadístico R que es una medida de la distancia estadística que existe entre los diferentes agroecosistemas, los valores de R que estén cercanos a 1 representarán baja similitud para la diversidad de orquídeas entre coberturas, mientras que valores de R que se acerquen a cero indicarán que existe alta similitud (Núñez, 2014; Chaparro, 2018).

Por último, se realizó un análisis de asociación de las especies de orquídeas con los forófitos y con las cuatro coberturas vegetales (tipos de agroecosistemas) mediante la elaboración de una red bipartita de interacciones y el cálculo de los índices cualitativos correspondientes.

Se construyeron bases de datos y matrices de interacción de manera cuantitativa y cualitativa para los agroecosistemas y se corrieron dichas matrices en el programa Pajek 5.06 (de Nooy *et al.*, 2018 y Mrvar & Batagelj, 2018) para generar gráficos y visualizar los dos tipos de datos, es decir, la relación entre nodos de dos grupos distintos y la descripción propia de las matrices de interacción.

5. CARACTERIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD (ANFIBIOS, HORMIGAS, ESCARABAJOS Y AVES) EN AGROECOSISTEMAS PRODUCTIVOS DE MONTAÑA

El estudio se realizó en el periodo comprendido de enero 2016 a octubre del 2018, y comprendió la caracterización de la biodiversidad de la fauna (anfibios, hormigas, escarabajos y aves) en

diferentes áreas productivas (Tabla 4).

Tabla 4. Localización de las áreas en las que se realizó el inventario de la fauna

Provincia	Municipio	Localidad	Forma de producción	Total de fincas	Agroecosistema
Gtmo	Manuel Támes	Vega Grande	CCS Sixto Acosta	1	Cafetalero
	Yateras	La Cuabita	CCS Pastor Martínez	3	Cafetalero
		Raizú	CCS Antero Regalado	1	Cafetalero
		Riito	Granja Integral EJT	1	Silvopastoril
		Las Municiones	CCS Lino A Mercedes	2	Cafetalero
	Baracoa	Quibiján	CCS Manuel Támes	1	Cocotero
				1	Cacaotero
		La Perrera	CCS 8 de Octubre	1	Cocotero
				1	Cacaotero
			Finca Forestal Integral	1	Cocotero
Holguín	Sagua de Tánamo	Majayara	CCS Eugenio Carbó	2	Cafetalero
TOTAL				15	

COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE ANFIBIOS

Los anfibios desempeñan un importante rol en la cadena trófica, pues controlan poblaciones de vertebrados e invertebrados terrestres. Son considerados como especies indicadoras de perturbación antropogénica

Se aplicó la técnica de relevamientos por encuentros visuales, la cual consiste en una búsqueda minuciosa en los lugares y microhábitat más factibles para detectar anfibios, para ello se realizaron dos recorridos diarios (diurno y nocturno) al azar en cada sitio de estudio, lo que permitió hacer comparaciones entre los diferentes tipos de agroecosistemas (Crump y Scott 1994).

Las informaciones que se registraron fueron: Fecha, lugar, sexo en la medida de lo posible, edad (juvenil, adulto), medidas y estado general del animal, además de apuntar la actividad que realizaban y el lugar físico del avistamiento.

COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE HORMIGAS

Las hormigas son insectos indicados para monitorear cambios ambientales, debido a que son poco tolerantes a estos cambios.

La técnica de muestreo empleada fue el enfoque de capturas pasivas, con el empleo de trampas estandarizadas de interceptación, de caída y de cebo colocadas a lo largo de los recorridos.

En cada uno de los sitios se seleccionaron 10 puntos de muestreo. Las colectas se realizaron en un área localizada dentro de un radio de 25 metros alrededor de cada uno de estos puntos.

COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE COLEÓPTEROS

Debido a que los insectos en estado adulto presentan una distribución temporal, no es adecuado realizar un muestreo intensivo único por finca, por lo cual se realizó el muestreo durante ciclos anuales. El muestreo se realizó en 10 puntos separados a 100 metros uno del otro. La colocación de trampas se realizó cada 2 m por punto de muestreo.

La identificación de los especímenes recolectados se realizó por los especialistas del Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO). (Informe de Resultados de Muestras Elaborado por: Ms. Yadira Sánchez Serrano y Tec. Jorge Luis Reyes Brea, 2016).

Análisis de datos

Tanto para la anfibiofauna como para la entomofauna estudiada se realizaron los siguientes análisis:

- Riqueza específica (S)
- Análisis de conglomerados para relacionar cada grupo biológico entre los diferentes sitios de estudio

COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE AVES SILVESTRES

Con el objetivo de determinar las especies de aves silvestres existentes en los agroecosistemas se emplearon los siguientes métodos:

1- Recorrido lineal y censo poblacional. Este método consistió en realizar un recorrido en línea recta de 1kilómetro de largo y 20 metros de ancho a ambos lados de la línea central, se registraron todas las especies observadas y las escuchadas, así como las que se deslizaban por encima del área del recorrido, este se desarrolla en un periodo de 1 hora de duración

2- Recorrido sin límite de distancia ni de tiempo, durante los cuales se anotaron todas las especies observadas.

Se determinó el número de individuos por especies y se calculó la Abundancia Relativa (aves/hora) mediante la fórmula que se describe a continuación, según Berovides *et al.* (2015).

Aa = Número de individuos de una especie

Ar= $\frac{\text{Número de individuos de la especie}}{\text{Número total de individuos por hora}}$

De igual forma se determinó el porcentaje de endemismos de las especies registradas y se calculó la frecuencia de avistamiento de cada especie, a partir de la fórmula:

Pi= $n_i / N * 100$,

en la cual: Pi = frecuencia avistamiento de la especie i;
ni = número de individuos de la especie i y
N = número total de aves contadas

Por último, se calculó la Riqueza total de especies registradas

Aa = Número de individuos de una especie

Ar= $\frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Sumatoria de Aa especies}} * 100$

Para el procesamiento estadístico de los resultados se empleó el paquete estadístico BioDiversity Professional versión 2 y para la traficación de los resultados el Microsoft Excel 2007.

COLECTAS Y ENGROSAMIENTO DE LOS FONDOS DISPONIBLES EN COLECCIONES BIOLÓGICAS.

Las colecciones biológicas representan el patrimonio natural de un país o región y constituyen un archivo histórico natural de utilidad múltiple donde la preservación de especímenes y su información asociada son la base de estudios taxonómicos, sistemáticos, ecológicos, filogenéticos, biogeográficos, de genética de poblaciones y conservación, por lo que forman parte fundamental en el conocimiento de la diversidad biológica y en el avance de las ciencias biológicas (Tobar, 2002). Así, las colecciones biológicas son los depositarios de la biodiversidad, entendida como la riqueza, abundancia y variabilidad de todas las especies, comunidades y los procesos ecológicos y evolutivos que ocurren dentro de las mismas (The Wildlife Society, 1993, citado por Páez, 2004).

Protocolo para la preservación de ejemplares en la colección entomológica

Los ejemplares entomológicos se preservaron en base a la naturaleza del insecto, su tamaño y coloración.

La preservación de colecciones entomológicas se realizó en seco y en líquido, y estos procedimientos se describen a continuación.

- **Preservación en seco:** La preservación en seco se realizó aprovechando la rigidez del exoesqueleto quitinoso que poseen la mayoría de los artrópodos (Henao, 2003). En dependencia del tamaño de las colectas se aplicaron diferentes métodos para su montaje: montaje en alfileres entomológicos, en punto, microalfileres o láminas (Montes, 1987; Mesa & Bernal, 2006) (Figura 1).
- **La preservación en un medio líquido:** Se puede realizar para cualquier grupo de ejemplares entomológicos; permite ahorrar espacio en la colección y se utiliza generalmente para insectos de cuerpo blando y la mayoría de los insectos menores de 2 mm. Esta preservación se realizó en dependencia del tamaño de los ejemplares, en frascos de vidrio con cierre hermético o en tubos plásticos tipo Ependorff con alcohol etílico al 75%.

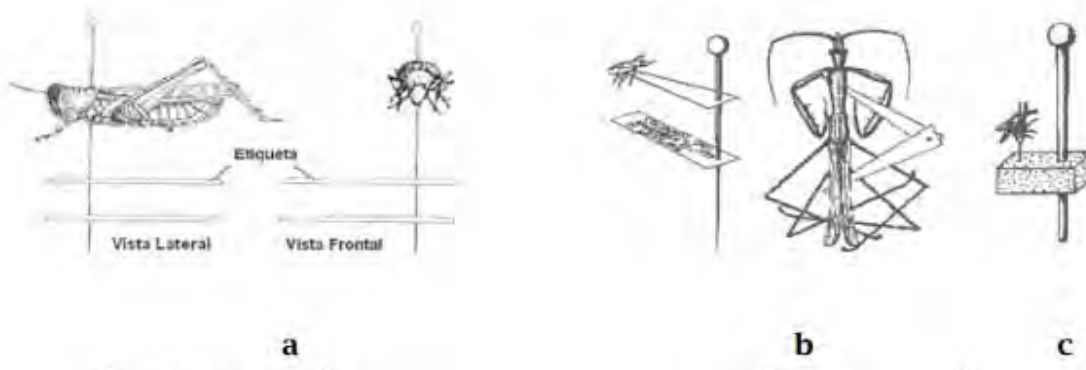


Figura 1. Formas de montaje en seco para ejemplares entomológicos. a) montaje de alfileres entomológicos; b) Montaje en punto de triángulo y c) Montaje en microalfileres (Tomado de Borror *et al.*, 1989).

Etiquetado de ejemplares

Para el etiquetado de ejemplares entomológicos generalmente se utilizan tres etiquetas. La etiqueta de procedencia, que contiene la información de origen; la etiqueta de determinación en la que se consigna la información taxonómica del ejemplar, determinador y fecha de determinación; y la etiqueta que contiene el acrónimo de la colección y el número de catálogo.

Protocolo para la preservación de ejemplares de la anfibiafauna

Los ejemplares de anfibios se preservaron en medio líquido, para ello fue necesario realizar previamente la fijación de tejidos. El proceso de fijación consiste en sumergir los ejemplares en formol al 10% durante 7 a 10 días de acuerdo al tamaño del ejemplar. Adicionalmente, en el caso de los ejemplares grandes, es necesario inyectar formol al 10% directamente en la cavidad visceral o realizar una incisión a la derecha de la línea ventral del cuerpo y en los músculos mayores para permitir la penetración del fijador y facilitar la preservación de los órganos internos.

Catalogación y sistematización de ejemplares

En la catalogación se tuvo en cuenta las siguientes informaciones: nombre común o vernáculo, el número de ejemplares transparentados y el método de captura. Toda esta información se incluyó en

la base de datos de la colección.

Etiquetado de ejemplares

Las etiquetas para los ejemplares preservados en seco se elaboraron en papel libre de ácido, de 190 a 220 g/m², color blanco, con un tamaño aproximado de 10 x 7 cm. La información escrita en letra tipo Arial, tamaño 8, estilo normal o regular, con tinta negra e impresión en láser.

6. MANEJO, SALUD DE LOS CULTIVOS Y EL SUELO Y FUNCIONAMIENTO DE AGROECOSISTEMAS PRODUCTIVOS DE MONTAÑA

El trabajo se desarrolló en 28 fincas dedicadas al cultivo del café, cacao, coco y silvopastoriles de los municipios Yateras, Manuel Támes, Baracoa y Sagua de Tánamo, las cuales se recogen según los distintos ecosistemas en la Tabla 5.

Se aplicó la metodología propuesta por Altieri y Nicholls (2002) modificada por Padilla y Suchini (2013), para la cual se estimó en forma separada y se le asignó un valor de 1 a 10 (fue 1 el valor menos deseable, 5 un valor moderado o medio y 10 el valor más adecuado) de acuerdo a las características que presentó el suelo o el cultivo según atributos observados para cada indicador. Los indicadores evaluados se recogen en las Tablas 6 y 7.

Después de asignar los valores a cada indicador, se sumaron y se dividieron entre el número de indicadores evaluados y se obtuvo el promedio para la salud del cultivo y del suelo. Las fincas con valores inferiores a 5 se encontraron por debajo del umbral de sostenibilidad y que por lo tanto ameritaron manejos que corrigieran aquellos indicadores que exhibieron valores bajos (Altieri y Nicholls, 2002).

Análisis estadístico: los datos obtenidos durante las determinaciones y que cumplieron los supuestos se sometieron a Análisis de Varianza de clasificación simple. Para la estimación de la significación de las diferencias se utilizó la prueba de Tukey, con un nivel de significación de $p < 0.05$.

Para el análisis del funcionamiento de los agroecosistemas se utilizó un diseño de muestreo sistemático con parcelas en fajas continuas que consiste en la elaboración de parcelas tomadas como unidades de muestreo de igual longitud con medidas de 50 por 10 metros (parcelas). En total en cada área se establecieron 3 parcelas de 0,05 hectáreas cada una.

Tabla 5. Fincas seleccionadas por agroecosistemas

Agroecosistema	No. Finca	Productor	Forma de producción	Localidad	Municipio
Cafetalero	1 (Rancho viejo 1)	Erlan Ramírez	CCS Pastor Martínez	La Cuabita	Yateras
	2 (Rancho viejo 2)	Julio Rodríguez	CCS Pastor Martínez	La Cuabita	Yateras
	3 (Palma del tiro)	Gerardo Calderín	CCS Pastor Martínez	La Cuabita	Yateras
	4	Enrique Valar	CCS Manuel Támes	Vega grande	Manuel Támes
	5	Oscar Pérez Rodríguez	CCS Lino Álvarez de las Mercedes	Las Municiones	Yateras
	6	Manolo Proenza	CCS Eugenio Carbó	Majayara	Sagua de Tánamo
	7	Rafael Sánchez Monje	CCS 8 de octubre	La Perrera	Baracoa
	8	Arturo Blanco Paumier	CCS Manuel Támes	Quibiján	Baracoa

Tabla 5. Fincas seleccionadas por agroecosistemas (Cont.)

Agroecosistema	No. Finca	Productor	Forma de producción	Localidad	Municipio
Cacaotero	1	Obet Rodríguez Clapé	CPA Antero Regalado	Naranjo del Toa	Baracoa
	2	Olga Pérez Rodríguez	CCS Benito Olivero	Nibujón	Baracoa
	3	Ramón Sánchez Monje	CCS 8 de octubre	La Perrera	Baracoa
	4	Aroldi Machado	CCS 8 de octubre	La Perrera	Baracoa
Cocotero	1	Presidente de la CPA	CPA Julio A. Mella	Naranjo del Toa	Baracoa
	2	Olga Pérez Rodríguez	CCS Benito Olivero	Nibujón	Baracoa
	3	Rafael Sánchez Monje	CCS 8 de octubre	La Perrera	Baracoa
	4	Arturo Blanco Paumier	CCS Manuel Támes	Quibiján	Baracoa
Silvopastoril	1	Erlan Ramírez	CCS Pastor Martínez	La Cuabita	Yateras
	2	Emilio Blanco Bles	CCS Manuel Támes	Quibiján	Baracoa
	3	Jorge Romero Leyva	CCS Antero Regalado	Raizú	Yateras
	4	Diego Arcaya Rodríguez	CCS Lino Álvarez de las Mercedes	Las Municiones	Yateras
	5	Manolo Proenza	CCS Eugenio Carbó	Majayara	Sagua de Tánamo

Tabla 6. Indicadores de manejo y salud del cultivo

Valor establecido	Características	Valor en campo
1. Apariencia:		
1	Cultivo clorótico o descolorido, con signos severos de deficiencia de nutrimentos	
5	Cultivo verde claro, con algunas decoloraciones	
10	Follaje verde intenso, sin signos de deficiencia	
2. Crecimiento del cultivo:		
1	Cultivo poco denso, de crecimiento pobre, tallos y ramas quebradizas, muy poco crecimiento de nuevo follaje	
5	Cultivo más denso, pero no uniforme, con crecimiento nuevo y con ramas y tallos aún delgados	
10	Cultivo más denso, buen crecimiento, con ramas y tallos gruesos y firmes	
3. Resistencia o tolerancia a estrés (sequía, lluvias intensas, plagas, etc):		
1	Susceptibles, no se recuperan bien después de un estrés	
5	Sufren en época seca o muy lluviosa, se recuperan lentamente	
10	Soportan sequía y lluvias intensas, recuperación rápida	
4. Incidencia de enfermedades:		
1	Susceptible a enfermedades, más del 50% de plantas con síntomas	
5	Entre 20 -45% de plantas con síntomas de leves a severos	
10	Resistentes, menos del 20% de plantas con síntomas leves	
5. Competencia por malezas:		
1	Cultivos estresados dominados por malezas	
5	Presencia media de malezas, cultivo sufre competencia	
10	Cultivo vigoroso, se sobrepone a malezas, o malezas chapeadas no causan problemas	
6. Rendimiento actual o potencial:		
1	Bajo con relación al promedio de la zona	
5	Medio, aceptable con relación al promedio de la zona	
10	Bueno o alto, con relación al promedio de la zona	

Tabla 6. Indicadores de manejo y salud del cultivo

Valor establecido	Características	Valor en campo
7. Diversidad genética:		
1	Pobre, domina una sola variedad de cultivo	
5	Media, dos variedades	
10	Alta, más de dos variedades	
8. Diversidad vegetal:		
1	Monocultivo sin sombra	
5	Con solo una especie de sombra	
10	Con más de dos especies de sombra, e incluso otros cultivos o malezas dominantes	
9. Diversidad natural circundante:		
1	Rodeado por otros cultivos, campos baldíos o carretera	
5	Rodeado al menos en un lado por vegetación natural	
10	Rodeado al menos en un 50% de sus bordes por vegetación natural	
10. Sistema de manejo:		
1	Monocultivo convencional, manejado con agroquímicos	
5	En transición a orgánico, con sustitución de insumos	
10	Orgánico diversificado, con poco uso de insumos orgánicos o biológicos	

Tabla 7. Indicadores de calidad del suelo

Valor establecido	Características	Valor en campo
1. Estructura:		
1	Suelo polvoso, sin gránulos visibles	
5	Suelo suelto con pocos gránulos que se rompen al aplicar presión suave	
10	Suelo friable y granular, los agregados, mantienen la forma después de aplicar presión suave, aún humedecidos	

Tabla 7. Indicadores de calidad del suelo

Valor establecido	Características	Valor en campo
2. Compactación e infiltración:		
1	Compacto, se anega	
5	Presencia de capa compacta delgada, el agua se infiltra lentamente	
10	Suelo no compacto, el agua se infiltra fácilmente	
3. Profundidad del suelo:		
1	Subsuelo casi expuesto	
5	Suelo superficial delgado, con menos de 10 cm	
10	Suelo superficial más profundo, con más de 10 cm	
4. Estado de residuos:		
1	Presencia de residuos orgánicos que no se descomponen o lo hacen muy lentamente	
5	Se mantienen residuos del año anterior en proceso de descomposición	
10	Residuos en varios estados de descomposición, residuos viejos bien descompuestos	
5. Color, olor y materia orgánica:		
1	Suelo pálido, con mal olor o químico, y no se observa la presencia de materia orgánica o humus	
5	Suelo pardo claro o rojizo, con poco olor y con algún grado de materia orgánica o humus	
10	Suelo de negro a pardo oscuro, con olor a tierra fresca, se nota presencia abundante de materia orgánica o humus	
6. Retención de humedad:		
1	Suelo se seca rápido	
5	Suelo permanece seco durante la época seca	
10	Suelo mantiene humedad durante la época seca	
7. Desarrollo de raíces:		
1	Raíces poco desarrolladas, enfermas y cortas	
5	Raíces con crecimiento limitado, se observan algunas raíces finas	
10	Raíces con buen crecimiento, saludables y profundas, con abundante presencia de raíces finas	

Tabla 7. Indicadores de calidad del suelo

Valor establecido	Características	Valor en campo
8. Cobertura de suelo:		
1	Suelo desnudo	
5	Menos del 50 del suelo cubierto por residuos, hojarasca o cubierta viva	
10	Más del 50% del suelo con cobertura viva o muerta	
9. Erosión:		
1	Erosión severa, se nota arrastre de suelo y presencia de cárcavas y canalillos	
5	Erosión evidente pero poca	
10	No hay mayores señales de erosión	
10. Actividad biológica:		
1	Sin signos de actividad biológica, no se observan lombrices o invertebrados (insectos, arañas, centípedos, etc)	
5	Se observan algunas lombrices y artrópodos	
10	Mucha actividad biológica, abundantes lombrices y artrópodos	

- Estructura Horizontal

La estructura horizontal permitió evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque y se evaluó a través de índices que expresan la ocurrencia y el número de especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema mediante el índice de Valor de Importancia (IVI), según Krebs (1989).

Para la evaluación de la estructura horizontal se determinó:

- Frecuencia absoluta: relación porcentual de la presencia o ausencia de una especie en cada una de las unidades de muestreo; se agruparon en cinco clases.
- La frecuencia relativa de una especie: relación expresada en porcentaje entre la frecuencia absoluta y la sumatoria de las frecuencias absolutas de todas las especies que aparecieron en las parcelas.
- Abundancia relativa: relación porcentual en que participó cada especie frente al número total de árboles.

- Dominancia absoluta: grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas, fue expresada como la sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie.
- La dominancia relativa se expresó en porcentaje y estuvo dada por la relación entre el área basal de una especie y la sumatoria total de las áreas básicas de todas las especies encontradas.
- Índice de valor de importancia (IVI). Formulado por Curtis & Mc Intosh (1951), se calculó para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permitió comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque.
- Grado de agregación de las especies: éste determinó la distribución de las especies.

- Estructura Vertical

Para la evaluación de la estructura vertical se determinó:

- Índice de Margalef (para medir la riqueza o variedad de especies, relaciona el número de especies con el número de individuos en una comunidad dada; valores inferiores a dos son considerados como zonas de baja biodiversidad y valores superiores a cinco son indicativos de alta biodiversidad),
- Índice de Simpson (se basa en que la probabilidad de que dos organismos tomados al azar sean de la misma especie sea baja, sus valores deben estar entre 0 y 1, donde el valor máximo de 1 se obtiene cuando hay una sola especie y los valores con aproximación a cero cuando existen numerosas especies y ninguna de ellas es dominante),
- Índice de Shannon (es igualmente una medida de la diversidad o riqueza en especies de una población dada, su valor suele hallarse entre 1,5 y 3,5 y sólo raramente sobrepasa 4,5). Los valores del índice de Shannon se compararon con una prueba de t de Student modificada por Hutcheson (1970), para probar diferencias significativas ($p < 0.05$) entre pares de condiciones.
- Equitatividad (permite calcular las medidas de uniformidad de una comunidad, adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad o alta dominancia por pocas especies).

Para determinar que semejante fue cada finca estudiada dentro de un mismo agroecosistema se utilizó el coeficiente de Sørensen ($IS = \left[\frac{2C}{A+B} \times 100 \right]$) que se basa en la presencia-ausencia de especies entre dos comunidades (Basáñez *et al.*, 2008), tomando valores entre 0 y 1 significándose la menor y mayor semejanza, respectivamente (Zarco *et al.*, 2010); dónde:

A = número de especies en la comunidad A,
B = número de especies en la comunidad B,
C = número de especies comunes en ambas comunidades.

Análisis estadístico: los datos obtenidos durante las determinaciones y que cumplieron los supuestos se sometieron a Análisis de Varianza de clasificación simple. Para la estimación de la significación de las diferencias se utilizó la prueba de Tukey, con un nivel de significación de $p < 0.05$. Las diferencias significativas para los índices de Margalef (Dmg), recíproco de Simpson (1/D) y α de Fisher (S) se obtuvieron a través de un Anova no paramétrico con una la prueba de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$), bajo la hipótesis nula de igualdad entre condiciones.

7. VARIACIÓN PEPTIDÓMICA DEL VENENO DEL ESCORPIÓN *RHOPALURUS JUNCEUS* EN EL SECTOR FITOGEOGRÁFICO *MOANICUM* DEL ORIENTE DE CUBA.

La presente investigación se llevó a cabo en diferentes años en dos fases: una de campo y otra de laboratorio.

La fase de campo se realizó durante los meses lluviosos de los últimos tres años. Se llevaron a cabo muestreos diurnos sistemáticos para la recolecta de ejemplares de *Rhopalurus junceus*. Se inspeccionaron varios substratos como hojarasca, troncos caídos, debajo de piedras y rocas, en búsqueda de individuos adultos, los cuales se extrajeron de la población a través del método directo de simple inspección (Teruel y Montano, 2005). Para la identificación de los ejemplares se utilizaron las claves taxonómicas de Teruel y Armas (2006). En cada punto de muestreo se registró la altura sobre el nivel del mar (metros), las distancias promedio entre distritos fitogeográficos a través de Google Earth (km), los valores de temperaturas mínima, media y máxima ($^{\circ}\text{C}$), precipitaciones (mm) y humedad relativa (%) se tomaron a partir de los registros meteorológicos de la serie histórica de los años 1997-2017 pertenecientes al sector *Moanicum*.

Los animales se mantuvieron separados en contenedores individuales y se trasladaron en un transporte terrestre hasta el bioterio del Centro de Desarrollo de la Montaña, ubicado en el municipio de El Salvador, provincia Guantánamo.

La fase de laboratorio incluyó el arribo de los animales al bioterio, su adaptación por un periodo de 24 horas antes del ordeño y el mantenimiento en cautiverio durante tres meses posteriores a la captura. Los animales que murieron durante este periodo se conservaron en frascos con alcohol al

96 %, el resto de los animales se sacrificaron tres meses posteriores por congelamiento a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y todos formaron parte de la colección biológica del Centro de Desarrollo de la Montaña. El procesamiento y la caracterización bioquímica del veneno de *R. junceus*, se realizó en el Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos del Instituto de Biotecnología (IBT) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Características físico-geográficas del sector *Moanicum*

La zona de estudio se encuentra ubicada en la región noroeste de Cuba y forma parte del sector fitogeográfico *Moanicum*. En general no constituye una cordillera continua, sino que son al menos cuatro grupos montañosos que están separados por valles ultramontanos (Mateo, 2016). Este sector, comprende los distritos: *Nipense*, *Cristalense*, *Moaënse*, *Baracoëense*, *Purialense* y *Yaterense* según Borhidi y Muñiz (1986) (figura 2).

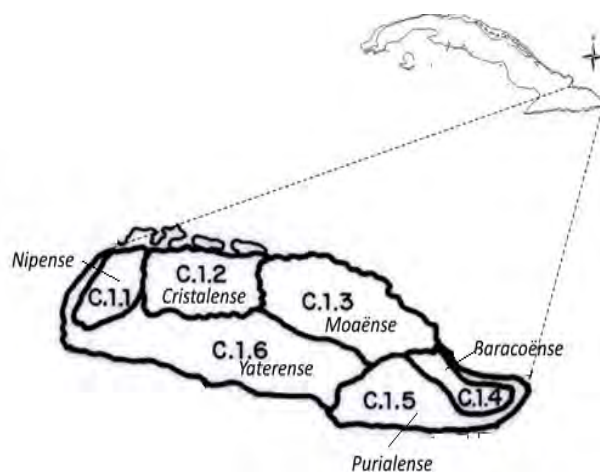


Figura 2. División Fitogeográfica de la subprovincia *Cuba Este* según Borhidi y Muñiz, 1986: Distritos fitogeográficos del sector *Moanicum*: C.1.1 *Nipense*, C.1.2 *Cristalense*, C.1.3 *Moaënse*, C.1.4 *Baracoëense*, C.1.5 *Purialense* y C.1.6 *Yaterense*.

C.1 significa el mismo sector *Moanicum*, el otro número representa al distrito

Variables climáticas del área de estudio

En la tabla 8 se presenta el registro de una serie histórica de datos meteorológicos obtenidos de la red de estaciones meteorológicas en los seis distritos del sector fitogeográfico *Moanicum*.

Tabla 8. Serie de datos climáticos 1997-2016 obtenidos del sistema de estaciones meteorológicas del sector *Moanicum* (Tm= temperaturas media; Tmáx.=temperaturas máxima; Tmín.= temperaturas mínima); (°C, grados Celsius); Hr= humedad relativa (% , por ciento); P= precipitación (mm, milímetro); meses del año (columna).

<i>Nipense</i> (Pinares de Mayari) 1997-2016 (Altura 740 metros)												
Variables	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tm (°C)	19.2	19.3	20.0	21.1	22.0	23.0	23.4	23.1	22.5	21.0	19.9	23.1
Tmáx. (°C)	23.7	24.3	25.1	26.1	26.6	27.6	28.2	27.7	26.4	24.8	24.1	27.7
Tmín. (°C)	15.3	14.9	15.8	16.9	18.2	19.4	19.5	19.7	19.5	18.0	16.4	19.7
Hr. (%)	82	79	78	78	81	82	81	84	85	84	83	84
P (mm)	44.7	67.3	60.0	119.7	253.1	244.4	193.3	286.3	227.0	115.6	58.2	286.3
<i>Cristalense</i> (Cayo Mambi) 1997-2016 (Altura 10 metros)												
Tm (°C)	23.1	23.4	24.1	25.3	26.1	27.1	27.6	27.6	27.1	26.3	24.9	23.9
Tmáx. (°C)	27.4	28.0	28.7	29.8	30.5	31.5	32.0	32.4	32.3	30.7	28.8	27.8
Tmín. (°C)	19.0	18.8	19.7	21.3	22.4	23.3	23.8	23.7	23.2	22.9	21.4	20.3
Hr. (%)	79	76	74	73	76	78	76	77	78	81	80	81
P (mm)	51.1	55.7	70.9	80.8	112.8	122.5	78.3	84.6	110.3	163.2	151.8	86.6
<i>Moañense</i> (Farallones de Moa) 1997-2016 (Altura 335 metros)												
Tm (°C)	21.3	21.4	20.9	21.8	23.8	24.9	25.6	25.4	24.6	24.3	22.7	22.1
Tmáx. (°C)	25.9	26.5	27.2	28.1	28.9	30.0	30.6	30.7	30.2	28.9	27.0	26.2
Tmín. (°C)	17.7	17.2	17.8	19.1	20.3	21.4	22.2	21.8	21.2	21.2	19.4	18.9
Hr. (%)	81	78	72	74	81	80	78	79	83	84	83	82
P (mm)	82.9	114.6	12.0	89.9	177.3	47.2	78.4	245.9	207.2	287.2	199.4	313.2
<i>Baracoense</i> (La Poa) 1997-2016 (Altura 12 metros)												
Tm (°C)	69.2	35.1	302.9	129.1	169.9	10.6	64.5	74.6	232.4	197.8	647.5	201.4
Tmáx. (°C)	27.5	28.2	26.6	27.9	29.6	32.2	32	32.3	32.1	31	29.1	28.1
Tmín. (°C)	19.2	20.1	20.5	21.3	21.7	23.5	24.2	24.1	23.0	22.3	21.6	21.5
Hr. (%)	80	81	81	85	86	80	81	81	83	87	89	83
P (mm)	69.2	35.1	302.9	129.1	169.9	10.6	64.5	74.6	232.4	197.8	647.5	201.4
<i>Purialense</i> (El Chote) 1997-2016 (Altura 630 metros)												
Tm (°C)	20.0	20.8	21.2	22.1	22.4	24.1	24.4	25.2	24.0	23.1	22.1	21.4
Tmáx. (°C)	26.4	27.2	26.7	27.7	27.9	29.9	31	31.2	29.5	29.2	27.5	27.2
Tmín. (°C)	14.2	15	16.3	17.5	17.5	19.1	19.6	20.3	19.5	18.4	18.4	16.8
Hr. (%)	68	73	72	79	78	73	77	71	81	84	85	80
P (mm)	3.5	115.8	134.8	235.7	71.6	61.6	124.0	24.4	183.8	128.7	130.7	129.6
<i>Yaterense</i> (Limonar de Monte Roux) 1997-2016 (Altura 460 metros)												
Tm (°C)	19.8	20.5	20.6	21.8	22.8	24.2	24.3	25.1	24.4	23.5	22.4	21.4
Tmáx. (°C)	25.5	26.7	25.8	27.4	28.5	30.2	30.8	31.0	30.3	29.1	27.2	25.6
Tmín. (°C)	15.7	15.4	16.8	17.8	18.6	20.1	20.4	21.2	20.6	20.2	19.3	18.4
Hr. (%)	79	78	80	79	78	77	79	77	80	83	86	83
P (mm)	56.7	8.0	35.6	67.1	180.7	81.7	43.9	71.2	330.3	70.7	70.9	106.0

Material biológico

Para la caracterización bioquímica del veneno de *R. juncus* se emplearon muestras recolectadas en diferentes años y áreas del sector *Moanicum*. Particularmente en el distrito *Baracoense* donde

se analizaron varias localidades y fue objeto del análisis del veneno por clases sexuales (tabla 9), se justifica por ser el primero y más antiguo distrito de extracción masiva de *R. junceus* en Cuba, con los consiguientes registros censales de la especie (Cao, 2002; Tellez *et al.*, 2013), a esto se añadió el hecho de constituir *per se* un departamento de Conservación del Parque Nacional Alejandro de Humboldt.

Tabla 9. Distritos de muestreos de *Rhopalurus junceus*. Se detallan sus respectivas coordenadas geográficas. Se muestra el número de individuos analizados. n = tamaño de muestra.

Distritos fitogeográficos	Nipense	Cristalense	Moaense	Baracoense	Purialense	Yaterense
Coordenadas	212700 - 616700	224200 - 663500	206609 - 690800	184053 - 746384	170900 - 719100	165100 - 769900
Altitud	740	10	335	12	630	460
Formaciones vegetales	Bosque de pino		Bosque Pluvial montano	Bosque siempreverde	Bosque siempre-verde	Bosque semi-deciduo
Microhábitat	debajo de corteza, dentro y debajo de troncos derribados	Suelo y hojarasca	Suelo y hojarasca	debajo de corteza, dentro y debajo de hojas de palmas	Bajo piedras	Bajo piedras
Venómica	n = 20 ♂, n = 20 ♀	n = 20 ♂, n = 20 ♀	n = 20 ♂, n = 20 ♀	n = 20 ♂, n = 20 ♀	n = 20 ♂, n = 20 ♀	n = 20 ♂, n = 20 ♀

Se recolectaron 20 especímenes adultos hembras de *R. junceus* en los meses de lluvia del año 2001 en la localidad de La Recontra (distrito *Baracoense*), este veneno se empleó en la obtención de la toxina RjAa12 y cuatro secuencias amino terminales de toxinas de Na⁺.

Para el estudio de la variación geográfica del veneno se utilizaron especímenes *R. junceus* adultos machos y hembras recolectados en cada uno de los seis distritos fitogeográficos del sector *Moanicum* (tabla 9).

El material biológico utilizado en los diferentes análisis se presenta en la tabla 9.

Especímenes adultos, machos y hembras de *R. junceus* recolectados en el periodo lluvioso del año 2013 en la localidad de Quibiján (distrito *Baracoëense*) se emplearon en el análisis de variación sexual del veneno (figura 3).

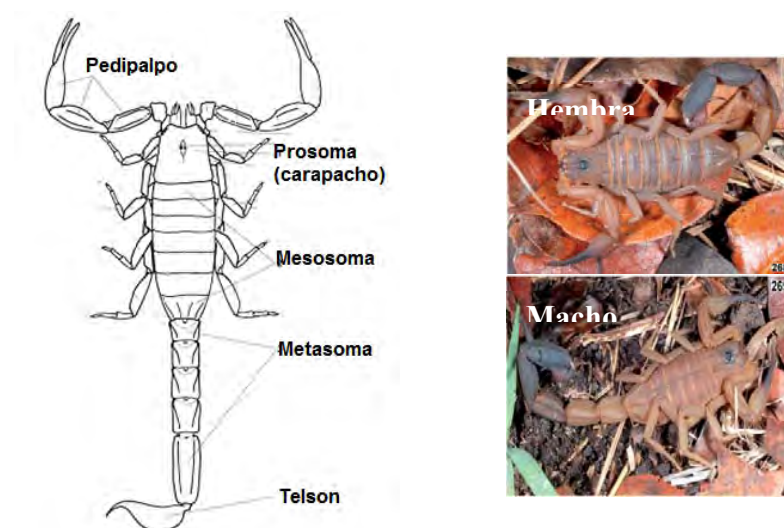


Figura 3. Caracteres morfométricos evaluados en especímenes adultos de *R. junceus*. (Izquierda) esquema de las estructuras anatómicas. (Derecha) Especímenes adultos macho y hembra de *Rhopalurus junceus* Tomado de Teruel y Kovarik 2012.

Insectos (*Achaeta domesticus*) y mamíferos (*Mus musculus* cepa CD1) utilizados como biomodelos en los ensayos de toxicidad se obtuvieron del Bioterio del Instituto de Biotecnología-UNAM. La experimentación animal se realizó según estándares bioéticos, con el empleo de un número reducido de animales y con la aprobación del Comité de Bienestar Animal del Instituto de Biotecnología.

Toxicidad del veneno

La experimentación animal se realizó siguiendo estándares bioéticos, con un número reducido de animales y con la aprobación del Comité de Bienestar Animal del Instituto de Biotecnología de México.

Toxicidad sobre *Acheta domesticus*- Los grillos adultos de *Acheta domesticus* con un peso corporal de 1 g, se inyectaron intratorácicamente entre el segundo y el tercer par de patas, en

concentración de 10, 20 y 30 µg de proteína total del veneno, inoculados con una jeringa Hamilton de 5 µL de capacidad o 15 µL para componentes puros. El veneno o las fracciones no tóxicas significan que los animales tratados no presentaron síntomas de intoxicación (grupo control), los cuales se inyectaron con una solución tampón salina fosfato (PBS), a pH 7.4. Se consideraron los efectos de intoxicación: Tóxico, cuando los animales pierden el equilibrio (problemas para ponerse de pie), parálisis parcial, salivación, pero generalmente se recupera después de unas pocas horas. Efecto letal, cuando los animales además de mostrar los síntomas anteriormente descritos se paralizan y mueren dentro de las 24 h después de la inyección. Los ensayos se realizaron por triplicado y como variable respuesta se consideraron los animales que sobrevivieron.

Toxicidad sobre *Mus musculus*- El veneno total y algunos de sus componentes se evaluaron en ratones machos (cepa CD1) suministrados por el Bioterio del Instituto de Biotecnología-UNAM, con un peso de 18-20 g. Se inyectaron 50, 100 y 200 µg de proteínas del veneno total y 20 µg por componente específico, todos por vía intraperitoneal en ratones. Los ensayos se realizaron por triplicados y los animales se mantuvieron en observación durante 24 horas después de la inoculación del veneno, en base a la aparición de síntomas de intoxicación tales como temblores, hipersalivación, hiperlacrimación, dificultad para respirar, parálisis de las extremidades y muerte.

Actividad del veneno sobre canales iónicos K⁺ y Na⁺

Para conocer la actividad del veneno de *R. junceus* sobre canales iónicos se realizó la técnica de *patch clamp* en modo de voltaje-clamp, en células con expresión de canales de potasio tipo ERG y sodio, de acuerdo a la metodología descrita por (Rodríguez de la Vega *et al.*, 2009).

En el protocolo, se utilizaron células F11 producto de la fusión de células de neuroblastoma de ratón con células de neuronas embrionarias de la raíz del ganglio dorsal (RGD). Estas células se cultivaron en medio Dulbecco modificado (Gibco, EE.UU) con 10 % de suero fetal bovino (Gibco, EE.UU) y mantenidas a 37 °C en una atmosfera de 95% de humedad con 5 % de CO₂.

Durante los experimentos las células se mantuvieron en una solución extracelular estándar, que contenía: 130 mM de NaCl, 5 mM de KCl, 2 mM CaCl₂, 2 mM de MgCl₂, 10 mM de HEPES-NaOH y 5 mM de D-glucosa, pH 7.3. Para los ensayos biofísicos las células se perfundieron con una solución externa con alto contenido de K⁺ ([K⁺] = 40 mM), en la cual el NaCl fue remplazado por una cantidad equimolar de KCl. La solución de la pipeta contenía 130 mM de aspartato de potasio, 10 mM de NaCl, 2 mM de MgCl₂, 10 mM de EGTA-NaOH, 10 mM de HEPES-NaOH y una concentración de Ca²⁺ de aproximadamente 50 nM, pH 7.3.

La solución intracelular estándar contenía 10 mM NaCl, 2 mM MgCl₂, 130 mM de aspartato de potasio 10 mM de EGTA, 10 mM de tampón HEPES ajustado con KOH a pH 7.3.

Para registrar las corrientes ERG de canales de K⁺ las células se mantuvieron a un potencial de -80 mV y se pasaron a uno de +60 mV durante 500 ms. Las corrientes residuales se registraron durante el siguiente paso a un potencial de -120V.

Las corrientes de sodio se obtuvieron por un protocolo con pasos de despolarización desde -80 a +20 mV precedido de un prepulso de 5 ms a 50 mv. Los registros se analizaron mediante el programa pClamp7 (Molecular Device, EE.UU).

Caracterización bioquímica del veneno de *Rhopalurus junceus*

Obtención del veneno

El veneno de los escorpiones se extrajo individualmente por estimulación eléctrica del telson con corriente alterna de 20 volt. Las muestras independientes se colectaron en microtubos de 1,5 ml (Eppendorf, Hamburgo, Alemania). Inmediatamente las muestras de venenos se disolvieron en agua tetradestilada y se centrifugaron durante 30 minutos a 15000 g en una centrifuga refrigerada (Eppendorf MR Microcentrifuge, 5417R; Alemania) a 4 °C, luego se liofilizaron las muestras y se conservaron a - 20 °C.

Cuantificación de proteínas

El contenido proteico de todas las muestras de veneno total se estimaron por espectrofotometría (NanoDrop ND-1000 V3.5.2, Thermo Electron Corporation, EE.UU) según la ley de Lambert y Beer (Lambert, 1760), donde la concentración de las muestras fueron directamente proporcional a su absorbancia/cm de longitud de la trayectoria de luz a 280 nm.

Cromatografía líquida de alta eficiencia de fase inversa (RP-HPLC)

Muestras:

- a) Mezcla de venenos de escorpiones hembras correspondiente al distrito *Baracoense* del año 2001.

- b) Mezcla de venenos de escorpiones de ambos sexos de *R. junceus* correspondientes a cada uno de los distritos fitogeográficos se ajustaron cada uno a 2 mg de proteína total disueltos en 100 µl y se inyectaron directamente al cromatógrafo HPLC.
- c) Mezcla de venenos de machos y hembras independientes de *R. junceus* procedentes del distrito *Baracoense* se aplicaron por separado en el sistema de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). Ambas mezclas de venenos se ajustaron por separado con fines comparativos a 1 mg de proteína disueltos en 100 µl y se inyectaron directamente al cromatógrafo HPLC.
- d) Recromatografía del componente RjAa12, así como las fracciones proteolíticas, reducidas y alquiladas de este propio componente.

Las separaciones cromatográficas de cada una de las muestras anteriores se realizaron con el mismo cromatógrafo HPLC Waters 625LC System (EE.UU) equipado con una columna analítica de fase inversa C18 (250 x 10 mm, Vydac Hesperia, CA. EE.UU.). Los componentes se separaron mediante un gradiente lineal de la solución A (ácido trifluoroacético 0.12% en agua) a 60 % de solución B (0.10% TFA en acetonitrilo), con una duración de 60 min. La detección de los componentes se monitoreó por absorbancia a una longitud de onda de 230 nm y eluyeron a un flujo de 1 mL/min. Las fracciones se recolectaron de forma manual y se eliminó el acetonitrilo con una centrífuga al vacío (Refrigerated CentriVap Centrifugal Concentrator, Thermo Electron Corporation, EE.UU), luego se guardó a - 80° C (Revco Manufacturing Ltd, Suiza) hasta el momento de su uso.

Reacciones de reducción y alquilación de componentes del veneno

Las fracciones obtenidas por RP-HPLC se resuspendieron en 50 µL de ditioneitol a 50 mM (DTT) a pH 6.5 y se incubaron durante 1 hora a 56 °C. Para la alquilación de las muestras se utilizó una solución 10 µL de Iodoacetamida (IAM) 45 mM durante 1.5 h protegida de la luz y a temperatura ambiente. Las muestras se desalaron con el empleo de Zip tip C18 (Vydac Hesperia, CA. EE.UU.), y se separaron directamente por HPLC (HPLC del inglés, *High Performance Liquid Chromatography*) a través de una columna C18 analítica (Vydac Hesperia, CA. EE.UU.).

Digestión proteolítica del componente RjAa12

Al componente RjAa12 purificado por HPLC, reducido y alquilado, se le realizó una digestión proteolítica, a través de dos tipos de enzimas:

A) Tripsina (grado analítico, Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Alemania). El péptido puro se digirió con la enzima en proporción (1:20) (enzima: péptido) en tampón Tris-HCl 100 mM pH 8.5, y se incubó toda la noche a 37 °C, luego se separaron los fragmentos de la digestión por RP-HPLC.

B) Endoproteasa V8 de *Staphylococcus aureus*: (grado analítico): (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Alemania). Los péptidos se resuspendieron en 100 µL de tampón de bicarbonato de amonio (NH₄HCO₃) al 25 mM con pH 8.2, los péptidos se digirieron con la enzima V8 en proporción (1:20), la muestra se incubó a 37 °C por 10 horas. Una vez terminado el tiempo de incubación se analizó la muestra mediante RP-HPLC.

Secuenciación de aminoácidos

La determinación de la estructura primaria se realizó con los secuenciadores de aminoácidos:

La secuenciación parcial de los componentes del veneno Rj30.06, Rj30.50, Rj31.83 y Rj34.34, se determinaron por medio de la secuenciación automática de Edman, en un secuenciador de aminoácidos Beckman LF 3000 Protein Sequencer (Palo Alto, CA, EE.UU). En este equipo también se realizó la secuenciación completa del componente RjA12, previa secuenciación amino terminal y de los productos obtenidos después de la reducción, alquilación y digestión proteolítica. De cada una de las muestras se emplearon 100 µL, y se aplicaron a una membrana de fibra de vidrio e incubados a 37 °C por 18 horas; posterior a este tiempo, las muestras se analizaron en el secuenciador de aminoácidos (estándar PTH-aa, Beckman, Palo Alto, CA, EE.UU) de acuerdo a Batista *et al.*, (2004, 2007).

La secuenciación aminoacídica de los componentes Rj1m1 y Rj1m2 obtenidos del veneno de machos de *R. junceus* del distrito *Baracoense* se determinaron por medio de la secuenciación automática de Edman, en un secuenciador de aminoácidos PPSQ-31A de Shimadzu Scientific Instruments, Inc. (Columbia, Maryland, EE.UU). De cada uno de los péptidos se emplearon 100 µL, y se aplicaron a una membrana de fibra de vidrio e incubados a 37 °C por 18 horas para su secuenciación.

Caracterización poblacional

Para la comprobación del fenómeno de variación intraespecífica del veneno de *R. junceus* se redujeron las fuentes potenciales de variación: Se suministró agua a todos los escorpiones, pero no se alimentaron previo al ordeño. Se empleó el mismo equipo de estimulación eléctrica calibrado a

20 volt y manejado por un mismo operario; horario de ordeño próximo al crepúsculo vespertino (simuló la actividad nocturna de los escorpiones); se emplearon geles refrigerantes para crioconservar las muestras durante la colección del veneno; el disolvente utilizado en todas las operaciones fue agua tetradestilada.

Todos los reactivos empleados en la investigación fueron de grado analítico y las soluciones preparadas para la realización de los HPLC fue la misma para las corridas cromatograficas de las muestras de los seis distritos fitogeográficos. Se empleó el mismo equipo de HPLC (Waters 625LC System, EE.UU) para todas las muestras de veneno de *R. junceus*.

Análisis de espectrometría de masas de los venenos del sector *Moanicum*

El análisis por espectrometría de masas (MS) se realizó con dos espectrómetros indistintamente: a) LCQFleet (Thermo Fisher Scientific Inc., San José, CA, EE.UU), Batista *et al.*, (2007) y b) Orbitrap Velos (Thermo Fisher Scientific Inc., San José, CA, EE.UU).

- a) El análisis de espectrometría de masas de las fracciones obtenidas por RP-HPLC de muestras de venenos de los seis distritos fitogeográficos excepto la localidad de Quibiján (distrito *Baracoense*), emplearon el espectrómetro de masas LCQFleet (Thermo Fisher Scientific Inc., San José, CA, EE.UU). (Batista *et al.*, 2007). Este equipo también se empleó para el análisis de masas de las fracciones previamente reducidas, alquiladas y digeridas proteolíticamente.
- b) El análisis de las masas moleculares de los componentes del veneno de las clases sexuales del distrito *Baracoense*, se realizó por medio del sistema LC MS, compuesto por una bomba de nanoflujo EASY n-LCII (Thermo Fisher Scientific, EE.UU), acoplado a espectrómetro de masas Orbitrap Velos (Thermo Fisher Scientific EE.UU). Las fracciones cromatográficas se reconstituyeron en una mezcla de acetonitrilo 50 % y ácido acético 1% a una concentración final de 0.1-0.5 µg/µL. Esta mezcla se aplicó directamente en el espectrómetro, se utilizó una bomba de inyección Agrimensor MS (EE.UU) sistema de entrega con un flujo lineal. El voltaje del capilar se fijó en 1.7 kV y la temperatura del capilar a 130 °C. Todos los espectros se obtuvieron en el modo de iones positivos. El procesamiento de los datos y la desconvolución de los espectros se realizaron con el programa Xcalibur, EE.UU (Batista *et al.*, 2007).

Actividad enzimática

Actividad enzimática fosfolipasa

La actividad fosfolipasa se determinó mediante la hidrólisis realizada por muestras de veneno de los diferentes distritos, sobre los fosfolípidos presentes en la yema de huevo según Habermann y Hardt (1972). Para el desarrollo de este ensayo, se emplearon 36 mL de solución de NaCl al 0.86 % en la cual se disolvieron 12 mL de yema de huevo. Se prepararon geles con 0.5 mL de solución de yema de huevo, más 50 mL de una solución de agarosa al 0.6 % en solución amortiguadora Tris-HCL 50 mM pH 7.95 y 0.5 mL de solución de CaCl₂ 10 mM (Solución de fosfolípidos). Una vez obtenida la solución de fosfolípidos, se emplearon 15 mL de ésta, para hacer geles de 2 cm de espesor en cápsulas de Petri. Una vez solidificado el gel de la solución de fosfolípidos se perforaron 19 pocitos de 2 mm de diámetro y se aplicaron en 17 de ellos 30 µg de proteína de venenos individuales de *R. junceus* de diferentes sexos, pertenecientes a cada uno de los distritos fitogeográficos estudiados.

Se empleó como control positivo 30 µg de proteína de veneno del escorpión *Vaejovis mexicanus* y como control negativo 30 µL de agua tetradestilada. La actividad enzimática se manifiesta con la aparición de un halo transparente alrededor del pocito.

Actividad enzimática hialuronidasa.

La actividad enzimática hialuronidasa se determinó por dos protocolos: a) el descrito por Tolksdorf *et al.* (1949) y b) el descrito por Cevallos *et al.* (1992).

a) Tolksdorf *et al.* (1949). Método turbidimétrico

Se prepararon dos soluciones, 1) ácido hialurónico a una concentración de 0.4 mg·mL⁻¹ en tampón de 100 mM de fosfato de sodio pH 5.8 conteniendo 150 mM de NaCl y 2) hexadecilpiridinio al 10 % en agua tetradestilada.

Se emplearon 30 µg de proteínas de veneno total de muestras individuales de sexos diferentes pertenecientes a los seis distritos fitogeográficos estudiados, se adicionaron en tubos de ensayos en un volumen final de 50 µL de solución 100 mM de tampón fosfato de sodio a pH 5.8, se adicionaron 50 µL de la solución de ácido hialurónico (0.5 mg/mL), se mezclaron por agitación y se dejaron incubando a temperatura ambiente durante 20 min. Posterior a este tiempo se detuvo la

actividad enzimática calentando el tubo a temperatura de 100 °C en baño María durante 5 min. El tubo se enfrió a temperatura ambiente y se le adicionaron 250 µL de hexadecilpiridinio 10 %, el tubo se agitó de nuevo con vortex y después de 10 minutos, se midió la absorbancia a 540 nm, y se cuantificó la actividad enzimática con una curva de calibración obtenida con concentraciones de 0.00 a 0.4 mg/mL de ácido hialurónico.

Se empleó como control negativo (C-), una muestra que contenía ácido hialurónico sin el veneno de *R. junceus* y como control positivo (C+), se utilizó 30 µg del veneno de la araña *Brachypelma vagans*. La disminución de la absorbancia a 540 nm en las muestras es proporcional a la actividad hialuronidasa. Todos los análisis se realizaron por duplicado.

b) Cevallo *et al.*, 1992. Geles de actividad enzimática hialuronidasa.

Esta actividad se realizó por medio de zimogramas, empleando geles de poliacrilamida de SDS-PAGE al 12 % T (Tampón Tris-HCl 1.5M, pH 8.8). En estos geles se depositaron muestras individuales de 30 µg de proteínas de veneno total de sexos independientes pertenecientes a los distritos *Cristalense*, *Moaënse*, *Baracoënse*, *Purialense* y *Yaterense*. El gel se polimerizó con ácido hialurónico a una concentración final de 0.5 mg mL⁻¹ (Cevallos *et al.*, 1992). Las muestras se separaron bajo corriente constante 15 mA. Después de la electroforesis el gel se incubó con una solución amortiguadora 100 mM de NaH₂PO₄ pH 5.8, conteniendo 150 mM de NaCl y 5% Tritón X-100 por dos horas. Durante este tiempo se realizaron tres lavados con la misma solución tampón, pero disminuyendo el TritónX-100 hasta 0. Posteriormente el gel se tiñó por dos horas con 5 % de formamida, 20 % de isopropanol, 0.015 mM de Tris-HCl pH 7.95 y 5 mL de 0.1 % de "Stains all", sin exponerse a la luz. Finalmente, se destiño con 5% de formamida, 20 % de isopropanol y 15 mM Tris-HCl pH 7.9. Cada uno de los pasos se realizó en agitación rotatoria con vortex a temperatura ambiente. La actividad de hialuronidasa se reveló por la presencia en el gel de un halo transparente.

Análisis de los datos

Análisis de secuencias peptídicas

Una vez obtenidas las secuencias parciales o completas de los péptidos presentes en el veneno de *R. junceus*, se realizó inicialmente una disminución de la redundancia por medio del programa Decrease Redundancy (http://web.expasy.org/decrease_redundancy/), usando un valor de 98% como punto de corte de similitud para eliminar secuencias.

Posteriormente, con las secuencias obtenidas sin redundancia, se realizó un alineamiento múltiple usando el programa Clustal Omega (<http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalo/>) con los parámetros por defecto para proteínas. Los resultados obtenidos del alineamiento se sometieron a Simple Phylogeny (http://www.ebi.ac.uk/Tools/services/web/toolform.ebi?tool=simple_phylogeny). Se realizó un árbol de matriz de distancias, sin excluir los gaps y usando un método de agrupamiento tipo UPGMA.

Alineamientos individuales de cada una de las secuencias también se realizaron en el servidor Blast (www.ncbi.nlm.nih.gov/Blast), opción Blastp, usando una matriz BLOSUM62, penalización por gap de existencia: 11 y extensión: 1, en búsqueda no redundante y umbral de 10.

Variación del veneno de *Rhopalurus junceus*

Para comparar el contenido de proteínas totales del veneno, entre las clases sexuales y los distritos fitogeográficos se realizó un análisis de varianza de clasificación simple para determinar entre que grupos existía diferencia, se procedió a realizar la Pruebas de Múltiple Rango aplicando el método de Tukey HSD con un nivel de confianza del 95% a través del programa Past versión 3.

Para comparar la actividad de la enzima hialuronidasa del veneno, los valores de probabilidad se obtuvieron de la comparación con el control negativo (C-) *versus* cada grupo de tratamiento (distritos) por la prueba de Dunnet. Las diferencias de actividad enzimática entre los tratamientos se determinaron por un análisis de varianza y una prueba de Tukey, al comprobarse la normalidad de los datos.

Los datos de masas moleculares del veneno de *R. junceus* de cada distrito fitogeográfico y las clases sexuales del distrito *Baracoense* se organizaron en orden creciente. Se consideraron componentes diferentes cuando las masas moleculares diferían en 2 Da, previamente determinadas en el espectrómetro de masas LCQ Fleet Thermo Fisher Scientific Inc. (San José, CA, EE.UU.) y se asumió el criterio de 0.5 Da para discriminar un componente de otro cuando las masas moleculares se determinaron con el espectrómetro ORBITRAP VELOS Thermo Fisher Scientific Inc. (San José, CA, EE.UU). Se consideraron los criterios anteriores para construir una tabla de ausencia / presencia para cada componente en función de su masa molecular en los diferentes distritos y en las clases sexuales del veneno de *R. junceus*. Se establecieron intervalos de masas moleculares según (Possani *et al.*, 1999; Tytgat *et al.*, 1999): <3 kDa, 3-6 kDa, 6.1-10 kDa y >10 kDa, se determinaron las masas moleculares únicas y comunes por distrito dentro de cada intervalo de masas moleculares.

La contribución de las masas moleculares por distritos y grupos funcionales acorde a la distribución geográfica y a la variación genética (composición haplotípica) se determinaron con una prueba de independencia χ^2 (Sokal y Rohlf, 1981), con 1000 simulaciones de Monte Carlo (Roff y Bentzen, 1989), a través del programa CHIRXC (Zaykin y Pudovkin, 1993).

Correspondencia entre caracteres fenotípicos, geográficos y ambientales de las poblaciones de *Rhopalurus junceus* en el sector *Moanicum*.

Los valores de matrices de distancia peptidómica se obtuvieron mediante el programa PopTools (versión 3), se transformaron a distancias euclidianas con el programa STATISTICA versión 7/0 (StatSoft, 2007). Se empleó el mismo criterio para la transformación a distancias euclidianas del resto de las variables: distancias geográficas, altitud, temperaturas mínimas, medias y máxima, precipitaciones y humedad relativa entre las distintas poblaciones estudiadas. Estas matrices se utilizaron para investigar los posibles agentes causales de los patrones observados en las poblaciones de *R. junceus* del sector *Moanicum* mediante la prueba no paramétrica de Mantel (Mantel, 1967) de asociación de matrices. Esta prueba se realizó con el programa PopTools, con el empleo de 10 000 aleatorizaciones.

8. CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO AGUA EN LA REGIÓN DE ESTUDIO

Los parámetros seleccionados para la caracterización de las aguas en los agroecosistemas fueron: pH, Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Nitratos (NO_3^-) y nitritos (NO_2^-), por constituir indicadores directos del nivel de contaminación de un caudal de agua (APHA AWWA WEF, 2005).

Los muestreos se realizaron en agroecosistemas de los municipios de Yateras y Manuel Támes, provincia de Guantánamo, en puntos correspondientes a las fuentes de abasto a los agroecosistemas objeto de estudio. Los puntos de muestreo se seleccionaron en base a su ubicación con respecto a los agroecosistemas y su rol como fuente de abasto de los mismos. Sobre esta base las fincas seleccionadas se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Puntos seleccionados para la toma de muestras de agua en las fuentes de abasto de los agroecosistemas de los municipios Yateras y Manuel Tames.

Punto	Localidad	Forma Productiva	Finca	Agroecosistema
Río Guayabal (Alto de Corea)	Raizú	CCS Antero Regalado	Finca 1 "Jorge Ramos Leiva"	Cafetalero, Forestal
Río Toa (Raizú)	Raizú	Granja integral EJT	Unidad militar Integral "Peña Blanca"	Forestal
Manantial (Palma del tiro)	La Cuabita	CCS "Pastor Martínez"	Finca 1. "Emilio Matos López"	Cafetalero, Silvopastoril
			Finca 2. "Geraldo Calderín"	Cafetalero Silvopastoril
			Finca 3. "Aracelio Benítez Peña"	Cafetalero
			Finca 4. "Erlan Rodríguez Pelier"	Cafetalero, Silvopastoril
			Finca 5. "Julio Rodríguez Matos"	Cafetalero, Forestal
Manantial	Las municiones	CCS "Lino Álvarez de La Mercedes"	Finca 1. "Oscar Pérez Rodríguez"	Cafetalero
			Finca 2. "Diego Arcalla Rodríguez"	Silvopastoril
Manantial	Vega Grande	CCS "Sixto Acosta"	Finca 1. Enrique Lalan Blanco	Cafetalero, Forestal, Silvopastoril

En cada punto se tomaron varias muestras en dependencia de las características del área, las cuales se homogenizaron para obtener una muestra representativa en cada caso.

Para la toma de las muestras se tomaron en consideración los requisitos correspondientes para los muestreos de aguas según APHA AWWA WEF (2005).

Las determinaciones de pH, Oxígeno Disuelto, Demanda Química de Oxígeno, Nitratos y Nitritos se realizaron según la metodología establecida para agua potable, fundamentalmente el Método Estándar Internacional (APHA AWWA WEF, 2005) y la norma cubana NC 93-03: 1985. Los métodos se relacionan a continuación:

- Determinación del pH: electrométrico.
- Determinación del Oxígeno Disuelto (OD): método de Winkler o yodométrico con modificaciones.
- Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO): método del dicromato de potasio.
- Determinación de Nitratos y Nitritos: espectrofotométrico.

9. EVALUACIÓN DE LAS POTENCIALIDADES AGROBIOLÓGICAS DE LOS COMPONENTES DE LA FLORA EN AGROECOSISTEMAS PRODUCTIVOS DE MONTAÑA.

Tamizaje fitoquímico a las especies

Se partió de las especies identificadas y colectadas en agroecosistemas de las localidades de Las Munciones, Riíto, Raizú y La Cuabita en el municipio de Yateras, provincia de Guantánamo, y de la localidad de Majayara en el municipio de Sagua de Tánamo, provincia de Holguín. Para la caracterización química y los estudios de actividad biológica se seleccionaron 42 especies agrupadas en 15 familias botánicas. Como criterios para la selección de las especies, se consideraron los antecedentes de actividad biológica registrados en la bibliografía especializada para las familias botánicas y los géneros a las que pertenecen las mismas, así como los resultados obtenidos en proyectos de investigación anteriores.

La identificación taxonómica de las especies se realizó en el Centro Oriental de Ecología y Biodiversidad (BIOECO), de Santiago de Cuba.

Como recurso adicional para la clasificación de otras especies, se consultaron las galerías de imágenes de herbarios virtuales y el sistema de bases de datos de colecciones biológicas disponible en el sitio <http://arctos.database.museum> en la INTERNET.

Las especies seleccionadas se relacionan en la tabla 10.

Tabla 10. Especies seleccionadas para los tamizajes fitoquímicos

No.	Nombre científico	Nombre (s) vulgar (es)	Agroecosistema	Localidad
Agavaceae				
1	<i>Agave americana</i> L. var. americana	Magüey	Silvopastoril	Las Munciones
2	<i>Agave angustifolia</i> , Haw.	Magüey espadín	Silvopastoril	La Cuabita
3	<i>Furcraea macrophylla</i> , Baker	Pita	Silvopastoril	Las Munciones
Anacardiaceae				
4	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobo	Cafetal	Majayara
			Cafetal	Raizú
			Forestal	Ríto
Asteraceae				
5	<i>Eupatorium villosum</i> SW	Tribulillo, Trebolillo	Cafetal	Raizú
6	<i>Bidens cynapiifolia</i> H.B.K.	Romerillo amarillo, Romerillo de loma	Cafetal	Majayara
			Cafetal	Raizú
Boraginaceae				
7	<i>Tournefortia hirsutissima</i> L.	Cayaya hembra	Forestal	Ríto
Crassulaceae				
8	<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.)Kurz	Hoja del aire	Forestal	Ríto
Cucurbitaceae				
9	<i>Momordica charantia</i> L.	Cundeamor	Cafetal	Raizú
Euphorbiaceae				
10	<i>Erythroxylum</i> sp. Lunan	Arabillo	Cafetal	Majayara
11	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Lechero, Yerba lechera	Cafetal	Raizú
			Forestal	Ríto
12	<i>Euphorbia hirta</i> L.	Tapón	Cafetal	Raizú
			Cafetal	Majayara
13	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd Ex Koltz	Flor de pascua	Cafetal	Majayara
14	<i>Phyllanthus acidus</i> L.	Grosella	Cafetal	Raizú
15	<i>Hura crepitans</i> L.	Salvadera	Cafetal	Raizú
16	<i>Jatropha urens</i> L.	Chaya	Cafetal	Majayara

Tabla 10. Especies seleccionadas para los tamizajes fitoquímicos (Cont.)

No.	Nombre científico	Nombre (s) vulgar (es)	Agroecosistema	Localidad
17	<i>Gymnanthes pallens</i> (Griseb.) Mull	Yaité, Aité	Cafetal	Majayara
			Forestal	Riíto
18	<i>Gymnanthes lucida</i> SW.	Yaité	Forestal	Riíto
19	<i>Drypetes mucronata</i> Griseb	Hueso de tortuga, Chicharrón	Cafetal	Raizú
20	<i>Adelia ricinela</i> L.	Jía blanca	Cafetal	Raizú
21	<i>Croton myricifolius</i> Griseb	Crotón, Tarro de chivo	Cafetal	Raizú
			Forestal	Riíto
22	<i>Croton lucidus</i> L.	Cuabilla	Forestal	Riíto
23	<i>Argythamnia cubensis</i> Britt & Wils.	Plateado	Forestal	Riíto
			Cafetal	La Cuabita
24	<i>Hippomane mancinella</i> L.	Manzanillo	Cafetal	Majayara
25	<i>Omphalea trichotoma</i> Muell. Arg.	Avellano de costa, Huevo de perro	Cafetal	Majayara
26	<i>Tragia volubilis</i> L.	Candelilla, Ortiguilla	Forestal	Riíto
27	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	Túa Túa, Frailecillo	Cafetal	Majayara
			Forestal	Riíto
Lauraceae				
28	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Cafetal	Majayara
			Cafetal	Raizú
			Cafetal	La Cuabita
Moraceae				
29	<i>Artocarpus communis</i> J. R. & J. G. A.	Mapén, Guapén	Cafetal	Raizú
30	<i>Cecropia peltata</i> L.	Yagruma	Cafetal	Majayara
			Cafetal	Raizú
31	<i>Ficus crassinervia</i> Desf.	Jagüey, común	Cafetal	Majayara
			Cafetal	Raizú
Myrtaceae				
32	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Cafetal	Raizú

Tabla 10. Especies seleccionadas para los tamizajes fitoquímicos (Cont.)

No.	Nombre científico	Nombre (s) vulgar (es)	Agroecosistema	Localidad
Piperaceae				
33	<i>Piper aduncum</i> L.	Guayuyo, Platanillo de Cuba	Cafetal	Majayara
			Silvopastoril	La Cuabita
Rubiaceae				
34	<i>Coffea arabica</i> L.	Café	Cafetal	Majayara
			Cafetal	Raizú
			Cafetal	La Cuabita
Rutaceae				
35	<i>Citrus sinensis</i> L.	Naranja dulce	Cafetal	Majayara
			Cafetal	Raizú
			Cafetal	La Cuabita
36	<i>Citrus aurantium</i> L.	Naranja ácida	Cafetal	Majayara
			Cafetal	Raizú
			Cafetal	La Cuabita
37	<i>Citrus reticulata</i> L.	Mandarina	Cafetal	Majayara
			Cafetal	Raizú
			Cafetal	La Cuabita
38	<i>Citrus paradisi</i> L.	Toronja	Cafetal	Majayara
Sapindaceae				
39	<i>Cupania americana</i> L.	Guárano, Guara común	Cafetal	Majayara
			Cafetal	Raizú
			Cafetal	La Cuabita
			Silvopastoril	La Cuabita
Solanaceae				
40	<i>Lycopersicon pimpinellifolium</i> , Dunal.	Tomate cimarrón	Cafetal	Majayara
41	<i>Solanum erianthum</i> D. Don	Predejera macho, Tabacón	Cafetal	Raizú
			Silvopastoril	La Cuabita
42	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Predejera	Cafetal	Raizú
			Silvopastoril	La Cuabita

El material vegetal se recolectó en horario de la mañana en las diferentes zonas de estudio. Las plantas se revisaron, se separaron las partes en mal estado, y se lavaron y se secaron en estufa a 40°C. Posteriormente se molinaron en un molino de cuchilla y se conservaron en nylon de polietileno a una temperatura de 20°C. Todas las plantas se identificaron debidamente y se prepararon muestras para su depósito en herbario.

Se realizó una caracterización química cualitativa de las especies seleccionadas a partir de las identificadas en los sitios estudiados, para lo cual se utilizó la metodología descrita por López y Ortiz (2003), según la cual se ensayan 14 grupos de Metabolitos secundarios:

- Alcaloides
- Triterpenos y esteroides
- Quinonas
- Aceites esenciales
- Saponinas
- Fenoles y taninos
- Flavonoides
- Cumarinas
- Resinas
- Antocianidinas
- Aminoácidos libres y aminas
- Azúcares reductores
- Carbohidratos y/o glicósidos
- Mucílagos.

Evaluación de actividad antimicrobiana de extractos vegetales (Actividad frente a hongos fitopatógenos)

Se desarrollaron bioensayos exploratorios con extractos hidroalcohólicos obtenidos de las especies seleccionadas a partir de los resultados obtenidos en los tamizajes fitoquímicos y los antecedentes de estudios de actividad biológica para las familias y géneros implicados. Sobre esta base se evaluaron las siguientes especies:

- *Citrus reticulata* L.
- *Citrus aurantium* L.

- *Citrus paradisi* L.
- *Agave americana* L. var. *Americana*
- *Euphorbia hirta* L.
- *Phyllanthus acidus* L.
- *Euphorbia pulcherrima* Willd Ex Koltz
- *Euphorbia heterophylla* L.
- *Jatropha urens* L.

Para evaluar el efecto de los extractos sobre el crecimiento micelial de las especies fungosas se empleó el método de inhibición zonal en placas, mediante la siembra de discos de micelio de 3 mm de diámetro en forma invertida, en el centro de placas Petri que contenían 20 mL de medio Papa-Dextrosa – Agar (PDA). El extracto se depositó en 3 perforaciones de 5 mm de diámetro hechas en el medio.

Tratamientos:

Los extractos se evaluaron frente a las siguientes cepas de hongos fitopatógenos:

Citrus reticulata L. y *Citrus aurantium* L.

- *Fusarium* sp.
- *Curvularia* sp.
- *Alternaria* sp.

Agave americana L. var. *americana*

- *Mycosphaerella* sp.
- *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.
- *Colletotrichum tropicale*

Los extractos de las restantes seis especies se evaluaron solamente frente a la cepa de *Fusarium* sp.

En todos los casos se utilizaron los extractos a la concentración del 15%.

Se empleó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial, donde los factores de variación fueron las cepas y los extractos vegetales, excepto en el caso de las especies evaluadas solo frente a *Fusarium* sp. donde el factor de variación fue el extracto utilizado.

Cada tratamiento se replicó 3 veces y se comparó con un control en el que se utilizó etanol.

Las placas se incubaron a 24°C durante 120 horas, durante las cuales se midió (en cm) el crecimiento de las colonias.

Para la interpretación de los resultados los datos se sometieron a Análisis de Varianza y las medias se compararon aplicando la prueba de Student Newman Keuls ($p < 0.05$).

El procesamiento de la información se realizó a través del paquete estadístico Statgraphics Plus 4.1 (1999).

10. EVALUACIÓN DE FUENTES ALTERNATIVAS DE ALIMENTOS POTENCIALMENTE UTILIZABLES EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL EN AGROECOSISTEMAS PRODUCTIVOS DE MONTAÑA Y RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE DIETAS ALTERNATIVAS.

El trabajo se desarrolló en Centro de Desarrollo de la Montaña donde se formularon dietas a partir de los recursos disponibles en cada patio o finca de las localidades de Vega Grande (municipio Manuel Tames), de La Cuabita, Las Municiones y Raizú (municipio Yateras) y Baracoa de la provincia Guantánamo y de Majayara (municipio Sagua de Tánamo) en la provincia Holguín. En el periodo de junio 2017 a mayo del 2018. Se formularon 6 propuestas de dietas, en aves (4) y cerdos (2), a partir de las materias primas en cada finca; de igual forma se les dio a conocer a los agricultores de las diferentes localidades, la cantidad de alimento a utilizar para la formulación de las dietas y, se brindaron algunas recomendaciones prácticas a estos relacionadas con los aspectos a tener en cuenta durante la formulación de dietas.

Para la formulación de dietas se tuvo en cuenta cuatro aspectos fundamentales: según Reinoso (2005).

1. **Cálculo de los requerimientos nutritivos:** Los requerimientos nutritivos de los animales están establecidos y contenidos en tablas que han sido elaboradas por diferentes instituciones, como es el NRC (National Research Council). En Cuba se utilizan las tablas del NRC para calcular los

requerimientos nutritivos de las diferentes especies y categorías, hasta tanto se determinen las necesidades nutritivas de los animales de acuerdo con nuestras condiciones climáticas, alimenticias, de manejo y desarrollo tecnológico.

2. **Selección de los alimentos** a utilizar y determinación de las cantidades a suministrar de cada uno de ellos, se deben establecer las proporciones a incluir, de acuerdo con el límite de inclusión de cada alimento para la categoría dada.
3. **Cálculo del aporte nutritivo de los alimentos:** El aporte nutritivo de los alimentos se calcula según la cantidad a suministrar de cada uno de ellos y la composición nutritiva de los mismos.
4. **Balance final de la ración:** El balance final de la ración consiste en establecer una comparación entre los requerimientos nutritivos del animal y el aporte nutritivo que hacen los alimentos que conforman la ración, a partir de allí se analiza si se produce un exceso o déficit de algunos nutrientes, y se toman las medidas necesarias en cada uno de los casos para su corrección.

Se utilizó el método de tanteo libre para la formulación de las dietas.

11. TRAZABILIDAD DE LA CULTURA AGROPRODUCTIVA DE LAS COMUNIDADES DE MONTAÑA

Se investigó de forma aleatoria la trazabilidad de la cultura agroproductiva, los factores socio históricos, factores tecnológicos y demografía asociada a la cultura productiva con los agricultores de los municipios Yateras, Manuel Támes y Baracoa, todos en la provincia de Guantánamo (Tabla 1).

Se aplicó un estudio exploratorio con un diseño no experimental. Se utilizó la metodología de la investigación-acción-participación (Bustillos, 1999), articulada con la metodología de la educación popular (Lezcano, 2014), mediante el empleo de técnicas participativas (Inerarity, 2017), para propiciar la integración, la motivación y la evaluación. Estas metodologías y técnicas se emplearon en los instrumentos y talleres que se realizaron. Para la cuantificación y procesamiento de los datos obtenidos en las encuestas aplicadas se utilizó el programa SPSS en su versión 21. 5

12. CARACTERIZACIÓN DE LAS REDES DE PARTICIPACIÓN, RELACIONES Y PAPEL DE GÉNERO.

En el estudio se utilizó una muestra de estudio probabilística estratificada. La muestra de estudio estuvo conformada por 896 actores, vinculados/as en la mayoría de los casos al sector agroproductivo, y que representan el 36 % de actores sociales en estas comunidades. Se investigó sobre redes de participación, relaciones y papel de género con directivos, agricultores/as y actores sociales. Con un desglose de la muestra en base a la característica sexo, para una representación general de 48 % hombres y 52 % mujeres.

De manera exploratoria se realizó un estudio con los jóvenes de la comunidad La Cuabita (municipio Yateras), dónde el universo de la población analizada fue de 39 jóvenes, y se escogió una muestra de 33 personas, lo que representó el 85 % de la población total investigada; de las cuales 26 son mujeres, lo que representa el 79% del total de actores estudiados.

Los estudios sobre la temática de género abarcaron el periodo 2016 - 2018. Se aplicaron técnicas cualitativas y cuantitativas de recogida de información, tales como: el análisis de documentos, cuestionario auto-administrado, combinado con la técnica de Cornell (1986) y, análisis de contenido.

El análisis de documentos permitió obtener la información inicial para la construcción de una perspectiva de género trabajada en el proyecto, la cual se valoró con los/as actores involucrados. Se tomó como principales fuentes de información las actas de las asambleas generales de las cooperativas en los lugares que existen, en el periodo comprendido desde enero de 2016 hasta noviembre de 2017.

El cuestionario se aplicó de forma auto-administrada para evaluar acceso, uso y control de los recursos, participación, rol de la mujer, etc.

Para la cuantificación y procesamiento de los datos obtenidos en las encuestas aplicadas se utilizó el programa SPSS en su versión 21.5

Para desarrollar este trabajo se realizaron cinco talleres basados en la metodología investigación-acción-participación (Bustillo, 1999) articulada con la metodología de la educación popular (Inerarity, 2017) y con la participación de mujeres y hombres.

El proceso para la obtención de la información se estructuró en dos fases:

Primera: Familiarización con la comunidad a través de la recopilación y análisis de información, lo que fundamenta el trabajo en práctica, teoría, práctica transformadora. Así, como obtención de estadísticas sobre las características de la población.

Segunda: Auto-diagnóstico participativo para identificar y analizar las relaciones de poder.

La investigación aportó mayor familiarización entre los actores de la comunidad, la evaluación de las percepciones y necesidades de las mujeres y hombres por separado, la reflexión de todos/as sobre las relaciones de género y, creó condiciones para el desarrollo de futuras acciones dirigidas a mejorar el reconocimiento y la participación de la mujer en el proceso de desarrollo local.

13. CARACTERIZACIÓN DE LA PERCEPCIÓN Y EL MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD POR LOS ACTORES SOCIALES.

En el análisis sobre la caracterización de la percepción y el manejo de la biodiversidad por los actores sociales en las 41 fincas de los agroecosistemas cafetaleros, cocoteros, cacaoteros y silvopastoriles (tabla 1); se empleó la metodología desarrollada por (CIPS-Cigea, 2000) encauzada hacia la valoración de la comprensión de actores sociales sobre conservación y evaluación de la biodiversidad, especies exóticas e invasoras, la erosión y la degradación de los suelos, presiones y amenazas de origen antrópico manifiesta por la tala, la caza furtiva y la subsistencia basada en la explotación de productos y subproductos de sus ecosistemas, presión sobre el agua, el suelo y los bosques.

Se empleó además la observación estructurada y la aplicación de entrevistas semiestructuradas (Sampier, 2013). Para el procesamiento de los datos obtenidos de las encuestas aplicadas se utilizó el programa SPSS en su versión 21. 5

14. ACCIONES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL A TRAVÉS DE INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS ENTRE LOS DIFERENTES ACTORES SOCIALES

Se realizaron acciones de educación ambiental a través de intercambios de experiencias entre los diferentes actores sociales, así como realización de talleres, campañas de bien público y ferias con agricultores, 101 estudiantes y 127 actores sociales de las comunidades de Riíto, Raizú, La Cuabita y Las Municipiones (municipio Yateras); de Vega Grande (municipio Manuel Támes), y de La Perrera,

Quiviján, El Naranjo y Nibujón (municipio Baracoa). Para el procesamiento de los datos obtenidos en las encuestas aplicadas se utilizó el programa SPSS en su versión 21. 5

Las herramientas y procedimientos empleados fueron:

Herramientas de la educación popular: Para facilitar la inserción de actores/as en las actividades realizadas mediante la participación activa y transformadora.

Conferencias: Se impartieron a agricultores de las diferentes comunidades investigadas y a estudiantes de las diferentes enseñanzas desde la perspectiva del rescate, revalorización y promoción de saberes relacionados con la biodiversidad.

RESULTADOS ALCANZADOS

1. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA

En la tabla 11 se presenta un resumen descriptivo de la dimensión socioeconómica de los agricultores en los agroecosistemas cafetaleros, cacaoteros, cocoteros y agrosilvopastoriles.

Tabla 11. Resumen descriptivo de la dimensión socioeconómica de los agricultores

Parámetros	Descripción cualitativa y cuantitativa
Total de personas en las 41 fincas de estudio.	156
Promedio de personas por fincas.	3.2
Participación directa de la fuerza productiva.	Del total de la fuerza productiva solo el 53 % trabaja en los agroecosistemas.
Edad promedio.	55
Escolaridad promedio.	Secundario
Distribución de niveles de Escolaridad.	28% primaria, 55% Secundaria, 13% preuniversitarios, 3% Técnicos, 1% Universitarios.
Vivienda.	Todos poseen viviendas rústicas. El 87% de este fondo habitacional clasifica en estado regular. Cuentan con algunos equipos electrodomésticos.
Educación.	El 100 % tiene oportunidad de educación sin diferencias de edades.
Salud.	El 100 % tiene acceso a los servicios de salud de forma gratuita.
Transporte.	Carreteras y caminos de acceso en mal estado. No se cuenta con los suficientes medios de transporte para el traslado de los productos agropecuarios.
Servicios de electrificación.	Solo el 27 % recibe electrificación de la red nacional el resto es mediante mini-hidroeléctricas.

Tabla 11. Resumen descriptivo de la dimensión socioeconómica de los agricultores (cont.)

Parámetros	Descripción cualitativa y cuantitativa
Disponibilidad de agua.	El 40 % de las familias accede al agua del río directamente y el 60 % la recibe a través de tuberías. Estos actores no tienen costumbre de hervir el agua.
Autofinanciamiento.	El 100 % afirma que los ingresos necesarios para la familia son aportados por sus fincas.
Parámetros medios diario de alimentación.	Desayuno (leche, café, comida) Almuerzo (frijoles, viandas y verduras) Comida (arroz, frijoles, viandas, verduras y carnes o huevo) Meriendas (frutas)

Como promedio se encontraron 3.2 personas por finca, con una edad media de 55 años. Estos datos dan una idea de alta disponibilidad de recursos humanos; sin embargo, de estas personas solamente el 53 % labora directamente en las fincas, lo cual exige contratar fuerza de trabajo externa cuando hay disponibilidad de recursos humanos en la comunidad y los agricultores cuentan con los recursos financieros necesarios.

La escolaridad promedio alcanzó el 9no grado, similar a los resultados que se obtuvieron en el país durante el censo de población y vivienda realizado en el 2012 y registrado en las estadísticas de (Anuario Estadístico, 2017) y, superior a la mayoría de las regiones rurales sudamericanas, las cuales no rebasan el nivel primario (Leyva, 2003).

Los indicadores de vivienda, educación, salud, transporte, servicios de electrificación y disponibilidad de agua en estas comunidades rurales se comportan según la media anual en Cuba según el Anuario Estadístico (2017). La tabla 12 muestra resultados sobre los autofinanciamientos en las 41 fincas de los 4 agroecosistemas.

Los agroecosistemas cafetaleros y cocoteros sólo poseen de 5 a 7 rubros productivos para la generación de ingresos (café, coco, plátano burro, plátano fruta, aguacate, guayaba, yuca y hortalizas).

Tabla 12. Comportamiento de las variables que conforman el indicador autofinanciamiento

Agroecosistemas	Número de rubros productivos	Diversificación de mercado	Otros ingresos
Cafetalero	7	2	0
Cocotero	6	2	0
Cacaotero	6	2	0
Silvopastoriles	9	2	0

Fuente: encuestas aplicadas.

Con respecto al autofinanciamiento el rubro de mayores ingresos es el café, el cual deja ganancias sustanciales a los agricultores a partir de los nuevos precios establecidos, lo que propicia mayor motivación.

En el municipio Baracoa predominan los agroecosistemas cocotero y cacaotero, pero estos son los que menos ganancias aportan a los agricultores. Es por ello que invierten en otros renglones productivos, de los cuales el mayor ingreso lo aporta el frijol, seguido del maíz y el ganado menor, en particular de cerdos. En lo anterior influyen fundamentalmente los precios que acopio tiene establecidos para estos productos.

Los sistemas silvopastoriles tienen un aporte sustancial a la economía de los agricultores dado por la crianza de ganado menor y mayor, los cuales se alimentan mediante el pastoreo.

Con respecto a las entregas que realizan los agricultores al mercado, estas se realizan en lo fundamental a través de las formas de producción, las cuales son las encargadas de gestionar la comercialización de las producciones; sin embargo, resulta este mecanismo resulta ineficiente, pues no se les contrata a los agricultores todas las producciones (excepto el café, el coco y el cacao), por lo que regularmente se auxilian de intermediarios privados para la venta del resto de las producciones (lo que genera el empleo de dos mercados) como granos, los frutales, y algunas viandas. Algunas de estas producciones como el aguacate, el zapote y el ñame son estacionales, por lo que generan ingresos de forma inestable durante el año. También, existen productos que se quedan en el campo y se pierden como la guayaba y los cítricos, lo que denota falta de gestión para la comercialización de estos productos.

De forma general los principales gastos en que incurren los agricultores están en la adquisición de herramientas como machetes, limas, entre otros y para la cosecha del café y el coco se contrata mano de obra en los momentos de los picos de cosecha y el desmoche, respectivamente.

La totalidad de los agricultores afirmó que los ingresos necesarios para el sustento de la familia son aportados por sus fincas.

Al evaluar la disponibilidad y calidad de la alimentación, los agricultores explicaron que tienen garantizada la alimentación diaria y durante la investigación no se registraron casos de desnutrición, bajo peso o alguna enfermedad relacionada con la alimentación, lo que coincide con las informaciones brindadas por el Anuario Estadístico (2017). El sustento diario lo provee los alimentos que el estado proporciona a través de la canasta básica; así como las producciones propias de la finca, las que son de gran importancia para el balance alimenticio de las familias. La alimentación diaria se encontró entre los parámetros normales que se establecen a nivel nacional.

Existió al inicio de la investigación falta de información sobre los adelantos de la ciencia y la técnica basados en los principios de la Agroecología como fundamento de la agricultura sostenible, lo que mostró la necesidad de iniciar de inmediato un programa de capacitación científico técnica, las que se implementaron en talleres (35%) y en actividades de campo (65%).

El agroecosistema que tuvo una mejor representación femenina en el estudio fue el cafetalero, seguido por los agroecosistemas cocotero y silvopastoril. De forma general la fuerza femenina representó el 12% en las 41 fincas. El agroecosistema cacaotero no contó con representación femenina en el estudio (Figura 4).

En los agroecosistemas evaluados se identificaron las siguientes problemáticas:

- Deficiente entrega de insumos a los agricultores/as. Estas solo se realizan para la cosecha de los cultivos principales (café, coco y cacao) y, en muchas ocasiones llegan tardíamente las herramientas y los paquetes tecnológicos. Esta situación favorece su empleo en el resto de las producciones agropecuarias.
- Las personas en las comunidades no desean trabajar en la agricultura y ello incide negativamente en el reemplazo de las personas dentro de las fincas.
- Falta de herrajes para los animales.

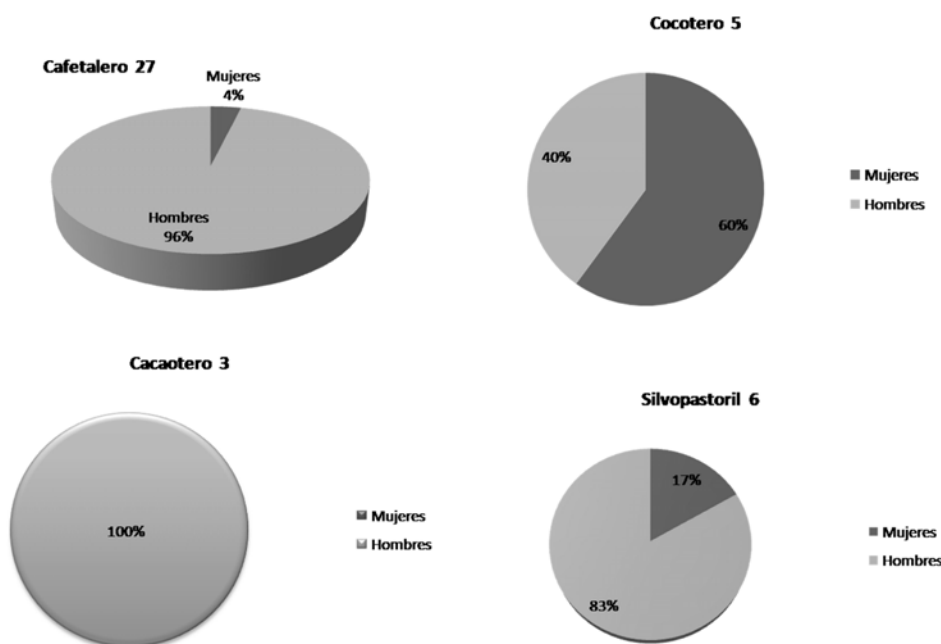


Figura 4. Descomposición por sexo en los agroecosistemas.

Fuente. Datos de los instrumentos aplicados.

En la caracterización y diagnóstico del espacio productivo realizado en agroecosistemas cafetaleros, Pichardo (2010) encontró limitaciones similares a las encontradas en este estudio, referidas a la deficiente en la entrega de insumos y la llegada tardía de herramientas y los paquetes tecnológicos, entre otros.

En la tabla 13 se presentan las características de los sistemas de manejo de las fincas en las comunidades estudiadas.

Se tomó como base la expresión de Lacki (1995): “En la mayoría de los casos los problemas que prevalecen en los agroecosistemas no dependen del desarrollo tecnológico sino del incremento del nivel cognoscitivo”, para desarrollar un programa de capacitación para los agricultores con la aplicación de los nuevos conceptos de la investigación participativa, y dirigido a incrementar el nivel cognoscitivo de los actores sobre elementos generales de la Agroecología y la agricultura sostenible.

El principio fundamental en la capacitación fue “aprender haciendo” y, el programa se implementó a través de talleres participativos, las reuniones mensuales de afiliados cooperativistas y los recorridos de campo. Se impartieron conferencias con temas dirigidos y otros de interés solicitados por los

agricultores, se proyectaron videos técnicos relacionados con resultados de programas de desarrollo y se realizaron debates con participación activa de hombres y mujeres.

Tabla 13. Características del sistema de manejo en las fincas

Determinantes de los agroecosistemas.	Sistema de manejo en las fincas por tipo agroecosistema			
	Cafetalero	Cocotero	Cacaotero	Silvopastoriles
Biofísicas originales	Región montañosa, clima tropical húmedo, existencia de especies semicaducifolia, gran diversidad biológica. Los suelos predominantes son pardos.			Región montañosa, Los suelos predominantes son pardos.
Tipos de especies y variedades manejadas principalmente	Los cultivos más relevantes son café, viandas, granos, frutales y cítricos.	Los cultivos más relevantes son coco, viandas, granos, frutales y cítricos.	Los cultivos más relevantes son cacao viandas, granos, frutales y cítricos.	La crianza avícola y porcina está representada como las especies más aceptadas.
Sistema de cultivo	Cultivos intercalados, cultivos asociados, monocultivo.			
Sistema de manejo animal	Sistema semiestabulado (ovino, vacuno). Sistema estabulado (cunícola, porcino).	Sistema semiestabulado (ovino, vacuno).	Sistema semiestabulado (ovino, vacuno).	Sistema estabulado (cunícola, porcino).
Tecnologías empleadas para la preparación del suelo	Manual, y empleo de tracción animal.			
Fertilización	A base de materia orgánica, humus de lombriz, compost y la fertilización inorgánica.			
Prácticas de conservación de suelos	Empleo de medidas de conservación de suelos, barreras vivas y muertas, cobertura viva, tranques, siembra en contorno, terrazas individuales, etc.			
Manejo de plagas y enfermedades	Control biológico, lucha integrada, aplicación de bioplaguicidas y utilización de enemigos naturales.			

2. CARACTERIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA

La producción de granos en agroecosistemas de montaña está representada por los cultivos del maíz y el frijol (figura 5). Aunque en los cuatro tipos de agroecosistemas estudiados los campesinos implementan ambos cultivos, es el maíz el de mayor presencia, debido quizás a su importancia tanto para el consumo humano, como para el consumo animal.

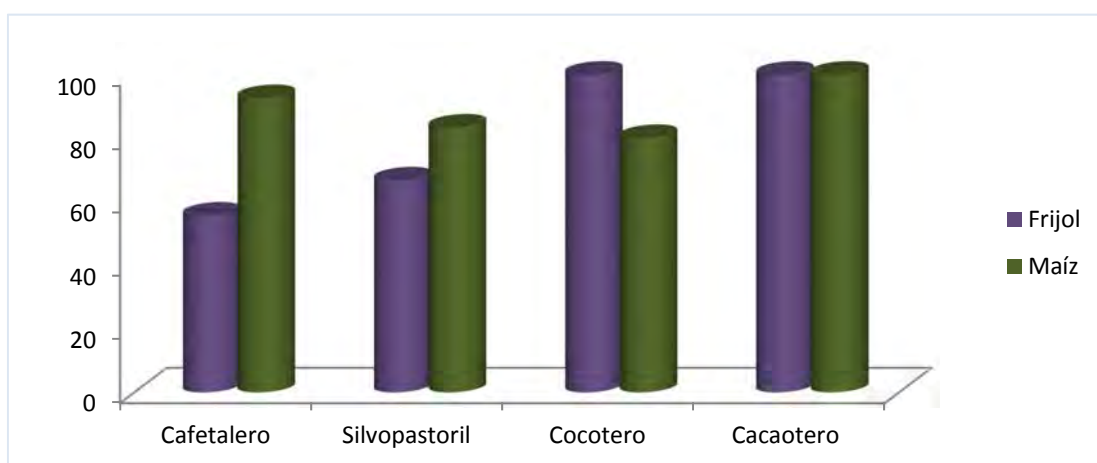


Figura 5. Especies de granos presentes en agroecosistemas de montaña.

En el 55,5% de los agroecosistemas cafetaleros evaluados se cultivó el frijol, representado por las especies: Frijol caballero (*Phaseolus lunatus* L.), Frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), Frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. Subsp. *Unguiculata* cv-gr. *Unguiculata* E. Westphal) y Frijol Gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Sin embargo, el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) se implementó en el 92,6% de las áreas, lo que demuestra una mayor preferencia por este cultivo. La diversidad de especies y cultivares de frijol fue mayor que en el maíz, el cual está representado por los cultivares canilla y tuzón. Ambos cultivos se emplean tanto en la alimentación humana como animal.

Similar tendencia, se encontró en los sistemas agrosilvopastoriles, donde en el 66,6% de las áreas se cultivó el frijol y en el 83,3% se cultivó el maíz y, en ello influyó el empleo del maíz en la elaboración de dietas alternativas para la alimentación animal. El frijol solo se emplea en el autoconsumo.

En los sistemas agrosilvopastoriles la crianza animal que se desarrolla es de ovinos, en mayor escala, aunque se apreció una alta diversidad de especies (aves, cerdos, ovinos, caprinos, bovinos

y equinos), lo que se relaciona con una mayor demanda de alimentos, en particular los de origen vegetal que se producen en las mismas fincas.

En los agroecosistemas de cacao y coco la producción de frijol y maíz estuvo más equilibrada, con una mayor presencia del frijol en los agroecosistemas cocoteros y con paridad entre ambos tipos de granos en los agroecosistemas cacaoteros.

En el 100% de los agroecosistemas cocoteros se implementó el cultivo del frijol, intercalado en las plantaciones de coco; así como el cultivo del maíz, el cual se encontró en el 80% de las áreas y se destinó en mayor medida a la alimentación animal.

En todas las áreas destinadas al cultivo del cacao (100%) se encontró la presencia del frijol y el maíz, lo que demuestra el interés de estos campesinos por ambos cultivos, los cuales emplean tanto para el consumo humano como animal.

En varios agroecosistemas de montaña están presentes otras especies de granos, en particular el girasol, el sorgo y la soya, los cuales se emplean en la alimentación animal; sin embargo, en los agroecosistemas estudiados estas especies no forman parte de la cultura productiva de estos agricultores.

En la tabla 14 se presenta la diversidad de especies y cultivares de frijol que cultivan los agricultores en sus predios. Se aprecia la preferencia por la siembra de especies y cultivares tradicionales de este grano en los agroecosistemas cafetaleros, seguido de los agrosilvopastoriles y, la tenencia de cultivares altamente productivos como la BAT-300 y Delicias en sistemas cacaoteros y cocoteros, localizados en el municipio Baracoa). En general, se observó mayor presencia de frijol caupí, y los cultivares de frijol común colorados y negros en los diferentes tipos de agroecosistemas.

Con relación al maíz (tabla 15), se encontró que los agricultores solo emplean dos cultivares tradicionales en todos los tipos de agroecosistemas evaluados, con una ligera preferencia por la variedad canilla.

En los agroecosistemas evaluados los campesinos implementan en mayor medida los cultivos hortícolas de pimiento, tomate y col (figura 6).

Tabla 14. Especies y cultivares de frijol preferidas por los agricultores en agroecosistemas de montaña.

Agroecosistema	ESPECIES Y CULTIVARES (%)							
	Frijol común					Frijol	Frijol	Frijol
	Negro	Colorado	Carne de Gallina	BAT-300	Delicias	Caballero	Caupí	Gandul
Cafetalero	48.1	51.8	37.0	0.0	0.0	33.3	48.1	37.0
Cacaotero	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Cocotero	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Agrosilvopastoril	83.3	83.3	0.0	0.0	0.0	0.0	83.3	0.0
TOTAL	47.4	50.0	26.3	13.2	13.2	36.8	60.5	39.5

Tabla 15. Cultivares de maíz preferidas por los agricultores en agroecosistemas de montaña.

AGROECOSISTEMA	CULTIVARES (%)	
	Canilla	Tuzón
Cafetalero	88.9	81.5
Cacaotero	50.0	50.0
Cocotero	66.7	66.7
Agrosilvopastoril	83.3	66.7
TOTAL	84.2	76.3

El cultivo de la Col (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) estuvo representado con más notoriedad en los agroecosistemas cafetaleros (44,4%) con relación al resto de los agroecosistemas. Este cultivo es muy desarrollado por los campesinos del municipio de Yateras.

En las áreas de sistemas agrosilvopastoriles se aprovechan las hojas de las coles en la alimentación animal y, en los agroecosistemas cocoteros se intercala la col con el cultivo principal.

El cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tuvo alta presencia en los agroecosistemas cafetaleros (59, 2 %), agrosilvopastoriles (83.3%) y en los cocoteros (40%). Los campesinos

señalaron que este es un cultivo que les genera grandes ingresos económicos y que tienen preferencia por el cultivar Amalia.

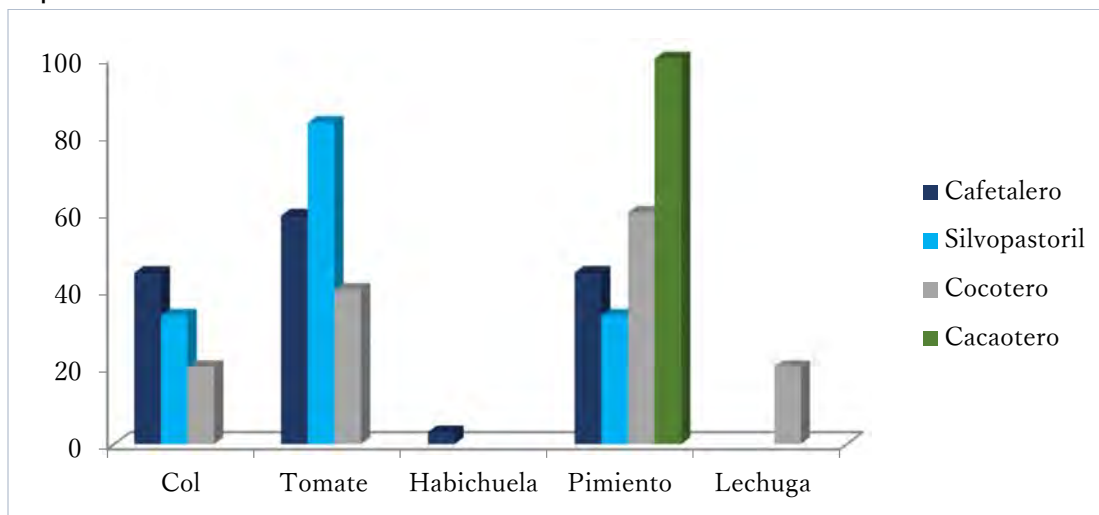


Figura 6. Especies de hortalizas presentes en agroecosistemas de montaña.

El cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) se encontró en los cuatro agroecosistemas, pero con mayor presencia en los agroecosistemas cacaoteros (100%) y cocoteros (60%). Los cultivares mejor representados son el Español 16 y el Verano-1. Estos cultivares fueron introducidos con anterioridad por personal del Centro de Desarrollo de la Montaña a través de proyectos ejecutados en estas áreas.

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) solo estuvo representada en un 20% de las áreas de los agroecosistemas cocoteros. En general, los campesinos atribuyeron que este cultivo no tiene una mayor representación debido a la escasa disponibilidad de semillas.

La habichuela solo se encontró en agroecosistemas cafetaleros, en los que estuvo representada en el 3,07 % de las áreas. Este cultivo lo emplean en la preparación de compuestos y como ensalada y obtienen semillas para la siembra de nuevas plantaciones.

Con relación a las viandas se encontró una mejor distribución de estas entre los diferentes tipos de agroecosistemas (figura 7).

El cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) alcanzó el mayor número de áreas cultivadas en los agroecosistemas cocoteros y cacaoteros (100%), ubicados en el municipio Baracoa. Los

campesinos expresaron su total satisfacción por el clon Jagüey dulce, el cual presenta mejor respuesta frente a la incidencia de plagas y enfermedades.

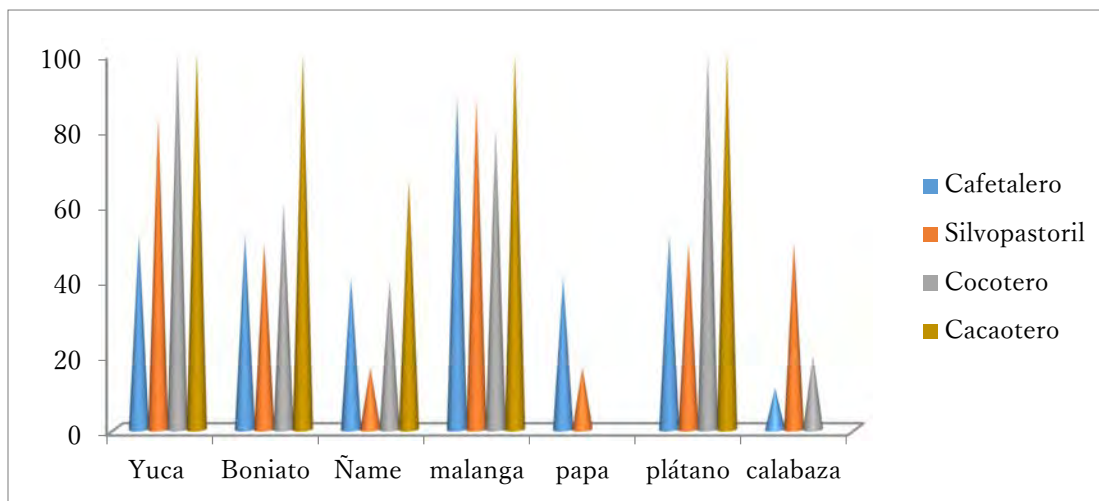


Figura 7. Especies de viandas presentes en agroecosistemas de montaña.

El boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) también se encontró con mayor presencia en el municipio Baracoa, representado en el 60% de los agroecosistemas cocoteros y en el 100% de los cacaoteros. Los campesinos expresaron sus preferencias por los clones que identifican por los colores morados y blancos y, utilizan este cultivo en la alimentación animal, para ello combinan el boniato con la copra de coco, someten estos dos componentes a un proceso de secado y posterior molinado para conformar un pienso criollo, al cual agregan otros subproductos.

El cultivo del ñame (*Dioscorea alata* L.), estuvo representado mayormente en los agroecosistemas cacaoteros (66, 6%). El ñame es una vianda muy estimada en zonas montañosas y, los campesinos expresaron su preocupación con la pérdida de clones de gran preferencia como el Cartagena y el Filipino, por lo que en la actualidad muchos de ellos trabajan en la conservación de sus materiales genéticos.

La malanga, representada por las especies *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schoott y *Colocacia esculenta* Schott es la vianda mejor representada en todas las áreas y tal vez la de mayor preferencia, no solo por sus niveles de aceptación (clones de *Xanthosoma* conocidos por sus colores blancos y morados), sino también por los ingresos que genera, sobre todo en áreas del municipio Baracoa.

La papa (*Solanum tuberosum* L.) se encontró solo en agroecosistemas cafetaleros (40,7% de las áreas) y silvopastoriles (16,7%). Este cultivo presenta exigencias agroclimáticas que limitan escalar sus producciones en la región.

En todos los agroecosistemas, el cultivo del plátano (*Mussa spp.*) tuvo una representación importante, tanto de clones de plátano vianda, fruta o burro, que fue mayor en los agroecosistemas cocoteros y cacaoteros (100%) del municipio Baracoa. Esta vianda se emplea ampliamente en la alimentación humana y animal.

Aunque el cultivo de la calabaza (*Cucurbita maxima* Duchesne) se encontró en los agroecosistemas cafetalero (11,1%), silvopastoril (50%) y cocoteros (20%), los campesinos dedican pocas extensiones de terrenos a este cultivo, lo emplean en el consumo humano y en raras ocasiones la alimentación animal. El 82% de los agricultores manifestaron poco interés por este cultivo.

Los frutales tuvieron también representación en los agroecosistemas de montaña (figura 8). Los campesinos emplean la guayaba (*Psidium guajava* L.) en el autoconsumo familiar y solo entregan pequeñas producciones al Estado. Las mayores áreas dedicadas al cultivo se observaron asociadas a plantaciones de coco y con insuficientes niveles de atención cultural.

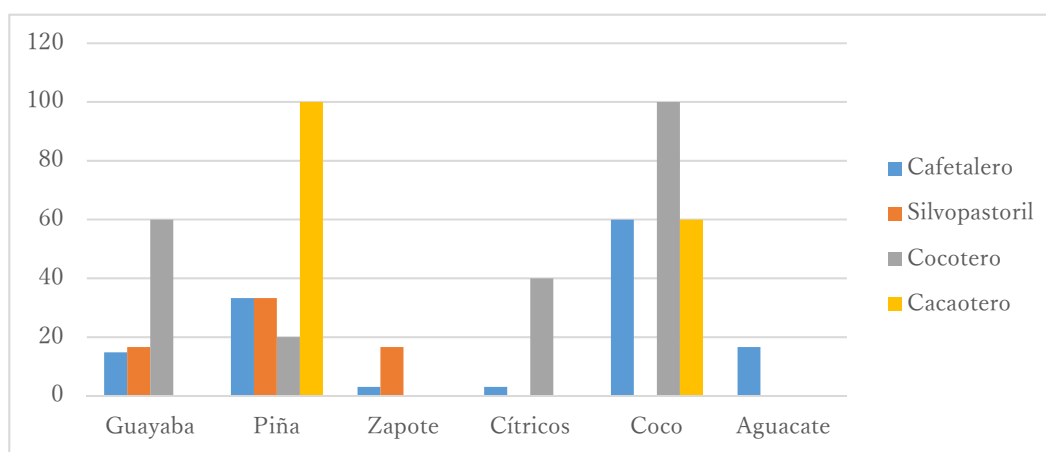


Figura 8. Especies de frutales presentes en agroecosistemas de montaña

El cultivo de la piña es el más extendido en todos los tipos de agroecosistemas y con una alta preferencia en áreas de plantaciones cacaoteras en el municipio Baracoa, debido a los altos ingresos que genera esta fruta en el mercado subterráneo.

El zapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E.Moore & Stearn) solo se encontró en fincas cafetaleras (3,07%) y en sistemas silvopastoriles (16,6%). Los árboles de zapote se encuentran distribuidos aleatoriamente en los agroecosistemas y los agricultores atribuyen poca importancia al cultivo de esta fruta.

El cultivo de los cítricos (*Citrus* spp.) solo estuvo presente en agroecosistemas cafetaleros (3,07% de las áreas) y cocoteros (40%). Este es un cultivo que en los últimos años fue muy afectado por enfermedades, las que provocaron la reducción sustancial del número de plantas en los agroecosistemas de montaña

El cocotero (*Cocus nucifera* L.) es un cultivo bien representado en el municipio Baracoa, tanto en áreas puras de cultivo, como intercalado en plantaciones cacaoteras. Las plantaciones de este cultivo fueron devastadas por el impacto de los huracanes Matthew (2016) e Irma (2016).

Por último, el aguacate (*Persea americana* Mill.) es un cultivo mayormente asociado a plantaciones cafetaleras (16,6% de las áreas) y es utilizado por los agricultores tanto en la alimentación humana como animal.

En la figura 9 se muestran las asociaciones entre los cultivos de café, cacao y coco. Se observa que en todos los agroecosistemas está representado el cultivo del cafeto, con una menor presencia en los sistemas agrosilvopastoriles (33.3% de las áreas).

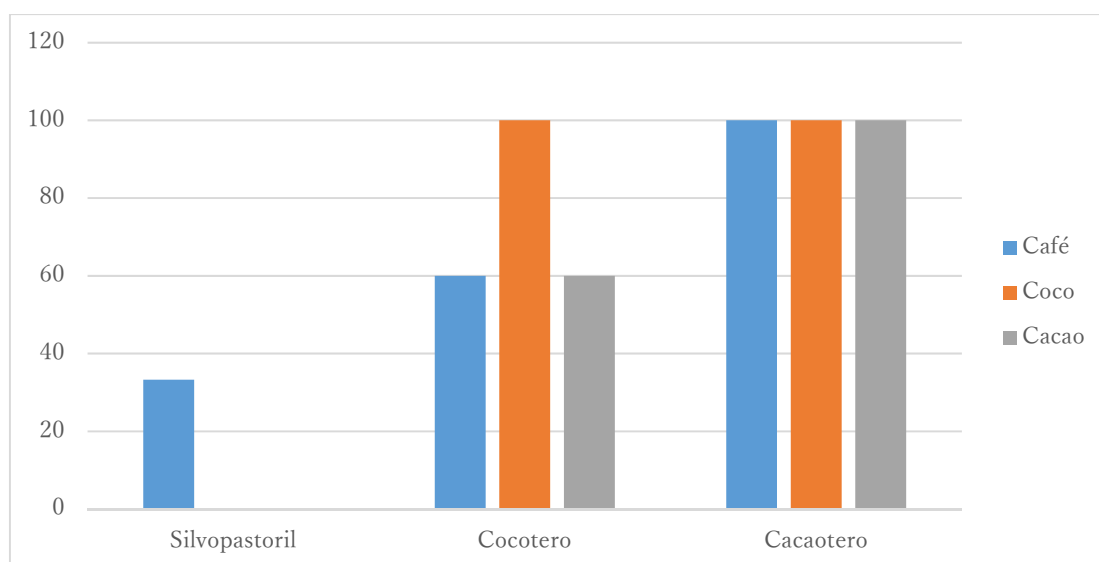


Figura 9. Asociación de los cultivos de café, coco y cacao en agroecosistemas de montaña

En el 60% de los agroecosistemas cocoteros hubo presencia de los cultivos de café y cacao; mientras que, en el 100% de los agroecosistemas cacaoteros estuvieron presentes los cultivos de café y coco.

Al analizar el cultivo de plantas con fines forrajeros se encontró que la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) estuvo presente en todos los agroecosistemas de montaña, con un 100% de representación en las áreas dedicadas al cultivo del cocotero (figura 10). Otra planta forrajera, el King grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) solo estuvo presente en el 66,6% de los agroecosistemas cafetaleros y silvopastoriles.

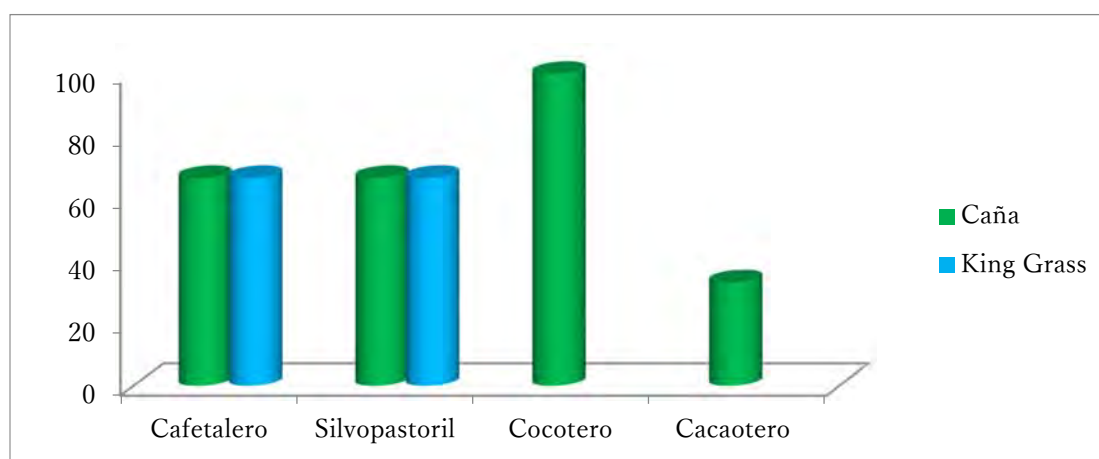


Figura 10. Especies utilizadas como plantas forrajeras en agroecosistemas de montaña

Al efectuar el análisis de la diversidad de cultivos secundarios por tipo de agroecosistema se observó que en los agroecosistemas cocoteros, los agricultores implementan un mayor número de cultivos (15), seguido de los agroecosistemas cafetaleros (14), agrosilvopastoriles (12) y cacaoteros (9). Un comportamiento algo similar se apreció con relación al número total de cultivares que se cultivan en agroecosistemas de montaña, en el que los agroecosistemas cocoteros y cafetaleros alcanzaron las mayores representaciones (tabla 16).

Estudios similares al aquí presentado fueron desarrollados por García y Castiñeira (2009), quienes inventariaron 8 especies de granos y 14 especies de otros cultivos en diferentes tipos de agroecosistemas en las áreas de Reservas de Buenavista, en el centro norte de Cuba. En Nicaragua, Wing (2009) realizó un estudio similar al realizar inventarios de especies forestales y agrícolas.

Tabla 16. Diversidad de especies de cultivos secundarios en agroecosistemas de montaña

CULTIVOS	CULTIVARES POR TIPO DE AGROECOSISTEMA			
	CAFE	CACAO	COCO	AGROSILVOPASTORIL
Frijol	6	5	5	3
Maíz	2	2	2	2
Habichuela	1	-	-	-
Yuca	1	1	1	1
Boniato	2	2	2	1
Ñame	2	-	6	1
Malanga	2	2	3	2
Papa	1	-	-	-
Plátano	3	3	3	3
Calabaza	1	-	-	1
Pepino	-	-	1	-
Tomate	1	-	1	1
Pimiento	2	2	2	2
Lechuga	-	-	1	-
Col	1	-	-	1
Piña	1	1	1	1
Caña	-	-	2	-
Café	-	3	3	-
Cacao	-	-	2	-
TOTAL	26	21	35	19

De todos los agroecosistemas evaluados, es el del cocotero el que posee más potencialidades para el cultivo de otras especies vegetales, debido a las características del árbol (altura y diámetro de la copa), de las distancias de plantación que se emplean en su siembra y, a lo largo de su ciclo vegetativo. Todas estas características hacen que este agroecosistema sea propicio para el intercalamiento de cultivos varios, en particular en los primeros años de vida.

Es importante destacar que antes del paso de Matthew, la mayoría de las plantaciones de coco estaban envejecidas y la siembra de cultivos secundarios era muy limitada en estos agroecosistemas.

Las especies animales que crían los agricultores en los agroecosistemas de montaña son aves, conejos, cerdos, ovinos, caprinos, bovinos y equinos. De todos ellos, solamente las aves y los equinos estuvieron representados en los cuatro tipos de agroecosistemas evaluados; mientras que, la crianza de cerdos, ovinos, caprinos y bovinos se encontró en los agroecosistemas cafetaleros, cocoteros y agrosilvopastoriles y la crianza cunícula solo estuvo presente en agroecosistemas cafetaleros (figura 11).

Los agricultores utilizan las especies de ganado menor (aves, cerdos, ovinos, caprinos y conejos) con fines de autoconsumo y en algunos casos comercializan algunos ejemplares, para contribuir con la economía familiar. Sin embargo, el ganado mayor lo emplean como animales de trabajo. En el caso particular de los bueyes y toros, estos se utilizan para realizar labores de preparación del suelo y en el mantenimiento de los cultivos y, los equinos son muy empleados como medio de transporte. Ambas especies se emplean además en el acarreo de materiales y mercancías.

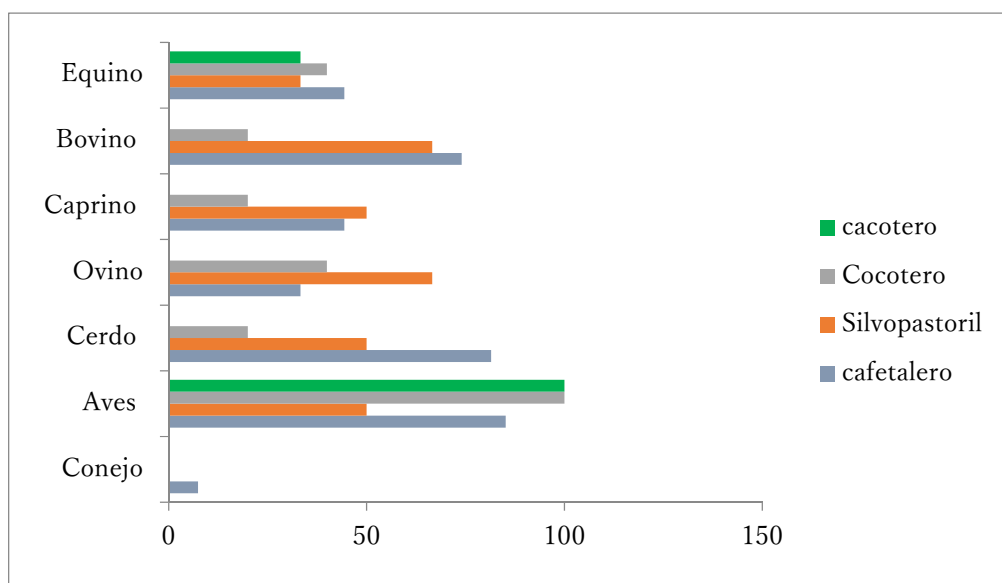


Figura 11. Relación de especies animal por tipo de agroecosistemas

En la tabla 17 se presentan las principales razas (16) de animales domésticos identificadas en los agroecosistemas de montaña evaluados. Es importante destacar la poca variabilidad encontrada en estos predios campesinos, en los que se observó un alto nivel de cruzamiento de razas criollas con razas puras.

Tabla 17. Principales razas de animales identificadas en agroecosistemas de montaña

Especies		Razas	Orden	Familia
Ovino (<i>Ovis aries</i>)		Ovino criollo	Artiodactyla	Bovidae
		Ovino pelibuey		
Caprino(<i>Capra hircus</i>)		Cabra criolla	Artiodáctilos	Bovidae
Cerdo (<i>Sus scrofa meridionalis</i>)		Cerdo criollo cubano	Artiodactyla	Suidae
Bovino (<i>Bos primigenius indicus /Taurus</i>)		Cebú cubano	Artiodactyla	Bovidae
		Vacuno criolla		
		Siboney de Cuba		
Equino(<i>Equus caballus</i>)		Caballo criollo	Perissodactyla	Equidae
Aves (<i>Gallus gallus</i>)	Aves criollas(<i>Gallus gallus domestica</i>)	Aves criolla	Galliformes	Phasianidae
	Pato(<i>Annas platyrhyncha</i>)	Pato criollo común	Anseriformes	Anatidae
	Pavo (<i>Meleagris gallopavo</i>)	Pavo rústico	Galliformes	Phasianidae
	Gallina de guinea (<i>Numida meleagris</i>)	Gallina de guinea	Galliformes	Numididae
	Pavo (<i>Pavo cristatus</i>)	Pavo real	Galliformes	Phasianidae
Conejos (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)		Chinchilla	Lagomorpha	Leporidae
		Nueva Zelanda blanco		
		Sandy		

Las aves de corral estuvieron representadas en estos predios por gallinas criollas, pato criollo, pavo rústico, gallina de guinea y pavo real. Durante el estudio se encontró una gran diversidad de fenotipos en las gallinas criollas, caracterizados por una gran variabilidad en tamaños, colores, tipo de cresta, entre otros.

Soto (2002) y Barrantes (2008) defendieron el criterio de que las gallinas criollas no pertenecen a ninguna raza específica, y que más bien, son una mezcla indeterminada de razas de diferentes orígenes. Una característica constante de las gallinas criollas es la elevada diversidad de fenotipos, aún en un mismo patio; lo cual es un evidente indicador de la amplia diversidad genética. En cualquier patio existen en las gallinas criollas importantes variaciones de tamaño, de color, de tipos de cresta (Ej.: simple, rosa, guisante, doble); de plumaje (Ej.: pirocas, copetonas, barbadas, calzadas, grifas y otras); de esqueleto (Ej.: enanas, ponchas, cinqueñas) y de aptitudes (Ej.: carne, huevos, riña, ornamentales). Prácticamente en todas las partes del mundo, las familias rurales, campesinas, mantienen grupos de gallinas en los patios de sus casas conocidas regularmente como "gallinas criollas" y las hay en una gran diversidad en cuanto a tipos, tamaños, colores y conformaciones; tipos de cresta, copetonas, barbadas o "papujas", cuello desnudo o "chiricanas" o "pirocas", sin cola o "ponchas" o "mochas", con las patas emplumadas o "calzadas", enanas, de plumaje erizo grifas y algunas otras más.

En el equino presente en los predios no se encontraron razas puras y se observó mucho cruzamiento entre razas criollas (pinto cubano, criollo de trote, cubano de paso y el patibarcino). Los agricultores cruzan estas razas criollas en busca de lograr fortaleza y resistencia para el trabajo.

Al realizar el análisis de las razas de animales encontradas por tipo de agroecosistema (tabla 18) se observa que en los agroecosistemas cafetaleros están presentes las 11 razas identificadas, y le continúan en orden de importancia los agroecosistemas agrosilvopastoriles (7 razas), cocotero (5 razas) y cacaotero, en el que solo se detectó la presencia de dos razas.

Estos animales, criados bajo las condiciones de los agroecosistemas de montaña, encuentran recursos naturales disponibles, que le sirven para su alimentación (pastos, forrajes, frutos, semillas, invertebrados, entre otros) y le proveen protección (sombra proporcionada por árboles, que propician un microclima favorable a los animales). A lo anterior se añade la intervención del campesino, que se esfuerza por mejorar las condiciones de sus animales, a partir de los recursos disponibles en la finca, con el propósito de incrementar la productividad de estos.

Tabla 18. Principales razas de animales identificadas por tipo de agroecosistema

Razas	Agroecosistemas			
	Cafetalero	Agrosilvopastoril	Cocotero	Cacaotero
Ovino criollo	X	X	-	-
Ovino pelibuey	X	X	-	-
Cabra criolla	X	X	X	-
Cerdo criollo cubano	X	-	X	-
Cebú Cubano	X	X	-	-
Vacuno criolla	X	X	X	-
Caballo criollo	X	X	X	X
Aves criollas	X	X	X	X
Pato criollo común	X	-	-	-
Pavo rústico	X	-	-	-
Gallina de guinea	X	-	-	-

3. ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN LEÑOSA EN AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Riqueza de especies

En el área muestreada se registraron 6609 individuos y 121 especies de árboles con dap > 5 cm (Anexo 1). Del total de especies, 84 fueron nativas. Las especies nativas fueron importantes en todas las categorías de uso del suelo (figura 12). Obviamente, el bosque natural es la categoría de uso del suelo con menos especies no-nativas, aunque aún en esta categoría se registraron cuatro especies (*Gliricidia sepium*, *Inga laurina*, *Morus alba* y *Pouteria sapota*) que se encontraron en un solo sitio.

El mayor número de especies registrado en un sólo sitio representó el 33,9% de la diversidad total y se presentó en un agroecosistema cafetalero. Cuando sólo se consideraron las especies nativas, la mayor diversidad se presentó en el bosque natural pero únicamente representó el 33,1% de las nativas. Lo anterior indica que no es la diversidad alfa por si sola la que determina la riqueza de especies arbustivas y arbóreas en la región, sino que la diversidad beta juega un importante papel. Resultados similares encontraron Williams-Linera *et al.* (2005a) en paisajes de bosque de niebla en

Veracruz, México.

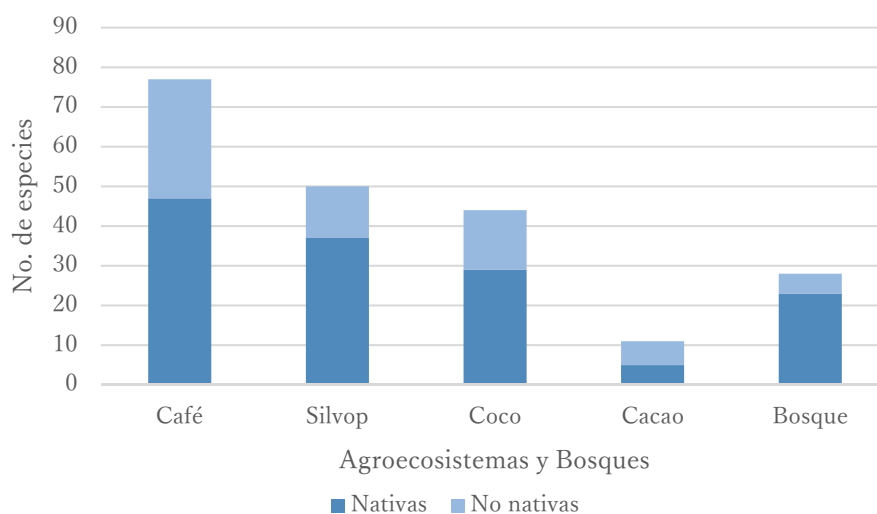


Figura 12. Número de especies nativas no nativas en cada categoría de uso de suelo estudiada.

En total se registraron 22 especies endémicas, y a nivel de agroecosistemas la mayor representación de estas especies se encontró en los agroecosistemas silvopastoriles (12 especies), cocoteros (9 especies) y cafetaleros (8 especies).

Los estimadores no paramétricos de diversidad tienen reglas para detenerse e indicar que el censo está completo si todas las especies se observan varias veces durante el muestreo y si ninguna de las especies es rara (poco frecuente o poco abundante) (Colwell & Coddington, 1994). Los estimadores no paramétricos están basados en las especies raras y son apropiados para utilizarse en estudios llevados a cabo en hábitats fragmentados, como es el caso de la región donde se realizó este estudio, en donde las especies no necesariamente están representadas equitativamente en cada fragmento (Colwell & Coddington, 1994; Chazdon *et al.*, 1998).

Las curvas de acumulación de todas las especies observadas, así como sólo de especies nativas, y con combinación de todas las categorías de uso de suelo son no-asintóticas (Figura 13 A, B). Los estimadores no paramétricos de diversidad corroboran esta observación e indican que aún falta por encontrar entre 23 (Chao1) y 45 (Jack1) especies arbóreas para completar el inventario en esta región (Figura 13A). Cuando solo se utilizaron especies nativas, los estimadores señalan que aún falta por encontrar entre 24 (Chao1) y 40 (Jack1) especies de árboles (Figura 13 B).

Las curvas de los singletons (especies raras) no tienden a sobreponerse a las curvas de los

doubletons lo que indica que aún no es posible alcanzar una asíntota tanto para todas las especies juntas, como para sólo las nativas (Figura 2 A, B). Las especies con un solo individuo (singletons) representan 11,6% del inventario de todas las especies y 14,3% del listado de especies nativas, y esas mismas son las especies poco frecuentes en los sitios.

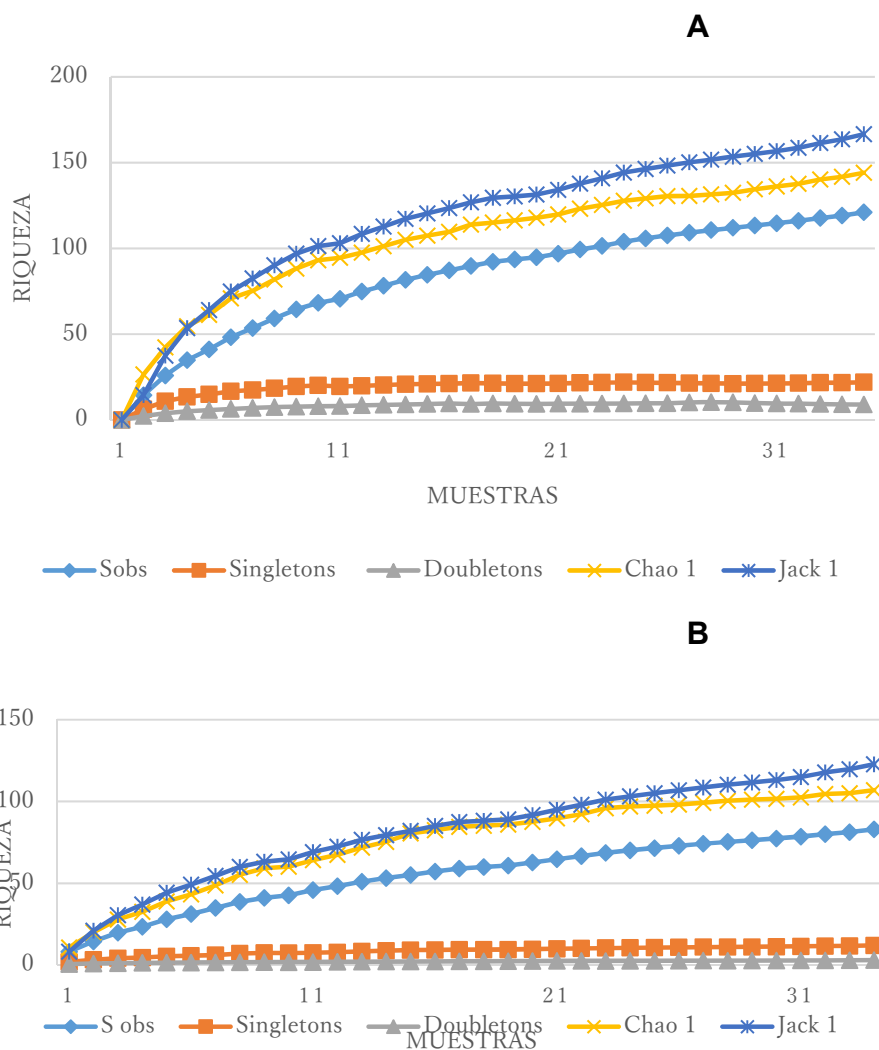


Figura 13. Curvas de acumulación de especies de riqueza observada (S_{obs}) y riqueza estimada por los estimadores no paramétricos Chao1 y Jack1 y curvas de singletons y doubletons. A. todas las especies registradas, B. solo especies nativas.

Los resultados del análisis de la riqueza de especies de árboles por categoría de uso del suelo, realizado con el Programa Good-Turing (tabla 19), mostraron que el inventario en agroecosistema cafetaleros y cocoteros está más completo que el inventario en el bosque natural, ya que para completar el inventario en cafetales y cocotales aún faltan por detectar 6 y 36 especies

respectivamente, mientras que en el bosque natural el número de especies no detectadas tiende al infinito. Estos resultados pueden estar relacionados con que en la categoría de bosque natural es mayor el porcentaje de rareza y, sobre todo a que en la categoría bosque natural el muestreo se realizó en una sola área.

Tabla 19. Especies estimadas y riqueza de especies no detectadas por categoría de uso del suelo.

Categoría de uso del suelo	Abundancia	Riqueza de Especies Observada	Riqueza de Especies no detectadas	Estimador de Riqueza de especies Chao1
Café	2890	77	6	83
Silvopastoril	582	50	48	98
Coco	1711	44	36	80
Cacao	600	11	0	11
Bosque	140	2	0	2
Bosque Natural	686	27	Inf	Inf

El estimador no paramétrico Chao 1 emplea datos cuantitativos y produce estimaciones de gran precisión con baja sensibilidad al tamaño de la muestra en comparación con otros estimadores (Colwell y Coddington, 1994).

En general, los inventarios de todas las especies y usos de suelo agrupados, así como los inventarios por uso del suelo cubren más del 50% de las especies estimadas, por lo que consideramos que nuestros esfuerzos de muestreo son apropiados, aunque los inventarios no estén completos.

Rarefacción

La comparación más apropiada de la riqueza de especies por categorías de uso de suelo es aquella que controla las diferencias en abundancia o reduce las muestras a un nivel de abundancia común y entonces compara la riqueza de especies (Gotelli & Colwell, 2001). Así, para determinar si las diferentes riquezas son debidas a diferencias biológicas o son sólo diferencias en muestreo que desaparecerían si se hubiera muestreado en condiciones similares, se empleó la técnica denominada rarefacción y se escalaron las curvas a número de individuos (EstimateS versión 9.1.0, Colwell, 2013)

Al analizar tanto el conjunto de especies como la riqueza de especies nativas, las curvas de

rarefacción indican que los cafetales, alcanzaron una riqueza más alta (77 especies) con un mayor número de individuos con relación al resto de las categorías de uso del suelo (figura 14 A y B). Estos resultados obedecen a que el esfuerzo de muestreo en áreas cafetaleras fue muy superior con relación al resto de las categorías de uso del suelo y, abarcó localidades alejadas entre sí con diferencias en su vegetación arbustiva y arbórea.

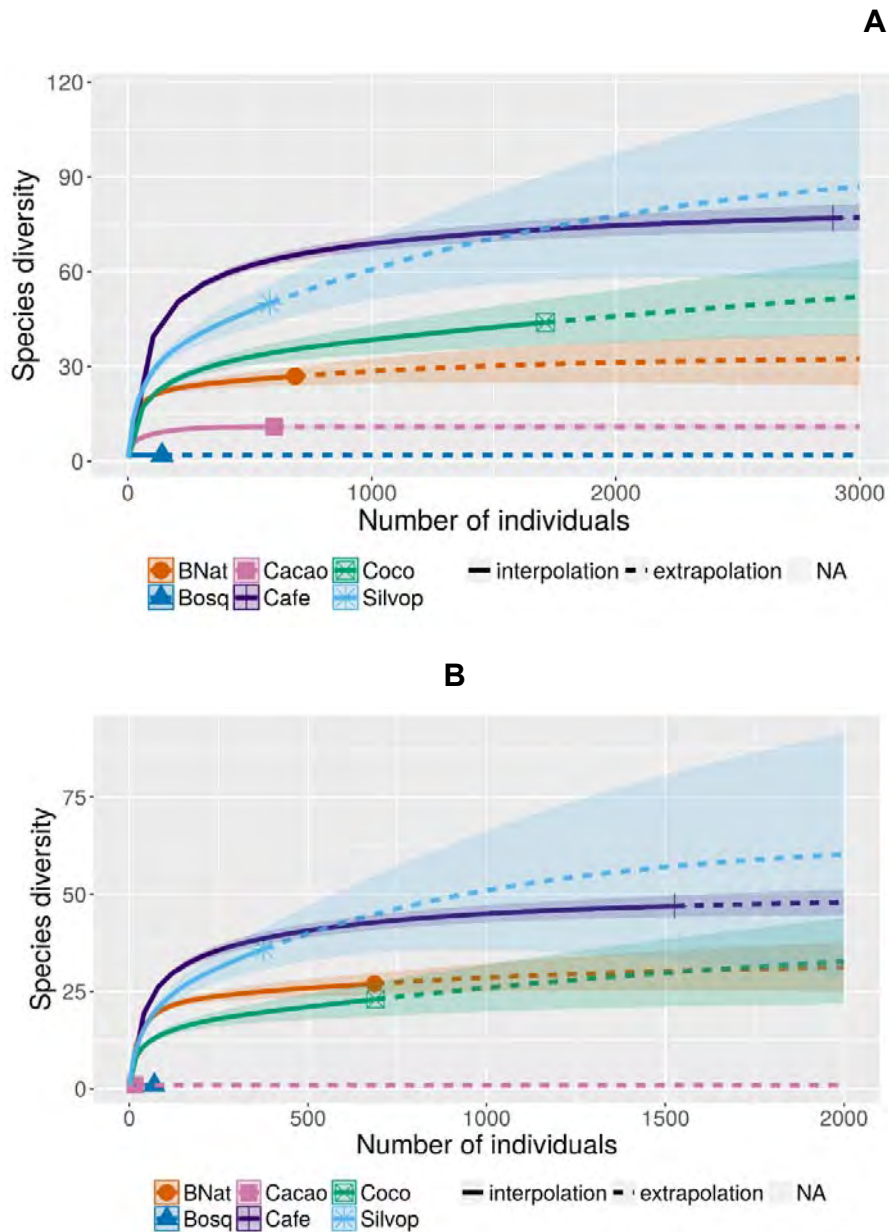


Figura 14. Curvas de rarefacción comparando la riqueza de especies entre las categorías de uso de suelo estudiadas. A. todas las especies registradas. B. solo especies nativas.

Complementariedad

La complementariedad entre todos los sitios fue muy alta y al interior de cada una de las categorías de uso del suelo se presentan valores iguales o mayores a 70%, lo que indica que hay mucha heterogeneidad en la composición de especies en la región (Tabla 20 A). A un nivel regional, la diversidad beta es alta porque la composición de especies y el grado de dominancia cambian en distancias relativamente cortas, y cambian paso a paso de un área a la siguiente.

Tabla 20. Matrices de A. Complementariedad y B. Índice de similitud de Bray Curtis para evaluar la diversidad beta entre categorías de uso de suelo.

A. Complementariedad					
	Silvopast	Cocotero	Cacaotero	Bosque	Bosque Nat
Cafetalero	75	86	99	99	96
Silvopast		76	98	98	95
Cocotero			98	98	96
Cacaotero				100	100
Bosque					96

B. Similitud de Bray Curtis					
	Silvopast	Cocotero	Cacaotero	Bosque	Bosque Nat
Cafetalero	0.157	0.131	0.089	0.067	0.064
Silvopast		0.392	0.238	0.072	0.103
Cocotero			0.220	0.023	0.033
Cacaotero				0.000	0.000
Bosque					0.145

Es importante considerar los altos porcentajes de complementariedad para la conservación de los bosques en general, ya que otros grupos de especies de la flora y la fauna que dependen de la estructura vegetal, podrían tener también una riqueza complementaria.

De hecho, en México se señala una complementariedad similar en otras especies, como son las ranas (30 a 92%) y los escarabajos del estiércol (41%) al considerar como usos del suelo bosques de niebla y cafetales (Pineda & Halffter, 2004). Asimismo, en fragmentos de bosque en México se

señalan complementariedades entre 50 y 87% para especies de helechos tanto epífitos como terrestres (Williams-Linera *et al.*, 2005b).

Para evaluar el grado de similitud entre las diferentes categorías de usos del suelo se empleó el índice de Bray Curtis (EstimateS versión 9.1.0, Colwell, 2013) que permite realizar análisis con datos cuantitativos (abundancia). Los resultados indican que la flora arbórea de los agroecosistemas cafetaleros presentaron cierta similitud con la de los sistemas silvopastoriles y cocoteros, no así con el resto de las categorías de uso del suelo. Sin embargo, las mayores similitudes en orden decreciente se presentaron entre los sistemas silvopastoriles y los agroecosistemas de coco y cacao; así como entre estos dos últimos agroecosistemas mencionados (Tabla 20 B)

El bosque natural mostró cierta similitud con los bosques con fines forestales de Pino y Majagua y con los sistemas silvopastoriles y tuvieron una similitud cercana a cero con el resto de los agroecosistemas

Anidamiento

El anidamiento es un concepto aplicado a la estructura de la metacomunidad. El concepto más común de anidamiento especifica que las especies presentes en sitios de poca riqueza representan subconjuntos de las especies presentes en sitios con alta riqueza. Sin embargo, el anidamiento también podría definirse como una situación en la cual las especies relativamente más endémicas ocupan un subconjunto de los sitios en los que se encuentran las especies más extendidas (Almeida-Neto *et al.* 2008).

El anidamiento de ensambles de especies se determinó para cada categoría de uso del suelo, con el fin de probar si los subconjuntos de especies registrados en cada uno de los sitios podrían ser considerados como una parte del total de la biodiversidad contenida en una determinada categoría de uso del suelo y en la región. Algún grado de anidamiento parece ser la regla en la naturaleza. Cook & Quinn (1995) encontraron anidamiento en la mayoría de los 50 casos que analizaron y Wright *et al.* (1998) evaluaron 279 bases de datos de las cuales el 63% presentaron un anidamiento significativo utilizando la métrica T y su hipótesis nula asociada. Existen pocos ejemplos de no anidamiento y se explican por una clara heterogeneidad ambiental, por especiación endémica o por un mal planteamiento de la hipótesis nula que se evalúa (Wright *et al.*, 1998).

Al nivel de paisaje se encontró que para todos los sitios (34 islas) la temperatura (T) del sistema fue

significativa (tabla 21) lo que indica que los sitios representan sistemas anidados y los ensambles de especies que los componen están distribuidos a lo largo del paisaje fragmentado en subconjuntos anidados.

El análisis de anidamiento en bosques y sistemas silvopastoriles mostró una T no significativa, indicativo de que los ensambles de especies de los fragmentos no están anidados (tabla 21). Este resultado sugiere una gran variedad en la composición de especies de árboles de cada fragmento de bosque o agroecosistemas silvopastoriles. En contraste, los ensambles de especies en los agroecosistemas de café, coco y cacao mostraron una T significativa debido a que sus ensambles de especies se encuentran anidados, ya que son parte de un mismo proceso sucesional. De igual forma, los ensambles de especies nativas en los bosques y en agroecosistemas cacaoteros mostraron una T significativa debido a que presentan una distribución muy anidada.

Tabla 21. Análisis de anidamiento de ensambles de especies entre categorías de usos del suelo

Categoría uso suelo	Grupo de especies	Número de especies	Número de islas	Temperatura del sistema.	Probabilidad
Todas	Todas	121	34	6.77	<0.001
	Nativas	84	34	3.66	<0.001
Café	Todas	77	15	19.52	<0.001
	Nativas	47	15	15.57	0.004
Silvopastoril	Todas	50	3	40.54	0.77
	Nativas	37	3	27.03	0.16
Coco	Todas	44	11	6.15	<0.001
	Nativas	29	11	6.43	0.02
Cacao	Todas	11	2	0.73	<0.001
	Nativas	5	2	0.66	<0.001
Bosque	Todas	29	3	17.13	0.74
	Nativas	24	3	1.18	<0.001

En estudios realizados en México relacionados con las especies arbóreas en paisajes de bosques de niebla, Williams-Linera *et al.* (2005a) informaron que los ensambles de especies en los fragmentos de bosques no están anidados, lo que sugirió una gran variedad en la composición de especies de árboles de cada fragmento. Con relación a los cafetales, estos autores concluyeron que la T del sistema tiende a ser débilmente significativa, ya que la composición de los ensambles de

especies arbóreas de los cafetales se vuelve muy diversa al reflejar los diferentes tipos de manejos.

El contraste entre ambos estudios puede obedecer a que Williams-Linera *et al.* (2005a) consideraron 10 islas de bosques de niebla y 8 islas de cafetales con diferentes tipos de manejo; en cambio, este estudio contempló tres islas de bosques y de ellas dos correspondieron a bosques de pino y majagua respectivamente y, con relación a los cafetales no existe variación en el tipo de manejo que se realiza en la región, el cual es un manejo tradicional.

La región de estudio comprende una gran variedad de tipos de bosques, muy diversos y heterogéneos, que pueden cambiar de composición florística o de dominancia en distancias geográficas muy cortas, por lo que será necesario en el futuro desarrollar estudios que incorporen un mayor número de islas y demostrar esta heterogeneidad.

Otro aspecto importante a considerar fue el impacto de los huracanes Matthew (octubre del 2016) e Irma (septiembre del 2017) en la región de estudio, los cuales pudieron influir en cambios pronunciados en la anidación de algunas áreas y una observación en un momento determinado puede no caracterizar un sistema en general. Loo *et al.* 2002 y Bloch *et al.* (2007) encontraron ensamblajes menos anidados después de las perturbaciones de los huracanes, los cuales se anidaron más con el tiempo.

El anidamiento de ensamblajes de especies se explica por diversas causas evolutivas (especiación o adaptación local), históricas (procesos de extinción y colonización) y ambientales (heterogeneidad espacial) (Wright *et al.*, 1998). El observar anidamiento en un paisaje fragmentado o modificado por el uso humano, puede explicarse parcialmente por procesos de extinción local debidos a la reducción del área de distribución de las especies (Wright & Reeves, 1992; Atmar & Patterson, 1993) o por la diversificación de hábitats que genera la fragmentación (Myklestad & Sætersdal, 2004).

En la región de estudio los patrones de distribución de las especies pueden estar afectados por la fragmentación a nivel de paisaje. Por lo tanto, se requiere más información de la respuesta de las especies a los componentes del paisaje tales como el área de los fragmentos, el grado de aislamiento y el tipo de uso de suelo adyacente que forma la matriz circundante a los fragmentos de bosque. Así como considerar que independientemente a que se conserve el área de un bosque, si éste está fragmentado, se incrementa el efecto de borde de cada parche, así como las condiciones no favorables bióticas y abióticas, lo que provoca una reducción del hábitat disponible para las especies nativas. Los umbrales a los que una fragmentación mayor y un efecto de borde adicional

pueden llevarnos son aún desconocidos para la distribución y persistencia de especies de plantas y animales.

Morrison (2013) en un estudio de anidamiento de floras insulares encontró que la calidad del hábitat insular determinada por área, aislamiento, perturbación, etc., fue relativamente más importante que la variabilidad en la capacidad de las especies para dispersarse o sobrevivir en Las Bahamas.

El análisis de la anidación es una herramienta importante para inferir patrones ecológicos. Permite una identificación del gradiente más fuerte que influye en una ocupación ordenada de especies. Además, el análisis de anidamiento puede identificar especies "desviadas" que van en contra de esos gradientes. Los patrones de distribución de especies en hábitats fragmentados naturalmente exhiben a menudo patrones de anidamiento pronunciado. Las secuencias de extinciones altamente predecibles tienen implicaciones en los patrones de distribución de especies anidadas, por lo que estos patrones son importantes en la filosofía y en la práctica de la biología de la conservación (Ulrich, 2009).

Patterson y Atmar (2000) ven a las especies desaparecidas en el sitio de presencia como candidatos ideales para la reintroducción, mientras que las presencias en el sitio de ausencia luchan por mantener su existencia. También concluyen que la vida de una población es predecible por su posición en la matriz. En las metacomunidades, las especies tienen cada vez más probabilidades de sobrevivir si están más cerca del sitio más hospitalario, lo que significa que las especies que se encuentran en la línea divisoria entre el sitio de ausencia y el sitio de presencia están en peligro. Las especies especializadas que viven en sitios hospitalarios y las especies generalistas que viven en sitios hostiles son las más propensas a la extinción.

La anidación también se puede utilizar para predecir la aparición de especies y, ya no se usa solo como una forma de describir el orden de colonización o extracción, sino que puede proporcionar una visión del proceso evolutivo que condujo al ensamblaje de hoy. También puede proporcionar información sobre la distribución de las especies o servir como una herramienta para inferir la conservación de las especies (Patterson y Atmar, 2000).

Si asumimos que las redes están anidadas y que la isla más rica en especies contiene todas las especies de cualquier subconjunto de una isla más pequeña sería lógico que la conservación de esta gran isla sea suficiente para mantener la biodiversidad. Sin embargo, la anidación perfecta es muy rara y es el único caso en el que la protección de la gran isla es verdaderamente útil. En

cualquier caso, en que se produzca una desviación de la anidación perfecta, como ocurre en la mayoría de las redes naturales, varias islas más pequeñas contendrán de forma general un número mayor de especies diferentes. Por lo tanto, sería deseable proteger las áreas según sus circunstancias específicas y no como lo predice un algoritmo (Ulrich *et al.*, 2009; Patterson y Atmar, 2000).

Además, la anidación podría surgir predominantemente por diferencias ecológicas entre las especies. Si es así, los diseños de conservación deben tener como objetivo crear una red de reservas que sea capaz de amortiguar la variabilidad ambiental (Azeria y Kolasa, 2008) y/o garantizar que esté disponible y accesible el nicho para las especies objetivo en el paisaje "cambiado".

4. DIVERSIDAD DE ORQUÍDEAS EPÍFITAS EN AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Riqueza de especies

En los cuatro agroecosistemas evaluados se contabilizaron 763 individuos pertenecientes a 13 géneros y 17 especies de orquídeas (tabla 22).

En Veracruz (México) García-Franco y Toledo-Aceves (2008) encontraron que en los cafetales la mayoría de las especies de Orchidaceae fueron escasas y tuvieron baja abundancia, y registraron como promedio un total de 15 especies de orquídeas.

Al comparar la riqueza de la familia Orchidaceae entre los cuatro tipos de agroecosistemas se encontraron diferencias significativas (Kruskal-Wallis $p < 0,0001$). El agroecosistema cafetalero presentó la mayor cantidad de géneros y especies de orquídeas con relación al resto de los agroecosistemas (figura 15).

El género *Epidendrum* fue el más diverso en la comunidad de orquídeas, y representó el 21 % de la composición de especies. Estos resultados son similares a los publicados para diversos ecosistemas colombianos, en los que se reporta a *Epidendrum* como un género importante no solo en estudios de diversidad de orquídeas, sino también en trabajos que evalúan comunidades de epifitas vasculares en general (Soto-Medina *et al.*, 2015).

Tabla 22. Abundancia de orquídeas por tipo de agroecosistema

ORQUÍDEAS	No. DE ORQUÍDEAS			
	Café	Silvopastoril	Coco	Cacao
<i>Anathallis sertularioides</i> (Sw.) Pridgeon & M.W.Chase	1	0	0	0
<i>Bulbophyllum pachyrachis</i> (A.Rich.) Griseb.	8	0	0	0
<i>Campylocentrum micranthum</i> (Lindl.) Rolfe	9	3	2	2
<i>Cyrtopodium punctatum</i> (L.) Lindl.	4	1	0	6
<i>Encyclia phoenicea</i> (Lindl.) Neumann	55	4	0	16
<i>Epidendrum anceps</i> Jacq.	13	8	0	0
<i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq.	61	11	1	17
<i>Epidendrum ramosum</i> Jacq.	3	0	0	0
<i>Epidendrum tridens</i> Poepp. & Endl.	9	0	0	5
<i>Epidendrum wrightii</i> Lindl.	51	9	2	21
<i>Heterotaxis sessilis</i> (Sw.) F.Barros	13	1	0	3
<i>Ionopsis utricularioides</i> (Sw.) Lindl.	57	7	0	21
<i>Isochilus linearis</i> (Jacq.) R.Br.	25	0	0	16
<i>Polystachya</i> sp.	63	5	0	37
<i>Prosthechea cochleata</i> (L.) W.E.Higgins	119	9	0	60
<i>Stelis gelida</i> (Lindl.) Pridgeon & M.W.Chase	3	0	0	0
<i>Trichocentrum luridum</i> (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	2	0	0	0

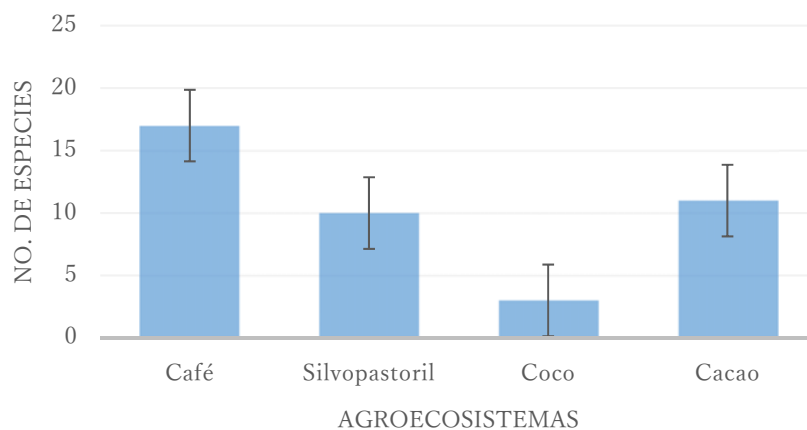


Figura 15. Riqueza de especies de orquídeas (promedio y error estándar) en agroecosistemas de montaña.

Valencia (2014) indicó que la dominancia de géneros como *Epidendrum* está relacionada a procesos de especiación que desencadenan una gran variedad de cambios morfológicos, que se reflejan en la plasticidad morfológica a nivel vegetativo entre las orquídeas de este grupo, lo que les permite colonizar una gran variedad de ambientes.

Las orquídeas se encontraron en 17 especies de forófitos, de ellos siete fueron frutales: Mango, naranja, mandarina, zapote, aguacate, coco y albaricoque (tabla 23).

Tabla 23. Abundancia de forófitos por tipo de agroecosistema

FORÓFITOS		No. DE ÁRBOLES			
Nombre Científico	N. vernáculo	Café	Silvopastoril	Coco	Cacao
<i>Albizia saman</i>	Algarrobo	3	-	-	2
<i>Alsophila aspera</i>	Helecho Arb.	-	-	1	-
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	1	-	-	1
<i>Citrus x aurantium</i>	Naranja	9	3	-	5
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	2	-	-	1
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	-	-	1	-
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Búcaro	13	-	-	17
<i>Gliricidia sepium</i>	Júpiter	4	1	-	3
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásima	1	-	-	-
<i>Hibiscus elatus</i>	Majagua	1	-	-	-
<i>Mangifera indica</i>	Mango	7	-	-	-
<i>Manilkara zapota</i>	Sapote	1	-	-	-
<i>Persea americana</i>	Aguacate	1	-	-	-
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	-	1	-	2
<i>Syzygium jambus</i>	Pomarrosa	2	-	-	-
<i>Syzygium malaccense</i>	Albaricoque	-	-	1	-
<i>Tabebuia angustata</i>	Roble	1	-	-	-

El mayor número de forófitos se encontró en los agroecosistemas cafetaleros y cacaoteros, con 46 y 31 árboles respectivamente (tabla 24); mientras que la riqueza de orquídeas fue superior en el agroecosistema cafetalero (17 especies).

Los forófitos con mayor altura y diámetro a la altura del pecho se registraron en los agroecosistemas cafetaleros y cacaoteros, lo que estuvo relacionado con la presencia de árboles de gran porte como son el mango, el búcaro y el algarrobo. Sin embargo, en el sistema silvopastoril estuvieron presentes los árboles de menor porte (tabla 24).

Tabla 24. Atributos de diversidad alfa de orquídeas y forófitos en agroecosistemas de montaña. (Entre paréntesis valores de la desviación estándar)

Atributos	Agroecosistema			
	Café	Silvopastoril	Coco	Cacao
Riqueza de forófitos	13	3	3	7
Número de forófitos	46	5	3	31
Riqueza de orquídeas	17	10	3	11
Abundancia de orquídeas	496	58	5	204
Promedio del DAP de forófitos	1.50 (± 0.17)	0.37 (± 0.09)	0.63 (± 0.17)	1.33 (± 0.13)
Promedio de la altura de forófitos	7.62 (± 0.59)	5.20 (± 1.24)	7 (± 1.73)	10.67 (± 0.83)

La abundancia de orquídeas varió entre los sistemas agroforestales y presentó un patrón donde pocas especies son dominantes (más de 100 individuos), mientras que más del 75 % de las especies presentan pocos individuos (de 1 a 20 individuos).

Los resultados de abundancia permiten conocer que especies son más vulnerables en la comunidad respecto a perturbaciones en el ambiente, así como a determinar endemismos en el área de estudio.

En los ecosistemas montañosos la riqueza de especies tiende a disminuir con un incremento en los niveles de perturbación de los bosques. Uno de los principales efectos microclimáticos de la perturbación se da a nivel de las plantas del dosel, quienes requieren un nivel alto de humedad relativa (Adhikari *et al.*, 2016), fenómeno denominado *zona de confort ecológico* (Kessler 2000, citado por Jiménez-López, 2016).

Desde una perspectiva de nicho, la capacidad de las epífitas para explotar el gradiente de exposición a la luz y la humedad, determinan la composición y distribución vertical de las especies que ocupan el árbol (De La Rosa-Manzano *et al.*, 2014; Catch-Pérez *et al.*, 2016); dicha capacidad está relacionada con las propiedades de rugosidad y disponibilidad de detritos en la superficie del

árbol hospedero, así como con otras características físicas de los árboles hospederos (DAP, altura) (Dislich y Mantovani, 2015).

La curva de acumulación de especies y sus estimadores no paramétricos calculados para el área de estudio en general, no lograron alcanzar el comportamiento asintótico, lo que sugiere que el número de especies de orquídeas presentes en los agroecosistemas evaluados es mayor al que fue encontrado (figura 16). Los estimadores no paramétricos de diversidad indican que aún falta por encontrar entre 0 (Chao1) y 4 (Jack1) especies para completar el inventario orquideológico en estos agroecosistemas, por lo que se obtuvo una representatividad del 81% (figura 16). Lo anterior fue corroborado con el programa Good-Turing, el cual muestra que en los sistemas silvopastoriles es donde no se logró registrar la totalidad de las especies presentes.

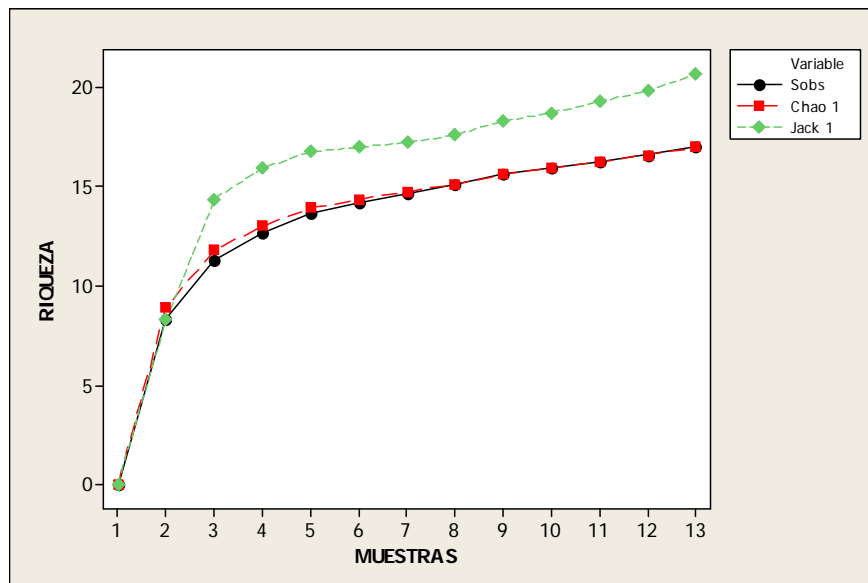


Figura 16. Curvas de acumulación de especies de riqueza observada (S_{obs}) y riqueza estimada por los estimadores no paramétricos Chao1 y Jack1.

Rarefacción

La comparación más apropiada de la riqueza de especies por categorías de uso de suelo es aquella que controla las diferencias en abundancia o reduce las muestras a un nivel de abundancia común y entonces compara la riqueza de especies (Gotelli & Colwell, 2001). Así, para determinar si las diferentes riquezas son debidas a diferencias biológicas o son sólo diferencias en muestreo que

desaparecerían si se hubiera muestreado en condiciones similares, se empleó la técnica denominada rarefacción y se escalaron las curvas a número de individuos (EstimateS versión 9.1.0, Colwell, 2016)

La curva de rarefacción muestra que el agroecosistema cafetalero tuvo la diversidad más alta (17 especies), con un mayor número de individuos, con relación al resto de los agroecosistemas (figura 17).

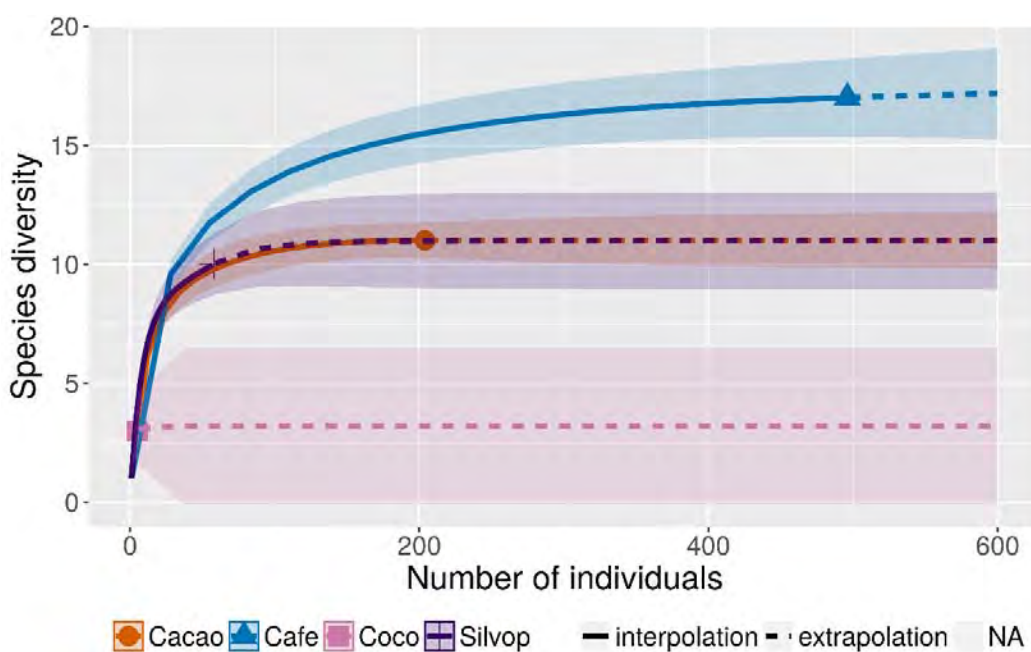


Figura 17. Curvas de rarefacción comparando la riqueza de orquídeas entre las categorías de agroecosistemas.

Abundancias

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el número de individuos por especie en los cuatro sistemas agroforestales evaluados (Kruskal-Wallis $p < 0,0001$). En los agroecosistemas cafetaleros se presentó la mayor abundancia relativa de orquídeas epífitas; su curva es más alargada y la pendiente menos abrupta, con relación al resto de los agroecosistemas, lo que indica una mayor riqueza y equitatividad en las abundancias de las especies (figura 18).

En el agroecosistema cafetalero se encontró el mayor número de especies abundantes. Las

especies *Prosthechea cochleata*, *Epidendrum nocturnum*, *Ionopsis utricularioides* y *Epidendrum wrightii* fueron abundantes en el agroecosistema cafetalero; sin embargo, en el sistema silvopastoril fueron comunes. También resultó abundante en el agroecosistema cafetalero la especie *Encyclia phoenicea*, la cual clasificó como común en el agroecosistema cacaotero.

Las tres especies de orquídeas epífitas registrada en al agroecosistema cocotero clasificaron como raras, debido a que se ubicaron por debajo del intervalo de confianza.

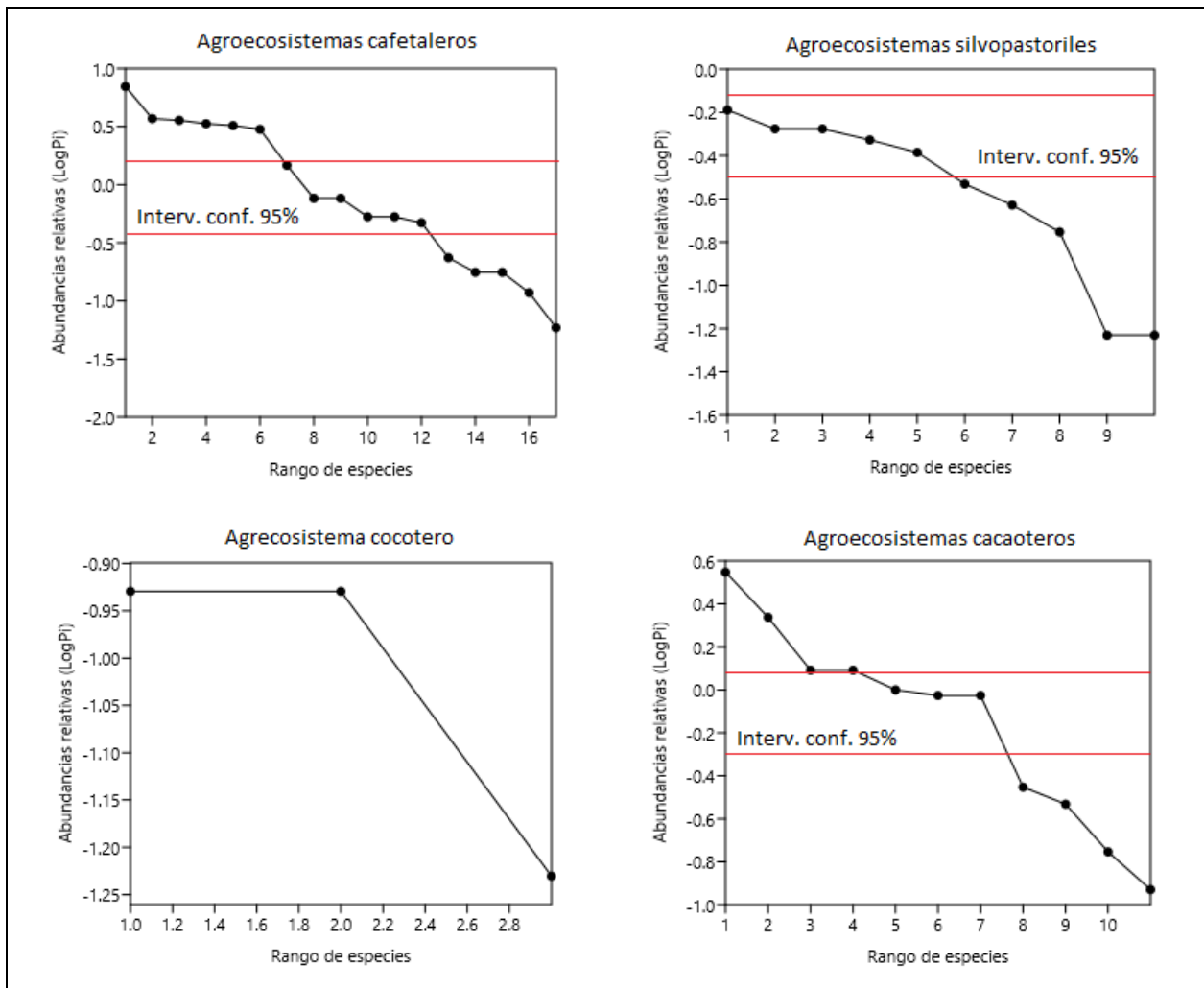


Figura 18. Curvas rango-abundancia de las especies de orquídeas epífitas presentes en agroecosistemas de montaña. Las especies por encima del intervalo de confianza al 95 % podrían considerarse abundantes, entre los intervalos como comunes y por debajo, raras.

Diversidad beta

En general, la diversidad beta es alta entre los sistemas agroforestales. En los agroecosistemas de café se observaron 11 y 10 especies comunes con los agroecosistemas cacaotero y silvopastoril respectivamente (tabla 25).

El análisis de similitud con el índice de Sorensen indica que el agroecosistema cocotero presentó un grado de recambio de especies diferente con el agroecosistema cacaotero y el silvopastoril (0.429 y 0.462 respectivamente) y, con el agroecosistema cafetalero la diferencia aumentó (0.300). Este resultado indica las diferencias para el hábitat de las orquídeas epífitas entre el agroecosistema cocotero y el resto de los agroecosistemas evaluados.

Tabla 25. Matriz pareada de la diversidad beta entre los sitios de estudio (Por encima de la diagonal índice de Sorensen y por debajo de la diagonal se presentan las especies comunes entre sitios). Los valores van de 0 (diferentes) a 1 (similares).

	A. Cafetaleros	A. Silvop	A. Cocoteros	A. Cacaoteros
A. Cafetaleros		0.741	0.300	0.786
A. Silvop	10		0.462	0.857
A. Cocoteros	3	3		0.429
A. Cacaoteros	11	9	3	

Se ha reportado que la similitud en comunidades de orquídeas es baja cuando se comparan áreas con diferentes estructuras vegetales, ya que variables microclimáticas como la intensidad lumínica y la humedad, influyen significativamente en la ocurrencia de especies. El análisis de la diversidad beta permitió establecer los patrones de similitud entre las coberturas vegetales proporcionadas por los sistemas agroforestales, y en general se encontró baja diversidad compartida y una marcada diferencia en la riqueza y abundancia de especies entre los cuatro agroecosistemas.

García-Franco y Toledo-Aceves (2008) al estudiar las epífitas vasculares en agroecosistemas cafetaleros de Veracruz, México, señalaron que los 13 sitios evaluados se agruparon por la semejanza en las especies de orquídeas y por su similitud geográfica, pero no así por el tipo de manejo de los cafetales.

El dendrograma de similaridad agrupó a los agroecosistemas cafetaleros y cacaoteros con un porcentaje de similitud mayor al 95 %, lo que corrobora los resultados obtenidos en el análisis de la

diversidad beta. El agroecosistema cocotero se separó del resto de los agroecosistemas con un bajo porcentaje de similitud, que alcanzó un 35%, debido a las diferencias de los taxa presentes entre agroecosistemas (figura 19). Del total de especies de orquídeas epífitas registradas solo tres (17,6%) estuvieron compartidas en los cuatro agroecosistemas. Estas especies fueron: *Campylocentrum micranthum*, *Epidendrum nocturnum* y *Epidendrum wrightii*.

En el agroecosistema cafetalero se encontraron 5 especies de orquídeas epífitas (29,9%) que no fueron registradas en el resto de los agroecosistemas y ellas fueron: *Anathallis sertularioides*, *Bulbophyllum pachyrachis*, *Epidendrum ramosum*, *Stelis gelida* y *Trichocentrum luridum*.

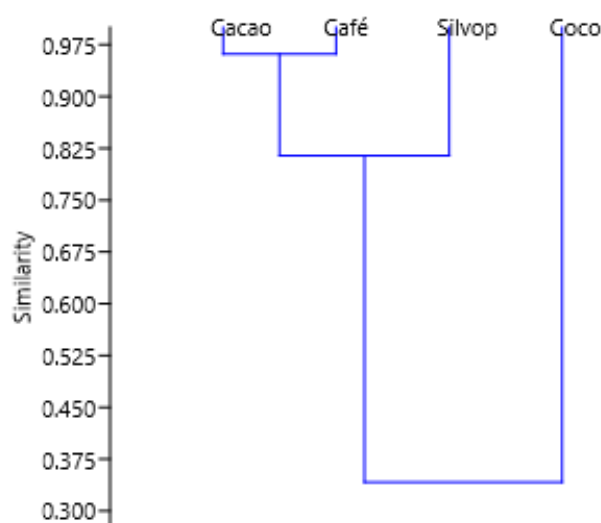


Figura 19. Dendrograma de similaridad entre agroecosistemas basado en el índice de Morisita

En el gráfico generado por el escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS), se aprecia el ordenamiento diferencial de la composición de orquídeas epífitas en los agroecosistemas. Se observa una marcada segregación del agroecosistema cocotero del resto de los agroecosistemas evaluados, lo que prueba la baja similitud y la preferencia de ciertas especies a un tipo particular de cobertura vegetal. Así mismo se puede evidenciar que los agroecosistemas cafetaleros, cacaoteros y silvopastoriles presentan coberturas más similares, ya que existe menor distancia en la forma en la que fueron ordenadas por el análisis (figura 20).

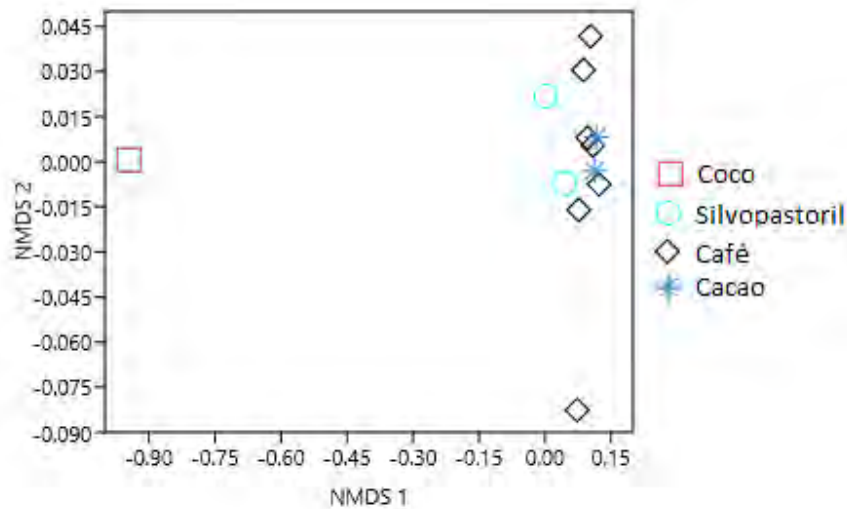


Figura 20. Escalamiento multidimensional no paramétrico (NMDS) basado en el índice de similitud de Bray-Curtis.

El escalamiento multidimensional no paramétrico es una prueba de gradiente indirecta que produce una ordenación basada en una matriz o índice de similitud. Para esta prueba el análisis fue realizado en base al índice de Bray-Curtis, una medida de diversidad ampliamente utilizada en estudios de vegetación, el cual involucra las abundancias de las especies para comparar la magnitud de las diferencias en la diversidad entre sitios de muestreo. El NMDS es un análisis robusto para describir las separaciones entre unidades de muestreo, puesto que puede ser aplicado a una matriz de similitud basada en cualquier índice, puede usar datos cuantitativos o variables mixtas y es tolerante a la pérdida de datos de distancias pareadas.

En paisajes perturbados, la estructura espacial de los manchones de vegetación conservada influyen en la dispersión y el establecimiento de las especies en las áreas fragmentadas o descubiertas de vegetación (García-González *et al.*, 2016). Otro factor determinante en el recambio de las especies de una comunidad es la complejidad en la estructura topográfica del paisaje; las pendientes o cualquier accidente topográfico determinan la escorrentía, dirección de los vientos y la movilidad de los organismos dispersores, lo que genera que exista heterogeneidad en la estructura de la biota (Damon *et al.*, 2015).

El análisis de similitudes (ANOSIM) mostró diferencias estadísticamente significativas, con un valor de $R=0,4229$, y una probabilidad para la prueba de $p=0.002$, lo que indica que existe variación espacial en la diversidad de la comunidad de orquídeas entre las distintas coberturas vegetales

proporcionadas por los agroecosistemas evaluados. Al evaluar la comparación por pares mediante esta prueba, se encontró que el agroecosistema cafetalero y el cocotero presentaron la mayor separación con un valor de $p=0,06$. Por el contrario, no se presentaron diferencias significativas entre el agroecosistema cafetalero y el cacaotero con un valor del estadístico $R=0,17$ ($p<0,001$) y entre el cafetalero y el silvopastoril $R=0,21$ ($p<0,001$).

La red de interacciones orquídeas-forófitos se muestra en formato de red bipartita (figura 21), y presenta una riqueza total de 34 especies (tamaño de la red) en donde el primer nivel está formado por 17 especies de orquídeas y el segundo por 17 especies de forófitos, con un promedio de interacción de 3.82.

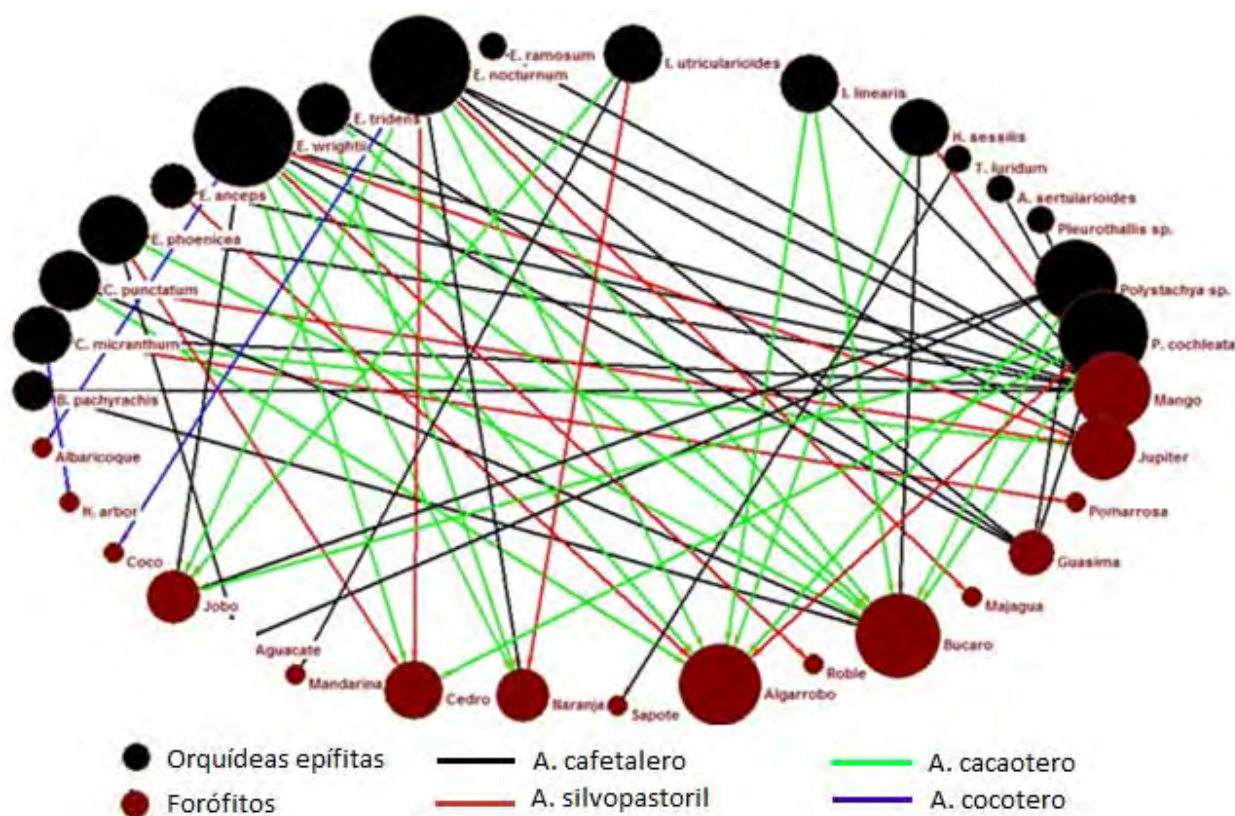


Figura 21. Red total Orquídeas-forófitos.

Las especies más abundantes (con mayor intensidad de interacción) y más generalistas en función de la red fueron: *Mangifera indica*, *Erythrina poeppigiana*, *Epidendrum wrightii* y *Epidendrum nocturnum*.

En la red se observan cuatro especies de orquídeas que presentan una relación específica con una sola especie de forófito en sistemas agroforestales: *Trichocentrum luridum* se encontró en naranja; mientras que las orquídeas *Anathallis sertularioides*, *Epidendrum ramosum* y *Stelis gelida* fueron registradas en mango.

En el análisis de asociación entre la comunidad de orquídeas y el tipo de cobertura vegetal (sistemas agroforestales) se observó que varias especies tienden a mostrar interacciones específicas con cierto tipo de cobertura vegetal, mientras que solo tres especies fueron generalistas (*Epidendrum wrightii*, *Epidendrum nocturnum* y *Campylocentrum micranthum*) (figura 22).

Se aprecia además una variación de las especies de orquídeas entre las coberturas vegetales, ya que de las 17 especies registradas y de una matriz de interacciones máxima posible de 68 enlaces solo se registraron 41, lo que significa que se generaron el 60,3% de las interacciones posibles entre las especies de orquídeas y los cuatro tipos de agroecosistemas evaluados.

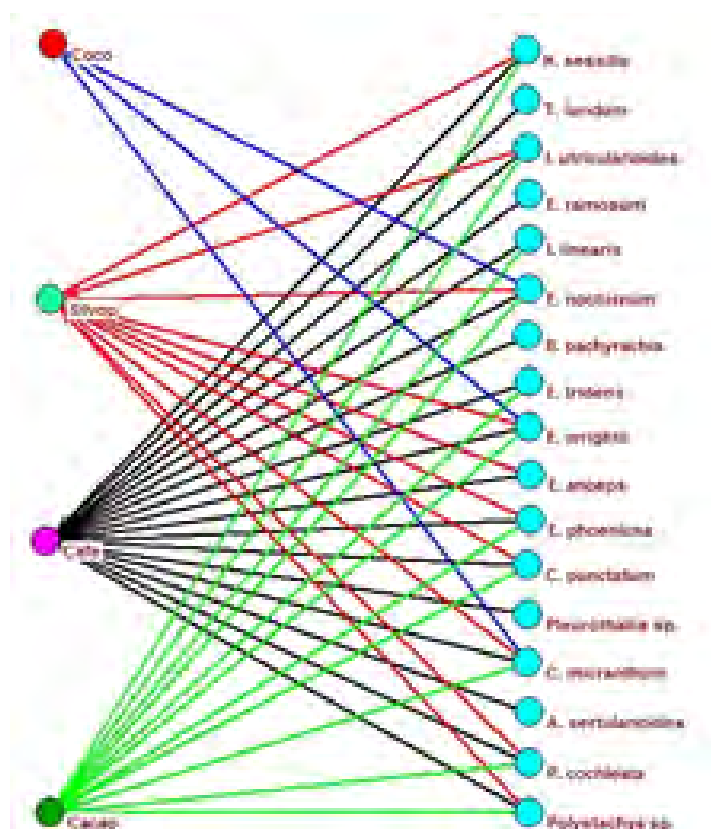


Figura 22. Red bipartita de la variación espacial de las especies de orquídeas en la comunidad.

En los últimos años, el uso del análisis de redes complejas en ecología, ha ocupado un papel central para entender el rol de cada especie dentro de una red y así comprender la organización de las comunidades (Falcao *et al.*, 2016). Sin embargo, muchas de las métricas que arrojan estos análisis no consideran las particularidades de la estructura, diversidad y composición de las comunidades, los cuales son atributos de historia natural que pueden ayudar a explicar las estructuras y diferentes configuraciones de las interacciones ecológicas en relación con el estado de conservación de los agroecosistemas (Farias, 2017).

5. CARACTERIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD (ANFIBIOS, HORMIGAS, ESCARABAJOS Y AVES) EN AGROECOSISTEMAS PRODUCTIVOS DE MONTAÑA

Inventario de anfibios

En los agroecosistemas evaluados se inventariaron un total de seis especies de anfibios (Anexo 2): dos especies de sapo y cuatro especies de ranas. En todas las áreas productivas, la especie de mayor abundancia y frecuencia fue la rana platanera (*Osteopilus septentrionalis*). Estos animales, pertenecientes al orden *Anura* de la clase *Amphibia*, están bien distribuidos en los diferentes sectores de las fincas, pero especialmente en áreas inundadas, como canales, charcos y ríos. Algunas especies son escasas como la Rana Toro (*Rana cartabella*), mientras que otras son comunes y abundantes como la rana platanera (*Osteopilus septentrionalis*), especialmente durante la época de reproducción.

Los anfibios han tenido una impresionante adaptación y radiación a diversos ambientes y exhiben una diversidad de hábitos de vida como ningún otro grupo de vertebrados (Duellman y Trueb 1986). Los anfibios son los únicos tetrápodos que poseen un ciclo bifásico de vida y aunque han colonizado la tierra, son organismos que dependen del agua o de una alta humedad para su reproducción. No es sorprendente que incluso pequeñas perturbaciones al ambiente causen severos trastornos a sus poblaciones, en los últimos 15 años se han reportado declines y extinciones de poblaciones en muchas partes del mundo (Blaustein y Wake 1990; Wake 1991), citados por (Mancina y Cruz, 2017).

Los efectos de la agricultura orgánica en la biodiversidad de la fauna se han estudiado particularmente en lo que respecta a la fauna del suelo y a las aves. Una revisión de 44 estudios de investigación que se llevaron a cabo en Europa y en los Estados Unidos de América (en granjas y proyectos piloto) sobre los efectos de los sistemas agrícolas en los invertebrados y en los pájaros beneficiosos, muestran en casi todos los casos, un mejor desempeño del sistema orgánico. De los

grupos de fauna analizados (por ejemplo, lombrices, artrópodos y pájaros), la agricultura orgánica demostró ser mejor en términos de abundancia en 49 de 55 investigaciones. En relación con la diversidad de especies, 15 de las 23 investigaciones mostraron una mayor riqueza en la agricultura orgánica. En ningún caso, la agricultura convencional obtuvo un desempeño mejor.

El análisis de conglomerados estimado de acuerdo al índice de Jaccard distinguió tres grupos bien definidos de agroecosistemas con una mayor similitud (75%) en la composición de especies. Los sitios que presentaron diferencias notables en su composición y que permanecieron alejados y sin un orden de agrupamiento fueron los agroecosistemas cacaoteros y cocoteros (57,62%). (Figura 23).

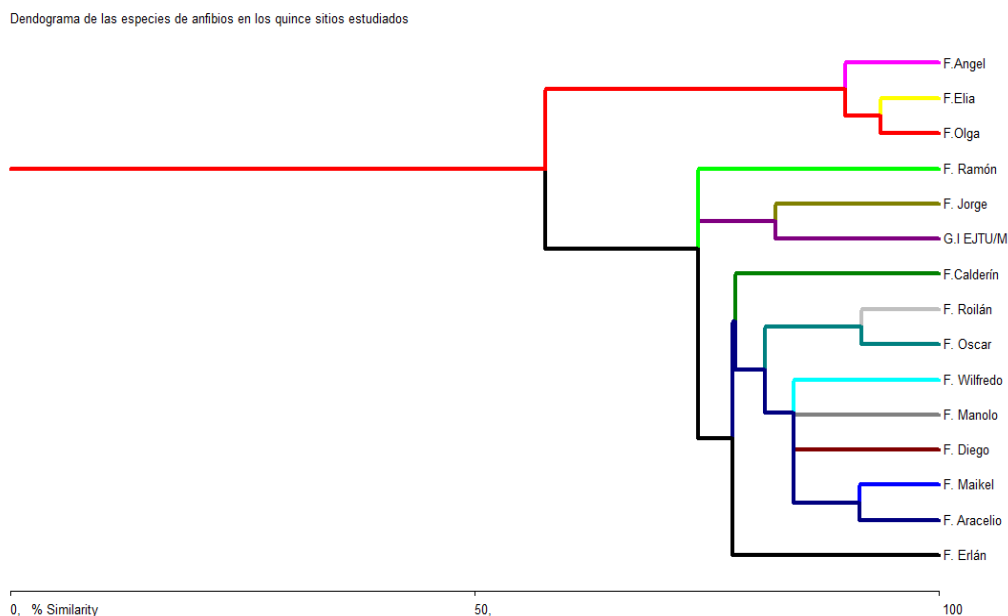


Figura 23. Dendrograma generado a partir de un análisis de conglomerados del inventario de anfibios realizado para 15 agroecosistemas de montaña.

Inventario de hormigas

En los agroecosistemas se inventariaron un total de seis especies de hormigas (Anexo 3), fundamentalmente la especie *Atta insularis* Guér., más conocida como bibijagua, la cual fue abundante en todos los sitios y con incidencia negativa en los cultivos, fundamentalmente en el café y los cultivos varios (viandas, hortalizas y granos).

El análisis de conglomerados estimado de acuerdo al índice de Jaccard distinguió cinco grupos, con una mayor similitud en la composición de especies en los agroecosistemas cafetaleros (98-100-%), los cuales presentaron además, una diferencia marcada con el agroecosistema silvopastoril (73.31%) (Figura 24).

El índice de Shannon presentó el valor mayor en la Finca Erlán (0.96), localizada en La Cuabita en un agroecosistema cafetalero y, el menor valor en la Finca Jorge (0.22), ubicada en Raizú, en un agroecosistema cafetalero y silvopastoril. El índice de Simpson representa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat, seleccionados al azar, pertenezcan a la misma especie y presentó valores de 0,19 y 0,89 respectivamente, en las dos áreas mencionadas anteriormente.

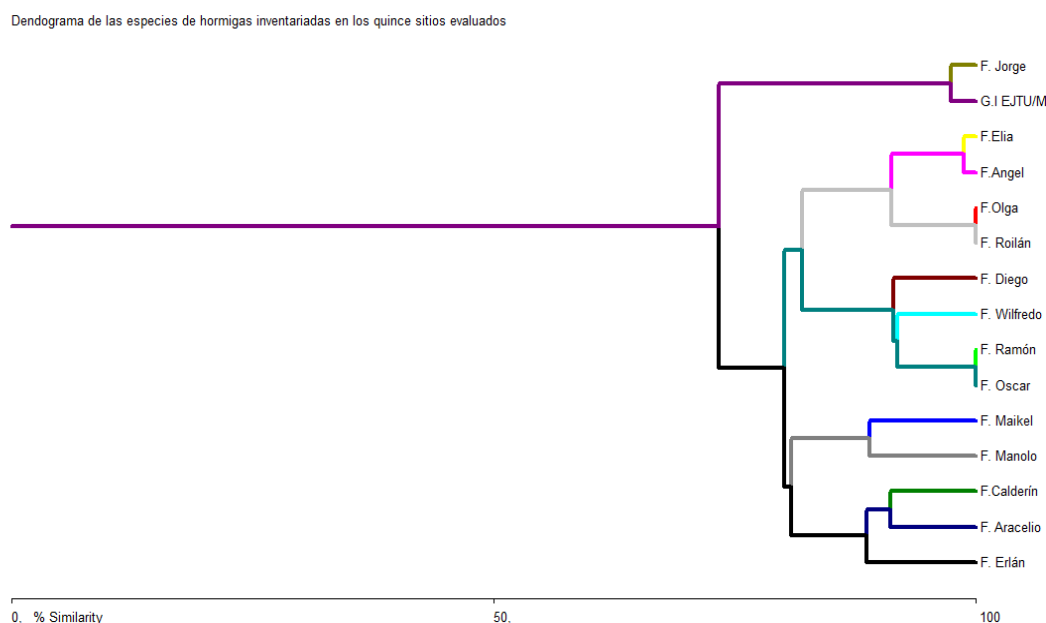


Figura 24. Dendrograma generado a partir de un análisis de conglomerados del inventario de hormigas realizado en los 15 agroecosistemas de montaña.

La fauna entomológica (insectos) es muy diversa y abundante. Las fincas presentan una gran diversidad de insectos que aprovechan los diferentes recursos alimentarios y de hábitat que le ofrecen los diferentes sectores. En el inventario se recolectaron 5 especies de hormigas de suelo y 1 una especie de hormiga que además de encontrarse en los cultivos, se encontró en la hojarasca.

Los resultados obtenidos por Valenzuela *et al.*, 2008 citado por Manson *et al.*, 2008 mostraron que el tipo cobertura arbórea que proporciona sombra en los cafetales influye sobre la riqueza, diversidad y abundancia de las hormigas. Estos autores señalaron que en general, tanto la riqueza como la diversidad aumentan conforme se incrementa la complejidad de la estructura arbórea, mientras que la abundancia presentó una tendencia inversa. Los porcentajes de similitud obtenidos (índice de Jaccard) muestran, en general, una composición de especies bastante diferente entre el bosque y los cafetales y, en menor grado, también entre los cafetales estudiados. La comunidad de hormigas del bosque presentó una alta equidad mientras que la mayoría de los cafetales muestran una alta dominancia. Con relación a su distribución por estratos, la mayoría de las especies parecen restringir su forrajeo a uno o algunos pocos de los estratos examinados.

Inventario de escarabajos

En los agroecosistemas se inventariaron un total de tres especies de coleópteros (Anexo 4). La especie más abundante fue el *Stenodontes chevrolati* G., familia *Cerambycidae*, el que se encontró fundamentalmente en excretas de animales y troncos en fase de putrefacción.

El análisis de conglomerados estimado de acuerdo al índice de Jaccard distinguió tres grupos y ocho subgrupos con una mayor similitud en la composición de escarabajos en los agroecosistemas cafetaleros (93%), y con una diferencia marcada entre estos y los agroecosistemas silvopastoriles (73.31%) (Figura 25).

Los porcentajes de similitud obtenidos entre los estratos en general tuvieron un bajo nivel de agrupamiento, con un promedio de 26.1% y un rango de 12% (entre los estratos hipogeo y arbóreo) a 42% (entre los cafetos y el estrato arbóreo). Estos resultados muestran que las mirmecofaunas asociadas a cada uno de estos estratos son bastante diferentes.

Diversos estudios han demostrado que la diversidad de la flora contribuye con la estabilidad del ecosistema, mientras que la comunidad de invertebrados asociada a los límites del campo desempeña muchas funciones en el ecosistema, que incluyen el control biológico de plagas y de enfermedades, la polinización y recurso de alimentos para niveles tróficos más elevados.

En la actualidad, está en riesgo la diversidad de la flora silvestre típica de los campos arables que constituye el hábitat principal para una amplia gama de especies. Muchas especies están en peligro debido a la intensificación agrícola que incluye el uso intensivo de fertilizantes minerales y de

herbicidas, el manejo intensivo del suelo y la destrucción de los hábitats. En las especies de las praderas, la diversidad está también disminuyendo debido a la intensificación del manejo del pastoreo y a la mayor cantidad de insumos fertilizantes que se utilizan.

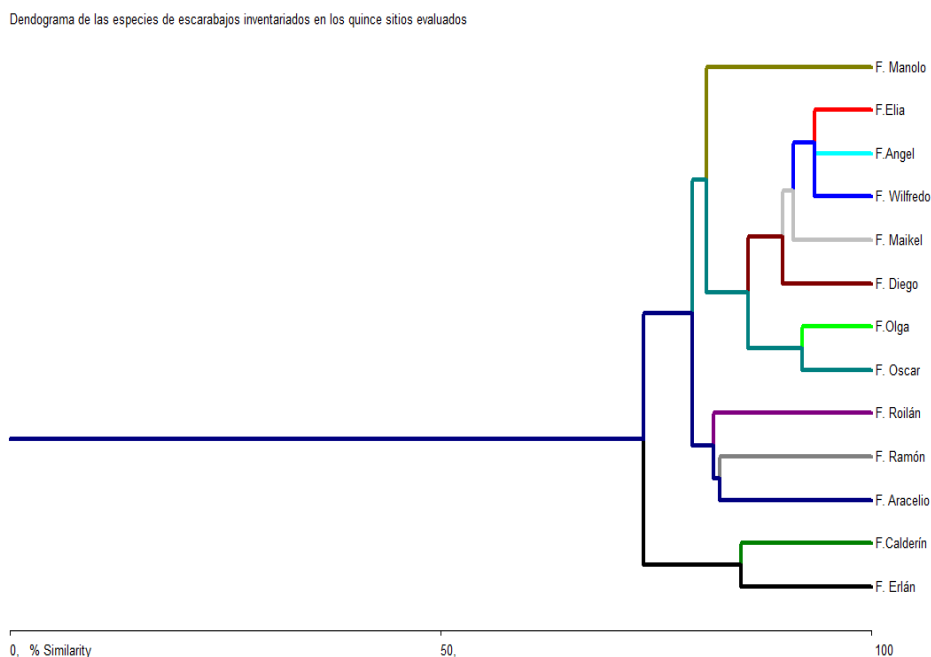


Figura 25. Dendrograma generado a partir de un análisis de conglomerados del inventario de escarabajos realizado para los quince agroecosistemas.

Las comunidades de escarabajos estercoleros parecen ser en su mayoría habitantes en las alturas más próximas al mar (0-500 msnm). Dominados por géneros adaptados a hábitats abiertos y alterados. Se debe mencionar que al aumentar la gradiente latitudinal la cantidad de individuos de escarabajos tienden a disminuir. Esto se debe a que los escarabajos de la subfamilia *Scarabaeinae* son muy sensibles en cuanto a las variaciones térmicas, por ende, su riqueza decrece con el incremento de la altitud (Lobo y Halffter, 2000).

Los resultados mostrados por Solórzano (2012), en cuanto a la variable de agrupación día, no resultaron significantes por lo que no se analizaron los datos agrupados por esta variable. En las capturas que se realizaron en los dos diferentes tipos de bosque y las tres alturas se observó una cantidad de escarabajos distribuida y uniforme durante los tres días de muestreo. Aparentemente no existe una influencia significativa en cuanto al tiempo, al menos no en cuanto a los intervalos de pocos días en los que se realizó éste estudio. Por eso, se pudo descartar este factor y agrupar los

datos de los tres diferentes días para tener un mayor número de escarabajos recolectados.

Los coleópteros constituyen el mayor orden de insectos que agrupa a una gran cantidad de especies. Estos han sido objeto de estudio durante muchos años y especialmente se han centrado en los que constituyen plagas de numerosos cultivos. Sin embargo, dentro de este orden existen ejemplares que presentan un régimen alimentario coprófago, lo cual resulta de gran interés para la ganadería (Lumaret e Ibarra, 1996; Micó y Galante, 2001), citados por Sánchez y Reinés, 2001).

Su importancia radica en que estos insectos utilizan una porción del excremento para alimentarse o enterrarlo en el interior del suelo y forman pequeñas estructuras esféricas compuestas por estiércol y tierra, en cuyo interior se desarrolla su estadio larval, lo que acelera de este modo el retorno de nutrientes al suelo (Bornemisza, 1976), e impide la volatilización del nitrógeno (Lobo y Veiga, 1990).

La acción enterradora de los coleópteros disminuye la contaminación que provoca la acumulación del excremento sobre el pastizal y conduce a un mayor aprovechamiento de la cantidad disponible de pasto (CSIRO, 1979; Fincher, 1981). Ello tiene una gran importancia, ya que el forraje contaminado por la deposición de las excretas tiende a ser rechazado por los animales y afecta también el área circundante, la cual puede ser de 6 a 12 veces mayor que el área manchada por las excretas (Pezo e Ibrahim, 1999).

Inventario de aves silvestres

Durante el estudio se registraron 66 especies de aves, entre las que se incluyen 11 endémicos y 4 especies amenazadas (gavilán colilargo, paloma perdiz, cotorra y catey) (Anexo 5).

Los agroecosistemas juegan un papel importante en la ecología de las aves migratorias neotropicales que pasan el invierno en Cuba y también de las transeúntes. Es por ello, que es necesario comprender el funcionamiento de estos agroecosistemas y la influencia de las prácticas de manejo que allí se implementan, para que estos sean más eficientes en el aporte de recursos para el mantenimiento y la conservación de la avifauna.

En la región estudiada existe una rica biodiversidad de aves, aunque no fueron observadas dos especies endémicas que consideramos que están presentes en estas áreas que son: las especies *Calypte helenae* (zunzuncito) y *Tyrannus cubensis* (pitirre real).

En el dendrograma obtenido con base en el índice de similitud de Jaccard (figura 26) se observó que el agroecosistema cafetalero presenta el mayor número de especies (49 especies inventariadas) (61,37% de similitud); mientras que en el agroecosistema silvopastoril fue el de menor porcentaje de similitud (45,9%) y menor número de especies inventariadas (14).

Abundancia Relativa de Aves

En la Tabla 26 se muestran los resultados de tres localidades (La Cuabita, Las Munciones y Vega Grande) en cuanto al Índice de Abundancia Relativa, para ello se determinó con qué frecuencia se contó cada una de las especies inventariadas. En La Cuabita, la cantidad de aves contadas fue de 445 individuos, y el ave con mayor abundancia relativa fue el Cao montero (*Corvus nasicus*), con un índice de abundancia relativa de 14,83 (66 individuos contabilizados). En Las Munciones se contabilizaron 209 individuos y el totí (*Dives atoviolaceus*) presentó un índice de abundancia relativa de 9,09 (19 individuos) y en Vega Grande se contabilizaron 239 individuos y, la Garza blanca (*Egresa tula*) presentó un índice de abundancia relativa de 11,29 (27 individuos).

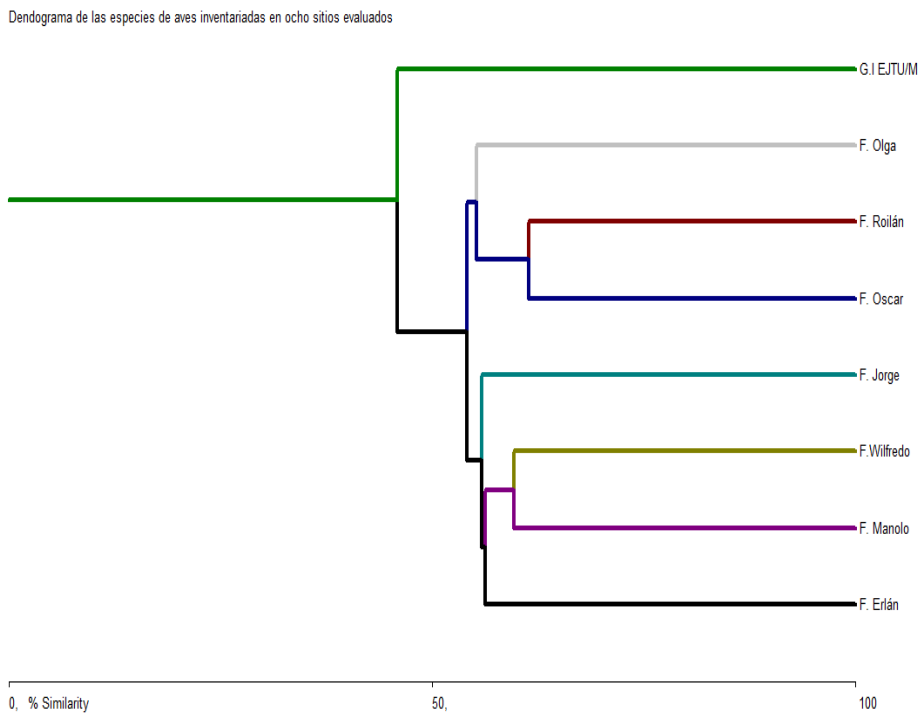


Figura 26. Dendrograma generado a partir de un análisis de conglomerados del inventario de aves realizado en ocho agroecosistemas de montaña.

Tabla 26. Abundancia Relativa de aves inventariadas en La Cuabita, Las Municiones y Vega Grande

No.	Especie	La Cuabita		Las Municiones		Vega Grande	
		ni	Pi	ni	Pi	ni	Pi
1	Achuela	9	2,02	11	5,26	-	-
2	Aguaita caimán	6	1,34	3	1,43	6	2,51
3	Arriero	5	1,12	4	1,91	5	2,09
4	Aura	16	3,59	9	4,30	4	1,67
5	Big. Chica	5	1,12	8	3,82	6	2,51
6	Bijirita Azul	13	2,92	13	6,22	12	5,02
7	Bijirita Peregrina	7	1,57	-	-	10	4,18
8	Bijirita trepadora	-	-	2	0,95	-	-
9	Bobito chico	3	0,67	-	-	-	-
10	Bobito grande	4	0,89	-	-	-	-
11	Cabrero	5	1,12	5	2,39	-	-
12	Candelita	7	1,57	7	3,34	8	3,34
13	Cao Montero	66	14,83	-	-	24	10,04
14	Caretita	4	0,894	-	-	-	-
15	Carp. De Paso	2	0,44	-	-	-	-
16	Carpintero jabado	12	2,69	6	2,87	9	3,76
17	Carpintero verde	5	1,12	2	0,95	2	0,83
18	Carta cuba	5	1,12	7	3,34	6	2,51
19	Censerenico	10	2,24	-	-	-	-
20	Cernícalo	10	2,24	5	2,39	4	1,67
21	Codorniz	7	1,57	-	-	-	-
22	Cotorra	12	2,69	18	8,61	12	5,02
23	Gallina de guinea	3	0,67	-	-	7	2,92
24	Gallineta Azul	2	0,44	2	0,95	2	0,83
25	Gallineta roja	-	-	5	2,39	4	1,67
26	Garza azul	5	1,12	4	1,91	3	1,25
27	Garza Blanca	19	4,26	17	8,13	27	11,29
28	Garzon	-	-	-	-	2	0,83
29	Gavilán colilargo	7	1,57	-	-	3	1,25

Tabla 26. Abundancia Relativa de aves inventariadas en La Cuabita, Las Municiones y Vega Grande (Cont.)

No.	Especie	La Cuabita		Las Municiones		Vega Grande	
		ni	Pi	ni	Pi	ni	Pi
30	Gavilán de monte	9	2,02	1	0,47	-	-
31	Golondrina de Cueva	2	0,44	-	-	-	-
32	Guanabá Real	2	0,44	2	0,95	2	0,83
33	Guareao	4	0,89	-	-	7	2,92
34	Guereguete	5	1,12	4	1,91	4	1,67
35	Guincho	-	-	-	-	2	0,83
36	Judio	9	2,02	13	6,22	7	2,92
37	Lechuza	15	3,37	-	-	-	-
38	Negríto	10	2,24	-	-	8	3,34
39	Paloma aliblanca	17	3,82	-	-	-	-
40	Pitirre guatívere	11	2,47	-	-	-	-
41	Ruiseñor	4	0,89	5	2,39	6	2,51
42	Sabanero	2	0,44	-	-	-	-
43	San diego	-	-	2	0,95	-	-
44	Señorita de monte	2	0,44	-	-	-	-
45	Señorita de río	8	1,79	-	-	-	-
46	Sijú Cotunto	6	1,34	-	-	2	0,83
47	Sijú platanero	2	0,44	3	1,43	5	2,09
48	Sinsonte	-	-	4	1,91	6	2,51
49	Solibio	11	2,47	7	3,34	8	3,34
50	Tocororo	7	1,57	12	5,74	10	4,18
51	Torcaza C. Morada	8	1,79	-	-	-	-
52	Torito	2	0,44	-	-	-	-
53	Totí	44	9,88	19	9,09	-	-
54	Viudito	11	2,47	13	6,22	-	-
55	Zorzal Real	-	-	14	6,69	9	3,76
56	Zunzún	5	1,12	-	-	7	2,92
	Total	445	100	209	100	239	100

En la tabla 27 se muestran los resultados de tres localidades (Riito, Raizú y Majayara) en cuanto al Índice de Abundancia Relativa, para ello se determinó con qué frecuencia se contó cada una de las especies inventariadas. En Riito, la cantidad de aves contadas fue de 118 individuos y el ave con mayor abundancia relativa fue el Cao montero (*Corvus nacicus*), con un índice de abundancia relativa de 21.18 (25 individuos contabilizados). En Raizú se contabilizaron 306 individuos y el toti (*Dives atoviolaceus*) presentó un índice de abundancia relativa de 12.13 (37 individuos). En Majayara, municipio Sagua de Tánamo (provincia Holguín) se contabilizaron 319 individuos y el toti (*Dives atoviolaceus*) presentó un índice de abundancia relativa de 13.16 (42 individuos).

Tabla 27. Abundancia Relativa de aves inventariadas en La Cuabita, Las Municiones y Vega Grande

No.	Especie	Riito		Raizú		Majayara	
		ni	Pi	ni	Pi	ni	Pi
1	Achuela	-	-	15	4,91	-	-
2	Aguaita caimán	-	-	4	1,31	2	0,62
3	Arriero	3	2,54	6	1,96	5	1,56
4	Aura	-	-	9	2,95	15	4,70
5	Biente veo	16	13,55	22	7,21	25	7,83
6	Big. trepadora	-	-	-	-	2	0,62
7	Bijirita Azul	-	-	3	0,98	-	-
8	Bijirita peregrina	5	4,23	-	-	-	-
9	Bijirita trepadora	-	-	3	0,98	-	-
10	Bobito grande	4	3,38	7	2,29	-	-
11	Cabrero	4	3,38	9	2,95	-	-
12	Candelita	-	-	7	2,29	3	0,94
13	Cao montero	25	21,18	-	-	27	8,46
14	Carpintero jabado	-	-	14	4,59	12	3,76
15	Carpintero verde	4	3,38	7	2,29	4	1,25
16	Carta cuba	12	10,16	-	-	6	1,88
17	Cernícalo	-	-	16	5,24	2	0,62
18	Codorniz	-	-	-	-	13	4,07
19	Cotorra	10	8,47	12	3,93	12	3,76
20	Gallina de guinea	-	-	-	-	7	2,19
21	Gallineta Azul	-	-	-	-	4	1,25

Tabla 27. Abundancia Relativa de aves inventariadas en La Cuabita, Las Municiones y Vega Grande (Cont.)

No.	Especie	Riito		Raizú		Majayara	
		ni	Pi	ni	Pi	ni	Pi
22	Garza azul	-	-	2	0,65	-	-
23	Garza Blanca	-	-	9	2,95	12	3,76
24	Gavilán colilargo	-	-	1	0,32	2	0,62
25	Gavilán de monte	-	-	-	-	5	1,56
26	Guanabá real	-	-	-	-	2	0,62
27	Guareao	-	-	-	-	3	0,94
28	Guereguete	-	-	2	0,65	-	-
29	Judio	-	-	5	1,63	-	-
30	Lechuza	-	-	1	0,32	1	0,31
31	Negríto	5	4,23	8	2,62	-	-
32	Paloma aliblanca	-	-	8	2,62	-	-
33	Paloma rabiche	-	-	9	2,95	10	3,13
34	Pitirre guatívere	-	-	16	5,24	-	-
35	Pitirre real	-	-	-	-	4	1,25
36	Ruiseñor	9	7,62	-	-	6	1,88
37	Señorita de monte	-	-	-	-	2	0,62
38	Sijú platanero	-	-	-	-	2	0,62
39	Solibio	-	-	9	2,95	11	3,44
40	Tocororo	7	5,93	14	4,59	12	3,76
41	Torc. cuellimorada	-	-	-	-	6	1,88
42	Torito	-	-	5	1,63	3	0,94
43	Totí	-	-	37	12,13	42	13,16
44	Viudito	-	-	17	5,57	-	-
45	Zorzal Real	8	6,77	6	1,96	14	4,38
46	Zunzún	6	5,93	1	0,32	7	2,19
	TOTAL	118	100	306	100	319	100

En la Tabla 28 se muestran los resultados de dos localidades del municipio de Baracoa (Quibijan y La Perrera) en cuanto al Índice de Abundancia Relativa, para ello se determinó con qué frecuencia

se contó cada una de las especies inventariadas. En Quibiján se contabilizaron 314 individuos y el ave con mayor abundancia relativa fue el Cao montero (*Corvus nacicus*), con un índice de abundancia relativa de 11,14 (35 individuos contabilizados) y, en La Perrera se contabilizaron 142 individuos y, el ave con mayor abundancia relativa fue el toti (*Dives atoviolaceus*) con un índice de abundancia relativa de 11.26 (16 individuos).

Tabla 28. Abundancia Relativa de aves inventariadas en Quibiján y La Perrera.

No.	Especie	Quibiján		La Perrera	
		ni	Pi	ni	Pi
1	Achuela	-	-	10	7,04
2	Arriero	5	1,59	2	1,40
3	Aura	10	3,18	6	4,22
4	Bienteveo	14	4,45	-	-
5	Big. Chica	-	-	11	7,74
6	Big. Azul.	8	2,54	4	2,81
7	Big. rayada	2	0,63		
8	Cabrero	-	-	4	2,81
9	Caga leche	5	1,598	-	-
10	Candelita	7	2,22	2	1,40
11	Cao montero	35	11,14	12	8,45
12	Caretica	2	0,63	-	-
13	Carpinterito	2	0,63	-	-
14	Carpintero jabado	8	2,54	3	2,11
15	Carpintero verde	8	2,54	-	-
16	Cartacuba	2	0,63	-	-
17	Cernícaro	4	1,27	-	-
18	Chichinguaco	23	7,32	-	-
19	Cotorra	5	1,59	5	3,52
20	G. colilargo	6	1,91	-	-
21	Gallineta	1	0,31	-	-
22	Garza azul	3	0,95	-	-
23	Garza blanca	19	6,05	-	-
24	Gavilán de monte	8	2,54	3	2,11

Tabla 28. Abundancia Relativa de aves inventariadas en Quibiján y La Perrera (Cont.)

No.	Especie	Quibiján		La Perrera	
		ni	Pi	ni	Pi
25	Judio	9	2,86	7	4,92
26	Martín pescador	2	0,63	2	1,40
27	Mayito	17	5,41	-	-
28	Negríto	11	3,50	2	1,40
29	Pal. aliblanca	7	2,22		
30	Paloma perdiz	4	1,27	-	-
31	Pitirre guatívere	11	3,50	8	5,63
32	Pitirre real	4	1,27		
33	Señorita del monte	3	0,95	-	-
34	Sijú Cotunto	-	-	4	2,81
35	Solibio	-	-	8	5,63
36	Tocororo	9	2,86	6	4,22
37	Torc. cuellimorada	3	0,95	-	-
38	Torito	6	1,91	-	-
39	Toti	27	8,59	16	11,26
40	Viudito	-	-	9	6,33
41	Zorzal real	12	3,82	11	7,74
42	Zunzún	12	3,82	3	2,11
43	Total	314	100	142	100

La información recopilada muestra que los recursos alimentarios de los agroecosistemas son muy bien aprovechados por las diferentes especies de aves inventariadas. Las especies inventariadas presentan diferentes hábitos de alimentación y entre ellas se encuentran especies insectívoras, omnívoras, frugívoras, nectarívoras, granívoras, entre otras.

En La Cuabita el 66 % de las aves observadas fueron frugívoras, el 81% insectívoras, 0.6% se alimenta de moluscos, el 0.3% son carroñeras y un 54% carnívoras; en Las Municiones, 29% fueron frugívoras, 70% insectívoras, 23.5% se alimentan de moluscos, 0.2% fueron carroñeras y 52% carnívoras y, en Vega Grande, 38% fueron frugívoras, 77% insectívoras, 16% se alimenta de moluscos, 0.3% carroñeras y 61% carnívoras.

En las figuras 27, 28 y 29 se presenta la cantidad de individuos por familias. En La Cuabita, la familia más representada fue *Icteridae* con 73 individuos; en Las Munciones fue la familia *Ardeidae* con 38 individuos y en Vega Grande, fue la familia *Icteridae* con 47 individuos.

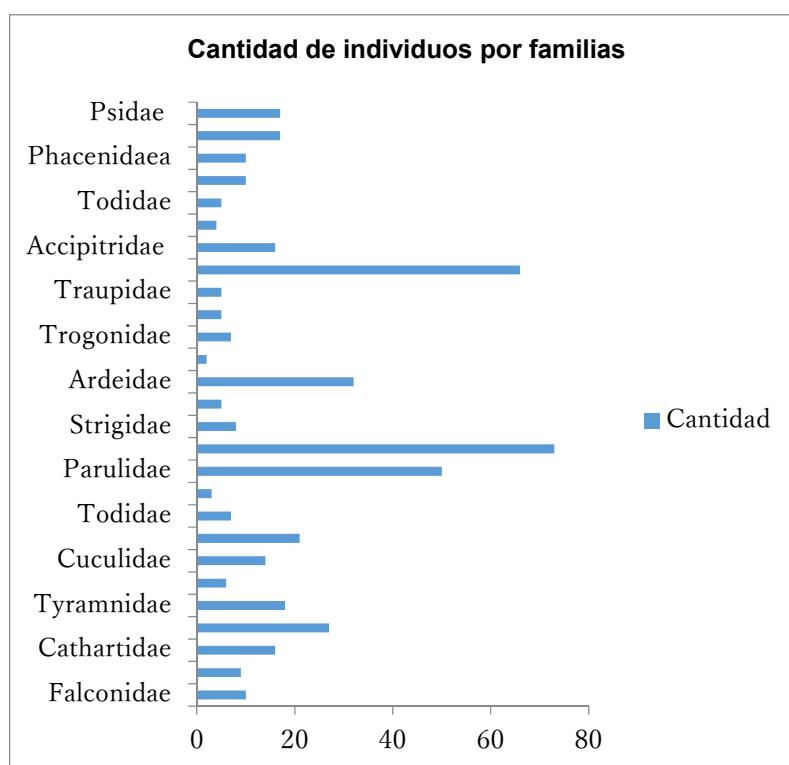


Figura 27. Número de individuos por familias de aves inventariadas en la localidad La Cuabita, en el municipio de Yateras.

Los resultados expuestos aquí fueron similares a los obtenidos por Baquero (2015) cuando realizó un inventario en la finca Platanera Río Sixaola S.A, provista con diferentes especies de plantas locales e introducidas. Muchas de ellas cumplen funciones ecológicas importantes, tales como hospederas de larvas de insectos, refugio y fuente de alimento. Así mismo, algunas de ellas tienen la importante función agronómica de servir como cobertura vegetal del suelo. Esta diversa cobertura vegetal, asociada con las buenas prácticas agrícolas y ayudada con la educación y sensibilización del personal, resulta clave para el mantenimiento de una alta diversidad de la fauna en el suelo. La cantidad de aves contadas osciló entre 500 individuos, en el caso de la garcilla bueyera que es el ave más abundante, y 1 individuo (22 especies, entre ellas tucanes, gavilanes, mosqueros y algunas reinitas migratorias). El promedio de aves contadas por especie fue de 14 individuos.

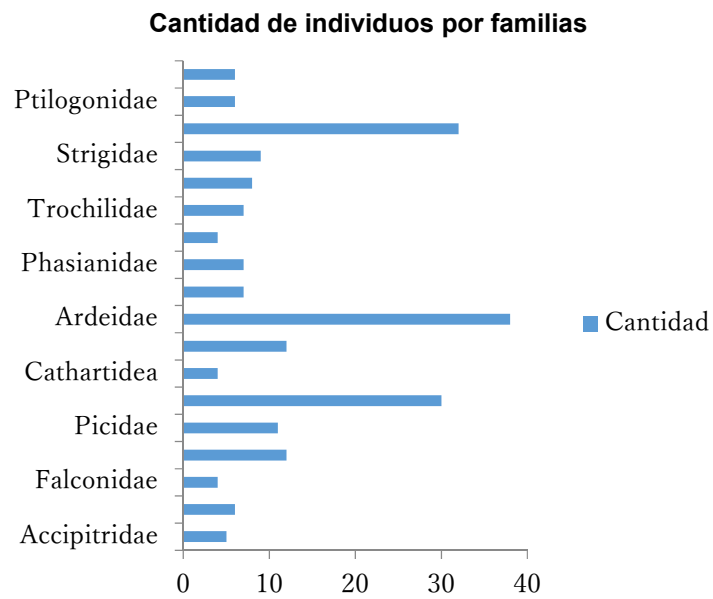


Figura 28. Número de individuos por familias de aves inventariadas en la localidad Las Municiones, en el municipio de Yateras.

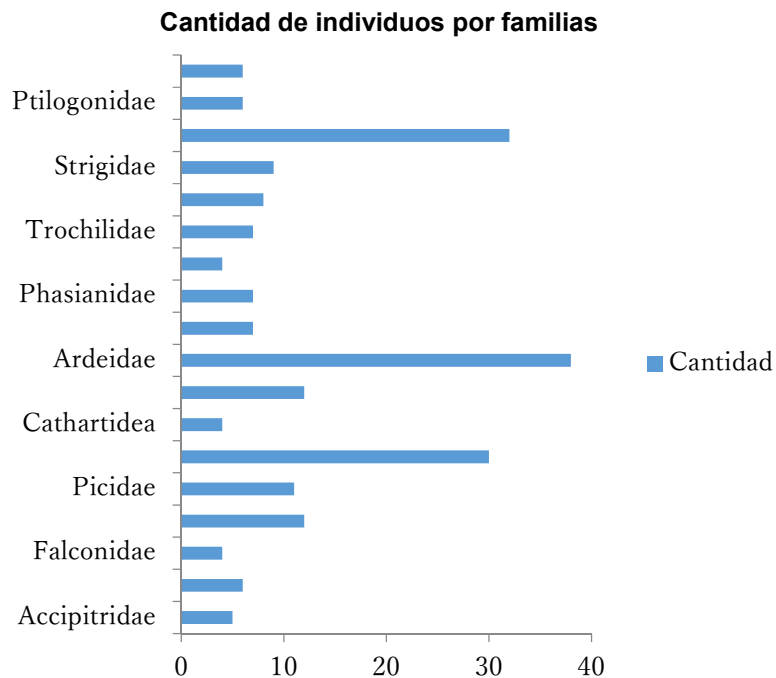


Figura 29. Número de individuos por familias de aves inventariadas en la localidad Vega Grande, en el municipio de Manuel Tames.

En las figuras 30, 31 y 32 se muestran el número de individuos por familias. En la Granja Integral EJT de Riito del municipio de Yateras, la familia que estuvo mejor representada fue *Cocorvidae* con 70 individuos, en la CCS Antero Regalado de Raizú, la familia *Icteridae* con 140 individuos y en la CCS Eugenio Carbó de Majayara, la familia *Icteridae* con 60 individuos.

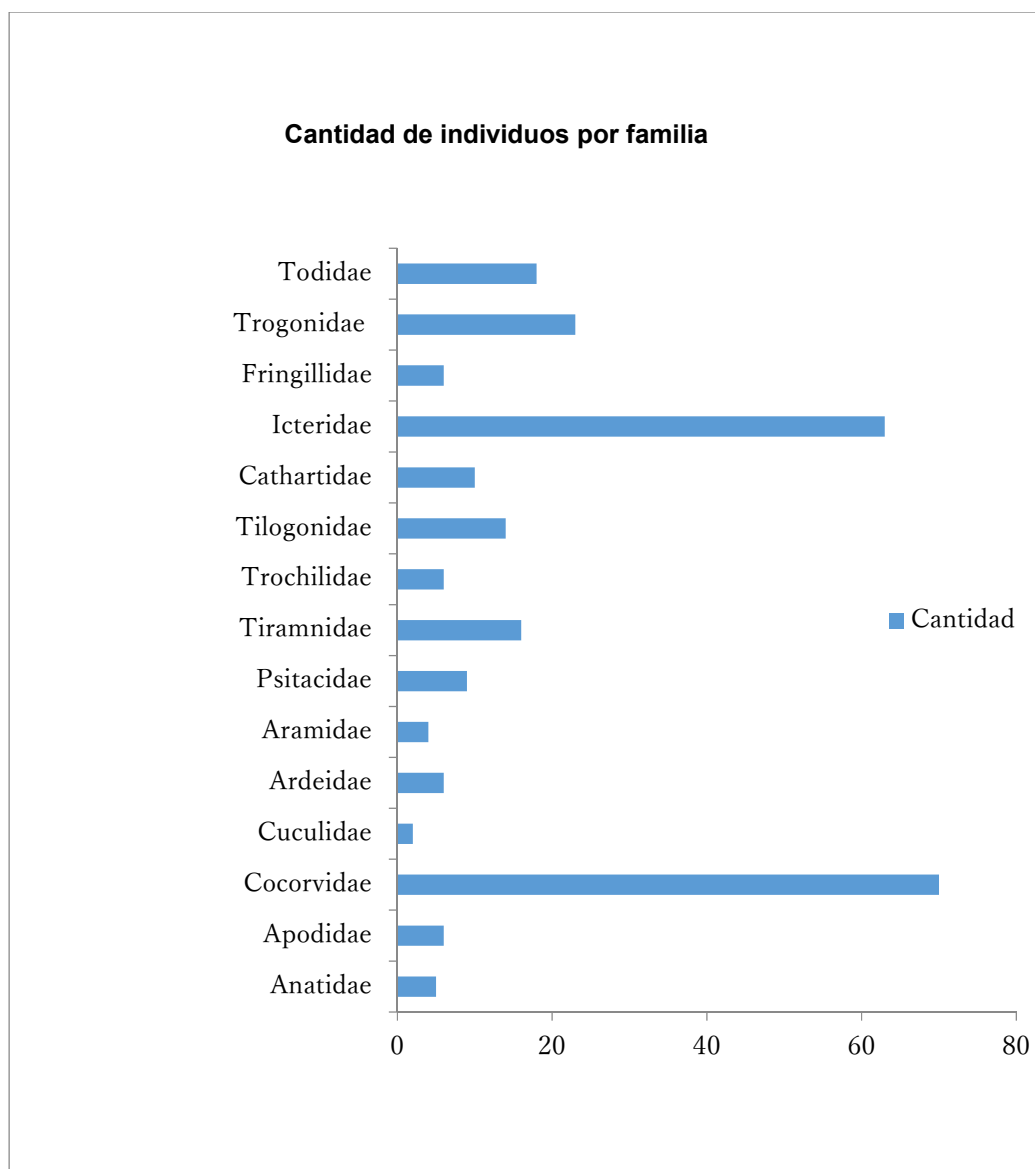


Figura 30. Número de individuos por familias de aves inventariadas en la localidad Riito, del municipio de Yateras.

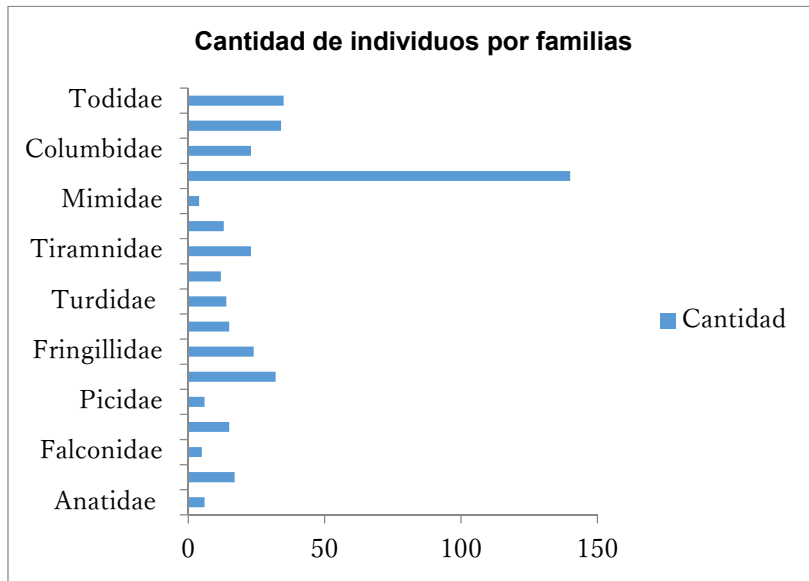


Figura 31. Número de individuos por familias de aves inventariadas en la localidad Raizú, en el municipio de Yateras.

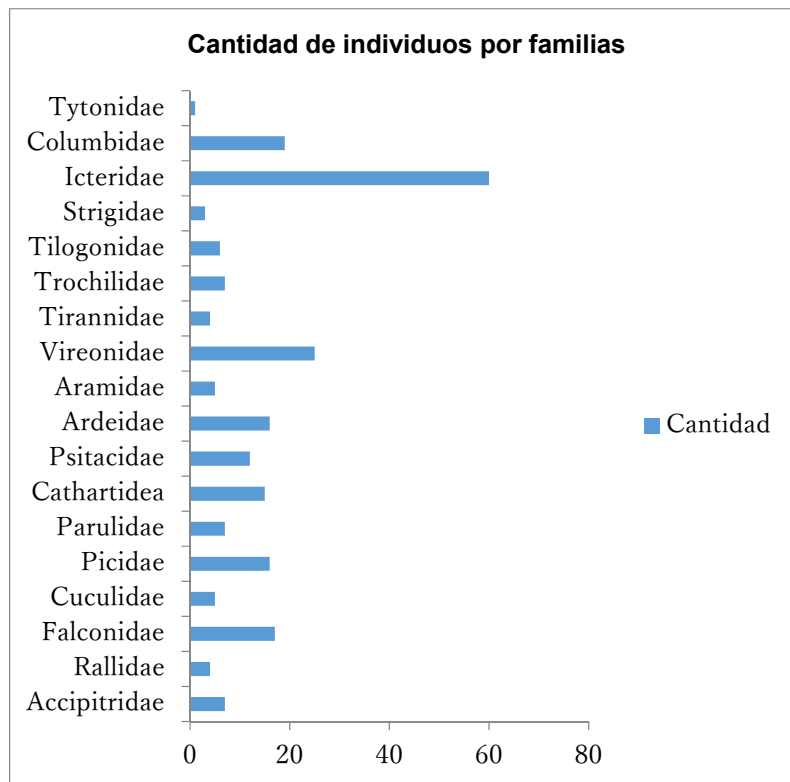


Figura 32. Número de individuos por familias de aves inventariadas en la localidad Majayara, del municipio Sagua de Tánamo.

Inventario de aves silvestres en las localidades del municipio Baracoa

Los resultados obtenidos muestran que existe una rica diversidad de especies de aves en las localidades de Quibiján y La Perrera en el municipio Baracoa, que contempla 35 especies, 11 órdenes y 14 familias con un 31.4% de endemismo.

Se logró implementar un sistema de educación ambiental con escolares, campesinos y decisores basado en las principales problemáticas detectadas en dicho sector, lo que permitirá desarrollar acciones de manejo y conservación más eficientes, al tener en cuenta la influencia del factor social en la abundancia relativa de especies amenazadas en la localidad como: *Amazona leucosephala*, *Corvus nasicus*, *Todus multicolor*, *Tyrannus cubensis*, *Accipiter gundlachi*.

En las figuras 33 y 34, se muestra la cantidad de individuos por familias. En la CCS Manuel Tames de Quibiján, la familia más representada fue *Icteridae* con 103 individuos y en la CCS 8 de Octubre de La Perrera ambas del municipio de Baracoa, la familia más representativa fue *Icteridae* con 46 individuos.

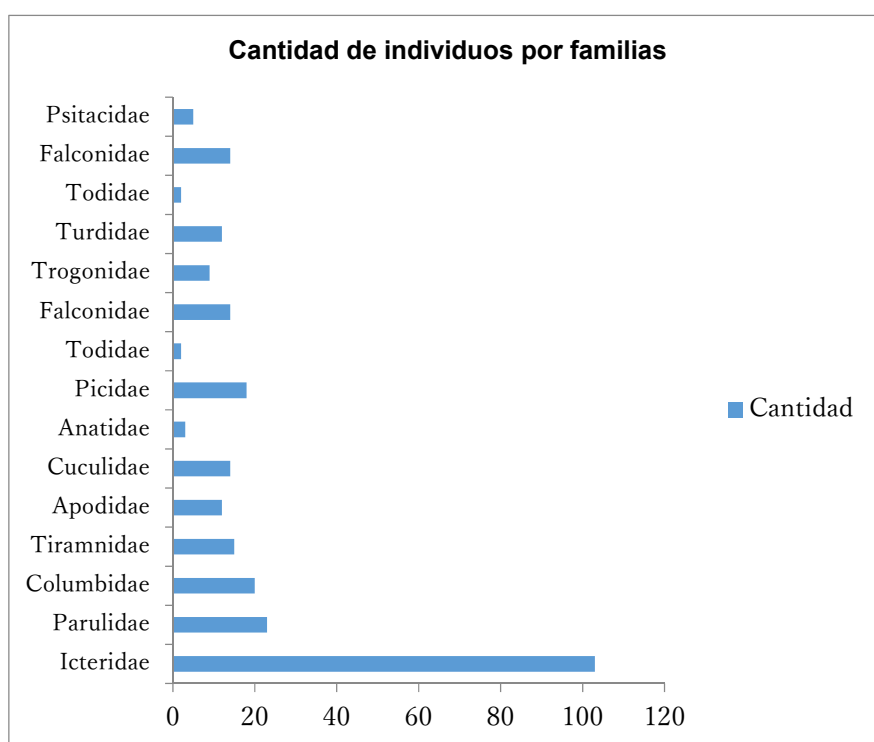


Figura 33. Número de individuos por familias de aves inventariadas en la localidad de Quibiján, en el municipio de Baracoa.

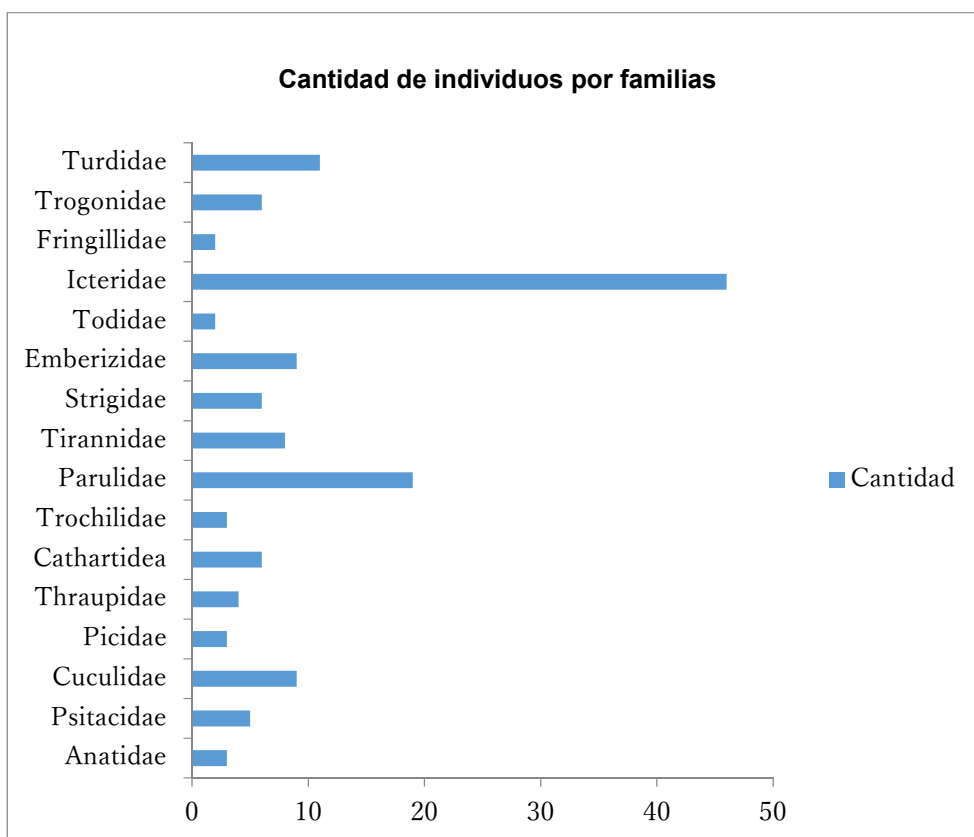


Figura 34. Número de individuos por familias de aves inventariadas en la localidad La Perrera, en el municipio de Baracoa.

Las aves son organismos indicadores apropiados que reflejan el estado ambiental de la naturaleza y de la infraestructura del paisaje, lo que incluye las tierras agrícolas. Muchas especies de aves se alimentan de insectos y su presencia abundante puede también contribuir a un mejor control natural de las plagas.

Las poblaciones de una gran cantidad de especies de aves han declinado durante las últimas décadas en las tierras de labranza de Europa Occidental. Esta situación está probablemente relacionada a la intensificación de las prácticas agrícolas que incluyen una reducción general de la diversidad de cultivos, un aumento en el tamaño promedio de los campos, rotaciones simplificadas, el cultivo de hábitats naturales, el drenaje y un aumento en el uso de fertilizantes y de plaguicidas sintéticos. En las investigaciones se descubrió una relación entre el uso de plaguicidas y una disminución en la calidad y en la cantidad de alimento disponible para las aves en las tierras cultivadas con el sistema convencional. Como consecuencia, se registró una disminución en la reproducción de las aves.

Existe una más elevada diversidad y abundancia de aves en granjas orgánicas como consecuencia de contar con mejores condiciones para la reproducción y la alimentación.

En los países de Latinoamérica, el cultivo orgánico de café y de cacao bajo sombra posee un impacto importante en la biodiversidad. Un estudio que llevó a cabo el Smithsonian Migratory Bird Centre en Colombia y en México demostró que había un 90% menos de aves en las plantaciones de café al sol que en los cultivos de café que se realizaban bajo sombra. Si bien, las normas orgánicas no especifican de manera explícita que el café debe cultivarse bajo sombra, dicha práctica se recomienda dado que cumple con los requisitos de promover y aumentar la fertilidad del suelo, mejorar el control de plagas y de enfermedades y expande las opciones de producción del cultivo.

Los resultados obtenidos por Tejeda y Gordon (2008), citados por Manson *et al.* (2008) sugieren que un manejo en los cafetales que resulte en un aumento en la diversidad de sombra y complejidad estructural nos puede llevar a un sistema forestal con mayor similitud a los bosques locales en términos de avifauna. En cuanto a la complementariedad, los resultados nos podrían indicar que es importante que se conserven todos los cafetales con sus distintos sistemas de manejo, en particular el sistema bajo monte pues es el más parecido al bosque natural. La importancia complementaria del café de sol es solamente el reflejo de que fue el único sistema perturbado que se estudió y muestra una avifauna típica de zonas abiertas y pastizales, con lo que su valor para complementar la diversidad beta es relativamente bajo en términos de conservación. Por otra parte, los cafetales de sombra y los manchones de bosque pueden jugar un papel muy importante para complementar la avifauna local, por lo que las acciones de conservación deben tomar en cuenta una escala de paisaje regional que considere los diferentes tipos de manejo de cafetal y remanentes de bosque. El manejo bajo sombra es particularmente importante pues su valor para la conservación es alto y su rentabilidad puede ser una de las más elevadas.

Las aves resultaron ser el grupo de vertebrados más abundante en las localidades inventariadas. Ellas cumplen funciones ecológicas muy importantes, tales como control de insectos y otros artrópodos, dispersores de semillas y controladores de las poblaciones de otros vertebrados. Las fincas albergan poblaciones muy importantes y diversas de aves, lo cual es un reflejo de la variedad de ambientes en la región, así como de las prácticas agrícolas amigables que se desarrollan en las áreas de cultivo.

Colectas y engrosamiento de los fondos disponibles en colecciones biológicas.

El estudio también comprendió la colecta y la preparación de muestras de ejemplares de la fauna (anfibios, hormigas y escarabajos) durante las expediciones realizadas a diferentes sistemas agroforestales. En las figuras 35, 36 y 37 se muestra parte del trabajo de preparación para engrosar colecciones biológicas. La identificación y certificación de las muestras se realizó por el Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO).

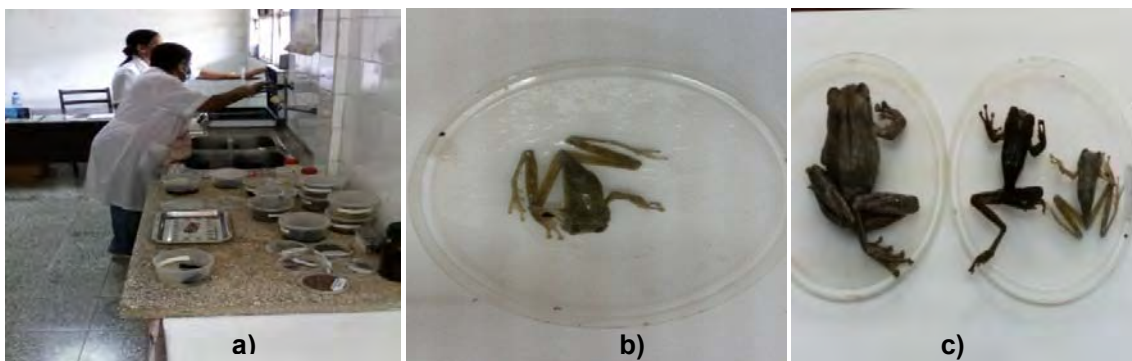


Figura 35. Muestras de las colecciones biológicas. a) Preparación de las colecciones biológicas y b) y c) Colecciones de anfibios en las diferentes áreas productivas.

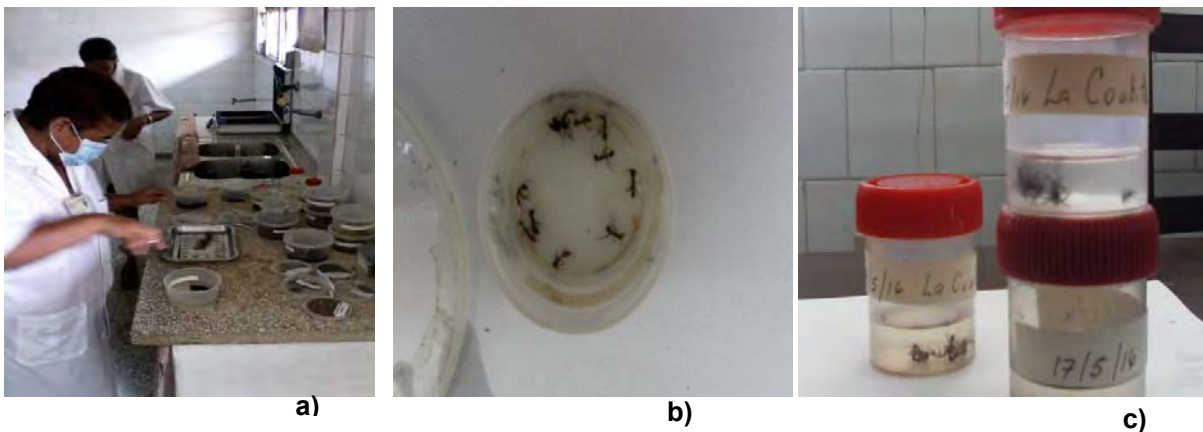


Figura 36. Muestras de las colecciones biológicas. a) Preparación de las colecciones biológicas y b) y c) Colecciones de hormigas en las diferentes áreas productivas



Figura 37. Muestras de las colecciones biológicas. a) Preparación de las colecciones biológicas y b) y c) Colecciones de escarabajos en las diferentes áreas productivas.

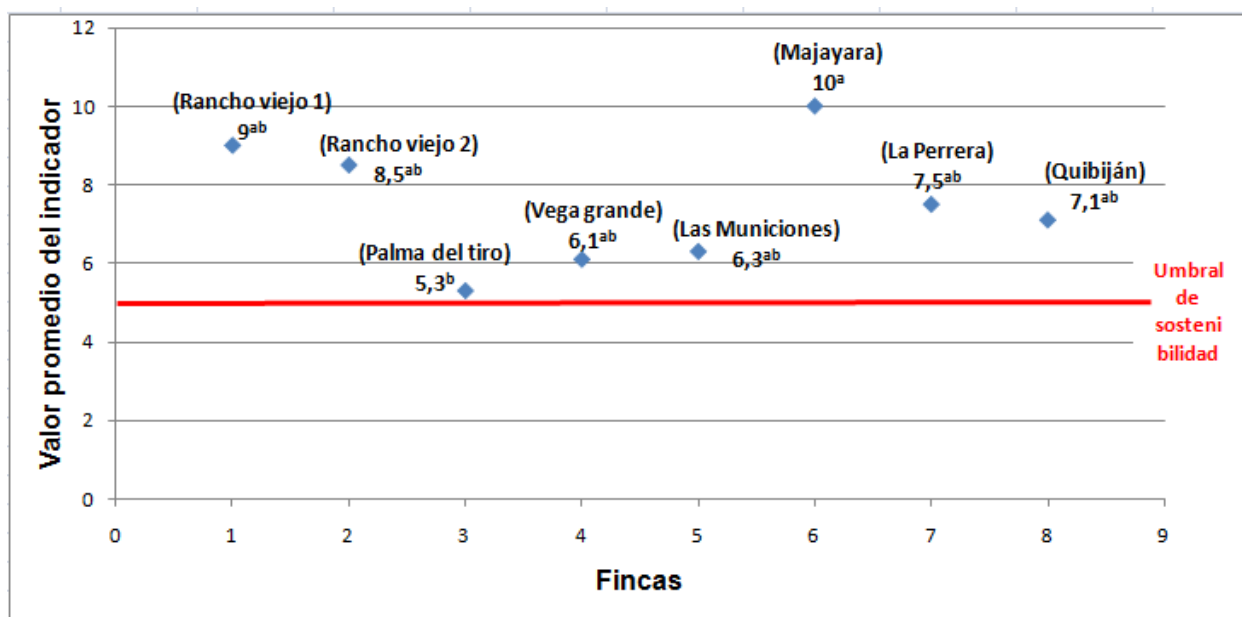
6. MANEJO, SALUD DE LOS CULTIVOS Y EL SUELO Y FUNCIONAMIENTO DE AGROECOSISTEMAS PRODUCTIVOS DE MONTAÑA

➤ Agroecosistemas cafetaleros

En la figura 38 se grafica el estado actual de las fincas cafetaleras en cuanto al manejo y salud del cultivo con relación al umbral de sostenibilidad (5), observándose que todas se encuentran por encima del mismo y con diferencia significativa entre las fincas 6 y 3, destacándose que la finca 6 (Majayara) posee un valor promedio alto, de 10, lo que permite calificarla como faro agroecológico, en la cual se pueden estudiar las interacciones y sinergismos ecológicos que explican el adecuado funcionamiento del sistema.

En la figura 39 se grafican los valores en campo obtenidos al evaluar los indicadores, se visualiza el estado general de las fincas, considerándose que mientras más se aproxime la “ameba” al diámetro del círculo (valor 10) más sostenible es el sistema, además se puede observar en qué aspectos hay debilidades (valores menores a 5), lo que permite priorizar el tipo de intervenciones agroecológicas necesarias para corregir ciertos atributos del cultivo o del agroecosistema.

En tal sentido, la finca 6 (Majayara) posee un sistema sostenible, con valor máximo en todos los indicadores evaluados. Las fincas 1 y 2 (Rancho viejo 1 y Rancho viejo 2) poseen un sistema con valores cercanos a 10, en estas para su mejora solo se debe hacer énfasis en la diversidad genética y la natural circundante, en el caso de la primera y en la diversidad vegetal, la natural circundante y el sistema de manejo, en el caso de la segunda, pues son los indicadores que poseen valores que están en el umbral de sostenibilidad y que pueden ser mejorados.



Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Tukey.

Figura 38. Comparación de los valores promedios de manejo y salud del cultivo en las fincas cafetaleras

En la finca 3 (Palma del tiro) el sistema posee mayor número de debilidades, debiéndose realizar acciones inmediatas que permitan la mejora de indicadores como el crecimiento del cultivo, la competencia por malezas y el sistema de manejo, los cuales hoy presentan valores muy bajos, en una etapa posterior se deberá trabajar en los indicadores de apariencia, incidencia de enfermedades, rendimiento actual o potencial y de diversidad natural circundante que muestran valores en el umbral y que también pueden ser mejorados.

En el caso de la finca 4 (Vega Grande) el sistema cuenta con varias debilidades, debiéndose accionar para mejorar los indicadores de incidencia de enfermedades, diversidad vegetal y el sistema de manejo, estos en una primera etapa por ser los más deteriorados y en una segunda etapa el rendimiento actual o potencial y la diversidad natural circundante por tener valores en el umbral.

La finca 5 (Las Municiones) también tiene varias debilidades, como la diversidad vegetal, la diversidad natural circundante y el sistema de manejo, en los cuales se debe trabajar de manera inmediata y posteriormente en la incidencia de enfermedades, por tener este indicador su valor en el umbral.

Las fincas 7 y 8 (La Perrera y Quibiján, respectivamente) poseen valores bajos en los indicadores rendimiento actual o potencial y en el sistema de manejo, por lo que deben accionar fundamentalmente en este sentido para la mejora de estos indicadores. Resultados similares fueron obtenidos por Machado *et. al.* (2015) al caracterizar 9 agroecosistemas de café de la cuenca del río Porce, Colombia, con un enfoque agroecológico.

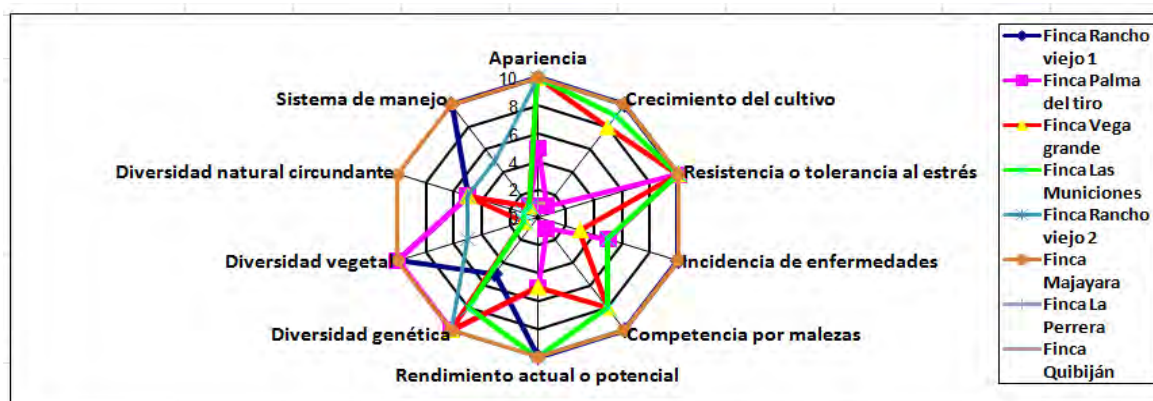


Figura 39. Comparación de los indicadores de salud del cultivo en las fincas cafetaleras estudiadas

En la figura 40 se grafica el estado actual de las fincas en cuanto a la salud del suelo con relación al umbral de sostenibilidad (5), observándose que todas se encuentran por encima del mismo y con diferencia significativa entre las fincas 6, 8, 7 y 1 con la 3, destacándose que las fincas Majayara, La Perrera y Quibiján poseen valores promedios altos, de 9.4 y 9.3, respectivamente, esto permite corroborar la calificación de la finca Majayara como faro agroecológico.

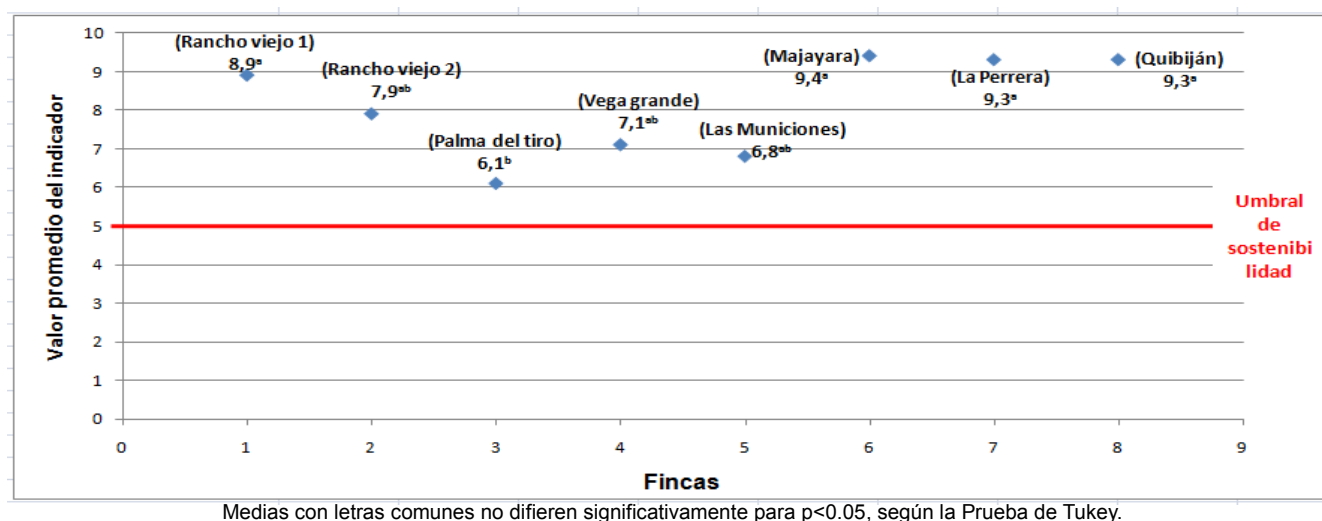


Figura 40. Comparación de los valores promedios de salud del suelo en las fincas cafetaleras

En la figura 41 se grafican los valores en campo obtenidos al evaluar los indicadores, se visualiza el estado general del suelo en las fincas, realizándose las mismas consideraciones que para la salud del cultivo, mientras más se aproxime la “ameba” al diámetro del círculo (valor 10) más sostenible es el sistema.

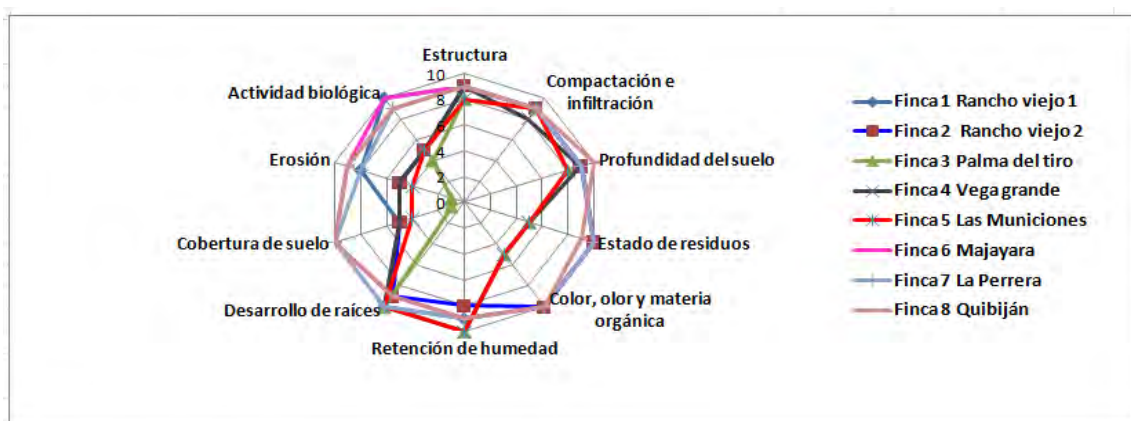


Figura 41. Comparación de los indicadores de salud del suelo en las fincas cafetaleras estudiadas

Según se observa en la finca 6 (Majayara) se ratifica que la misma posee un sistema sostenible, con valores muy altos en todos los indicadores evaluados. Igualmente, las fincas 7 y 8 (La Perrera y Quibiján) poseen un sistema con valores altos muy cercanos al máximo.

Las fincas 1 y 2 (Rancho viejo 1 y Rancho viejo 2) poseen un sistema con valores altos, en las cuales para su mejora solo se debe hacer énfasis en la cobertura del suelo, en la primera y en cobertura del suelo, erosión y actividad biológica en la segunda, al poseer valores que están sobre el umbral y que pueden ser mejorados.

En las restantes fincas se deben implementar varias medidas al tener varios indicadores por debajo del umbral o muy cercanos al mismo, por lo que requieren mejoras como el uso de cobertura para el suelo, el incremento de la actividad biológica y de las condiciones edáficas para optimizar el desarrollo radicular, etc.

Estos agricultores podrían aprovechar los desechos domésticos, los residuos de cosecha y la cascarilla de café para hacer compost y de esta forma abonar los cultivos y depender menos de los insumos externos. También les ayudaría realizar curvas a nivel para conservar el suelo en los cultivos de ladera. Para aumentar la productividad se requiere renovar los cafetales con variedades

nuevas y hacer un rediseño del arreglo vegetal que tiene como cultivo principal el café, partiendo del sistema bajo sombrío con árboles maderables, fijadores de nitrógeno, árboles frutales y plátano, de esta forma se aumentan las interacciones biológicas, la sinergia del sistema y los servicios ecosistémicos.

Al hacer el análisis estructural hacia el interior de cada finca se observó que en las mismas están presentes diferentes especies, de ellas el mapen, el piñón florido y el búcaro fueron las especies con mayor peso ecológico según su índice de valor de importancia (145.83, 119.69 y 108.35%, respectivamente) (Tabla 29), el resto de las especies tuvo índices de valor de importancia muy bajos que oscilaron entre 6.38 y 65.98, dado que las mismas presentaron bajos valores de frecuencia, abundancia y dominancia relativa, y en muchos de los casos se clasifican como ocasionales según se frecuencia absoluta. El búcaro fue la especie de mayor coincidencia entre las fincas, encontrándose en 6 de las 8 fincas seleccionadas, dado por ser esta una de las especies sombreadoras del café predominante en esta región del país.

Tabla 29. Índice de Valor de Importancia de las especies por fincas.

Especies	Rancho viejo 1	Rancho viejo 2	Palma del tiro	Vega Grande	Las Municiones	Majayara	La Perrera	Quibiján
	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7	Finca 8
Piñón florido	119,69		49,6					57,08
Jobo	6,49	26,29				26,89		
Guineo inmune	30,09	69,07	36,43		40,63		35,07	
Plátano burro	12,94						27,85	
Guineo morado	29,14						13,66	
Guineo dátil	6,49							
Naranja	17,47	42,76	25,03		96,71		8,47	
Búcaro	19,47	60,12	45,45	16,82	108,35		52,59	
Guayaba	10,42							
Zapote	6,6							
Aguacate	18,62		49,6					
Mandarina	6,38			42,73			7,25	38,5
Coco	12,73						28,76	
Cedro		56,09						

Tabla 29. Índice de Valor de Importancia de las especies por fincas (Cont.).

Especies	Rancho viejo 1	Rancho viejo 2	Palma del tiro	Vega Grande	Las Municiones	Majayara	La Perrera	Quibiján
	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7	Finca 8
Palma		45,67		16,42		12,70	68,3	
Algarrobo			48,62			41,63		
Cañandonga			11,51					
Mango				45,64		6,71		23,22
Guárano				23,60		13,79		
Naranja ácida				12,08			9,55	
Boniato				13,48				
Teca				21,50				
Penda				10,14				
Jagüey				14,00				
Bacona				65,98				
Guayaba				20,44	14,08			
Santodomingo				10,38				
Guanina				17,34		8,59		
Lechero				16,94				
Cuaba				14,57				
Lima					20,4			18,15
Guineo yonse					22,19			
Mapen							18,27	145,83
Mora							30,75	
Ocuje						47,47		
Majagua						8,11		
Caucho						31		
Caimito						17,88		
Ayúa						25,58		
Yamagua				12,30		18,34		
Anoncillo						5,09		
Inga				12,77		12,83		

Tabla 29. Índice de Valor de Importancia de las especies por fincas (Cont.).

Especies	Rancho viejo 1	Rancho viejo 2	Palma del tiro	Vega Grande	Las Municiones	Majayara	La Perrera	Quibiján
	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Finca 6	Finca 7	Finca 8
Almendra						13,05		
Guásima				24,87		10,35		
Mandarina de perico								17,22
Pomarrosa				21,61				

En cuanto al grado de agregación de las especies en las fincas (figura 42) se observó un comportamiento diferenciado entre las mismas, aunque predominaron las especies dispersas en la mayoría con la excepción de la finca 8 donde predominaron las especies con tendencia al agrupamiento.

Al analizar los valores de los índices de biodiversidad de las fincas cafetaleras estudiadas (Tabla 30) se observó un comportamiento diferenciado entre las mismas; con relación a los árboles totales presentes la finca 5 (Unidad Silvícola de Las Municiones) fue la de mayor valor (93) y la finca 8 (Quibiján) la de menor valor (34), existió diferencia estadísticamente significativa entre todas las fincas. Con relación al número de especies hubo diferencias estadísticamente significativas [$H(X^2) = 79.0$, $p = 0.00001$] entre las fincas 2, 3, 5 y 8 y las fincas 1, 4, 6 y 7, la finca 4 (Unidad Silvícola de Vega grande) mostró el mayor valor para la cantidad de especies (21) y las fincas 2, 5 y 8 el menor valor (6).

De manera general, todas las fincas estudiadas mostraron valores del índice de Shannon- Wiener dentro del rango establecido (1,5 - 3,5), con valores entre 1.3082 y 2.645, lo que evidenció que la abundancia de especies en las fincas es media y que no existieron diferencias significativas entre ellas según mostró la prueba de t de Student modificada por Hutcheson (1970). Los datos obtenidos a través del índice de Shannon-Wiener, mostraron el efecto del manejo en la diversidad; además de indicar uniformidad en la distribución de especies. Resultados similares fueron encontrados por López *et al.* (2017) y por Milian *et al.* (2018) al estudiar áreas forestales y fincas agroecológicas, respectivamente.

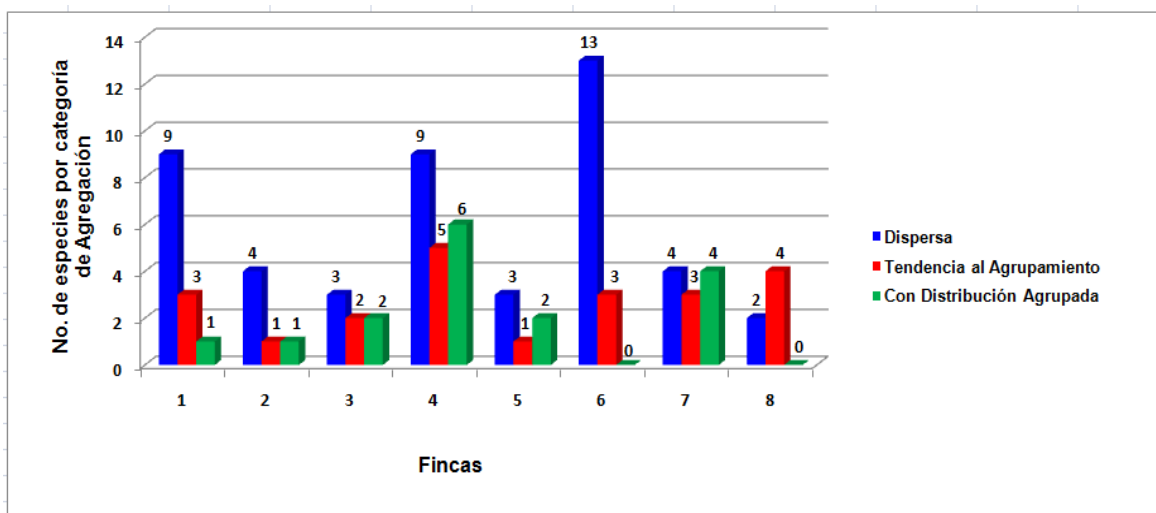


Figura 42. Distribución de las especies en las fincas según su grado de agregación.

Tabla 30. Índices de biodiversidad de las fincas cafetaleras.

No.	Finca	Localidad	Arb. T.	S	D	Dmg	H'	e
1	Rancho viejo 1	La Cuabita	74 ^c	13	0,712	2,788	1,7641	0,6878
2	Rancho viejo 2	La Cuabita	76 ^b	6	0,781	1,155	1,6016	0,8939
3	Palma del tiro	La Cuabita	64 ^d	7	0,757	1,443	1,599	0,8217
4	Unidad Silvícola	Vega grande	58 ^f	21	0,883	4,679	2,645	0,9165
5	Unidad Silvícola	Las Municiones	93 ^a	6	0,590	1,103	1,2130	0,6770
6	Unidad Silvícola	Majayara	60 ^e	16	0,918	3,664	2,5171	0,9078
7	Rafael Sánchez	La Perrera	55 ^g	11	0,891	2,495	2,1966	0,9160
8	Arturo Blanco	Quibiján	34 ^h	6	0,633	1,418	1,3082	0,7301

Leyenda: Arb. T.- Árboles Totales, S- Número de especies, D- Índice de Simpson, Dmg- Índice de Margalef, H'- Índice de Shannon-Wiener, e – Equitatividad, Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Tukey.

Para el caso de la equitatividad hubo diferencias altamente significativas entre las fincas 1, 5 y 8 y las fincas 2, 3, 4, 6 y 7 ($H(X^2) = 79.0$, $p = 0.0$). No obstante, todas mostraron valores por encima de 0.7, lo que se interpreta como que todas las especies encontradas dentro de las mismas tienen una uniformidad media y su abundancia es diferenciada.

Con respecto al índice de Margaleff, hubo diferencias altamente significativas entre las fincas 2, 3, 5 y 8 y las fincas 1, 4, 6 y 7 ($H(X^2) = 79.0, p=0.0002$), el 50% de las mismas mostraron valores entre 2 y 5 evidenciándose una riqueza de especies media y el otro 50% mostró valores por debajo de 2, para una baja riqueza, dado esto posiblemente por las características que deben presentar las especies sombreadoras del cafeto y el manejo que en este sentido se implementa en las áreas.

Para el recíproco de Simpson las fincas 1, 5 y 8 mostraron valores entre 0.36 y 0.75, lo que se interpreta como una diversidad media y con diferencias significativas con el resto de las fincas (2, 3, 4, 6 y 7) donde se obtuvo valores entre 0.76 y 1 para una diversidad baja.

En cuanto a la semejanza florística (tabla 31) se observó que las fincas 7 y 1 fueron florísticamente las más parecidas (IS= 58%) debido a que comparten mayor número de especies que el resto de los pares de fincas. Resultados similares obtuvieron Sánchez y Valenzuela (2017) al evaluar este índice en un área natural protegida.

El indicador diversidad de árboles desempeña un papel importante en la diversificación del sistema y tiene un efecto positivo en su productividad en lo que se refiere a rendimientos energéticos y proteicos. Por otro lado, ejercen un papel importante en la multifuncionalidad de bienes y servicios que proporcionan en el agroecosistema.

Tabla 31. Valores del coeficiente de Sørensen entre las fincas cafetaleras

Fincas	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,00							
2	0,42	1,00						
3	0,50	0,46	1,00					
4	0,12	0,15	0,07	1,00				
5	0,32	0,50	0,46	0,15	1,00			
6	0,07	0,18	0,09	0,38	0,00	1,00		
7	0,58	0,47	0,33	0,25	0,35	0,07	1,00	
8	0,21	0,00	0,15	0,15	0,17	0,09	0,24	1,00

➤ **Agroecosistemas cacaoteros**

Según se muestra en la figura 43 todas las fincas cacaoteras tienen el valor promedio de sus

indicadores por encima del umbral de sostenibilidad y sin diferencias significativas entre las mismas, fue la finca de La Perrera 2 con 7.9 la de mayor valor.

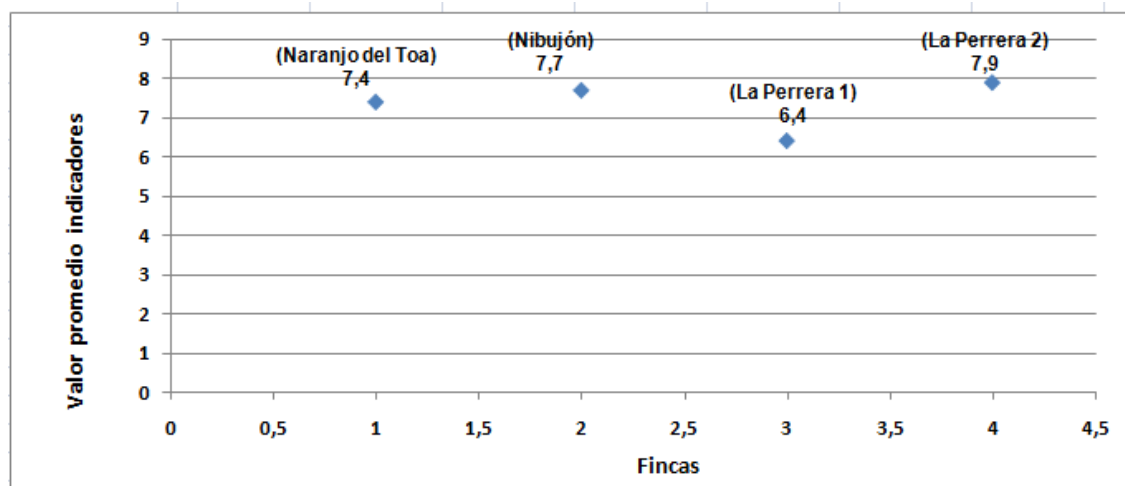


Figura 43. Comparación de los valores promedios de manejo y salud del cultivo en las fincas cacaoteras

Sin embargo, al analizar el comportamiento individual de los indicadores en las 4 fincas estudiadas se observa, que aún y cuando el valor promedio está por encima del umbral de sostenibilidad, hay indicadores en todas ellas muy deteriorados, como es la diversidad genética y el sistema de manejo para las 4 fincas, la diversidad vegetal para las fincas 1, 2 y 3 y a esta última se le suma además el rendimiento actual o potencial (figura 44). El indicador sistema de manejo debe ser tratado en todas las fincas con nivel de prioridad pues es el que más se encuentra deteriorado y a su vez tiene una alta incidencia en todos los procesos que ocurren dentro del ecosistema.

Para el caso de la salud del suelo todas las fincas mostraron valores por encima del umbral, coincidiendo con los resultados obtenidos para la salud y el manejo del cultivo, pero con diferencias significativas entre las fincas 1 y 2, fue esta última la de mayor valor con 9.4 (Figura 45).

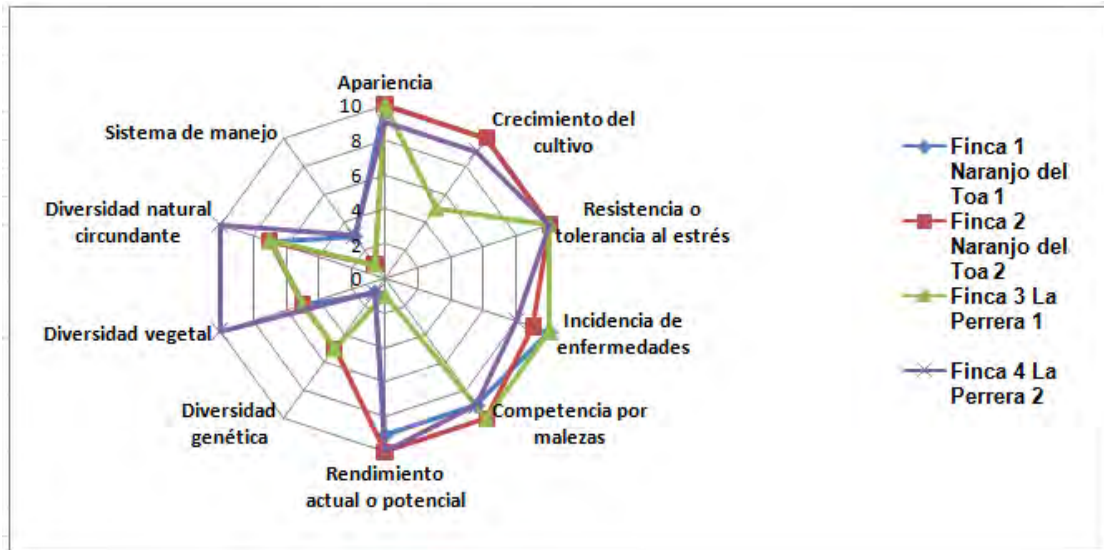
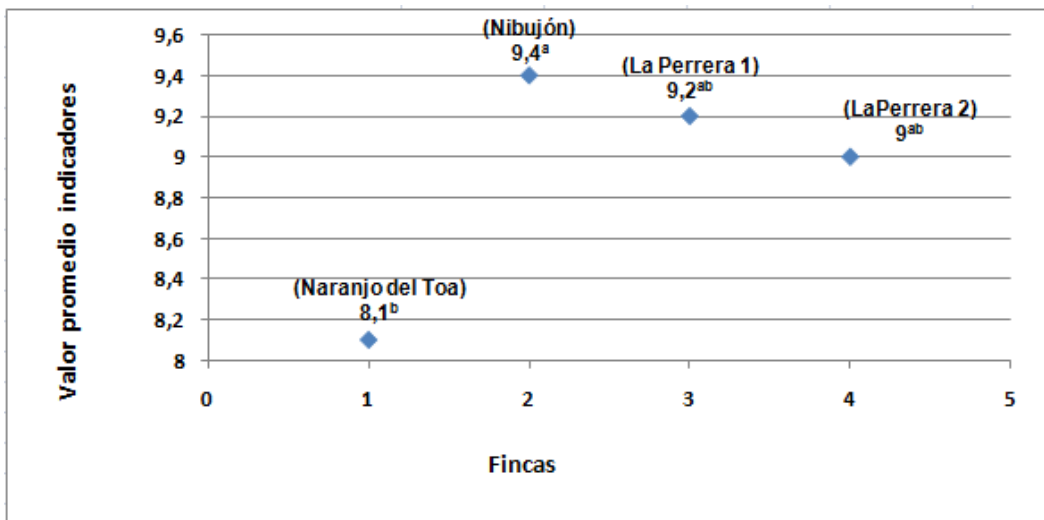


Figura 44. Comparación de los indicadores de salud del cultivo en las fincas cacaoteras estudiadas



Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Tukey.

Figura 45. Comparación de los valores promedios de salud del suelo en las fincas cacaoteras

El análisis de los indicadores individuales (figura 46) mostró los altos valores obtenidos para cada uno de ellos, evidenciándose una muy buena salud para estos suelos dedicados al cultivo del cacao.

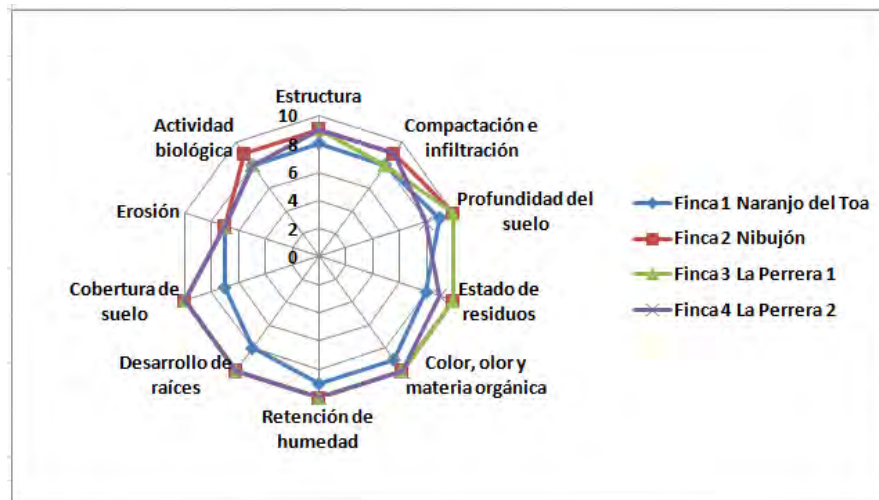


Figura 46. Comparación de los indicadores de salud del suelo en las fincas cacaoteras

Al hacer el análisis estructural dentro de las fincas (tabla 32) se observó que en las fincas 1, 2 y 3 el peso ecológico lo tuvo el cacao con un 300% de IVI, mientras que la finca 4 mostró la presencia de 12 especies con diferentes pesos ecológicos, fue la palma la especie de mayor valor con 80.62%.

Tabla 32. Índice de Valor de Importancia de las especies por fincas.

Especies	Naranjo del Toa	Nibujón	La Perrera 1	La Perrera 2
	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4
Cacao	300	183,41	300	
Guineo inmune				53,30
Plátano burro				13,58
Guineo morado				11,91
Búcaro				21,16
Plátano macho				7,12
Coco		116,59		19,24
Palma				80,62
Mango				18,58
Naranja ácida				6,99
Limón				6,98
Guineo degenerado				23,13
Mapen				37,39

En cuanto al grado de agregación de las especies en las fincas (figura 47) se observó un comportamiento semejante entre las fincas 1, 2 y 3, donde las especies presentes se mostraron con distribución agrupada al constituir áreas de cultivo intensivo; en la finca 4 predominaron las especies dispersas, esto se debe fundamentalmente a que esta es una finca con un cacaotal en resiembra con plantas menores de 1 m de altura.

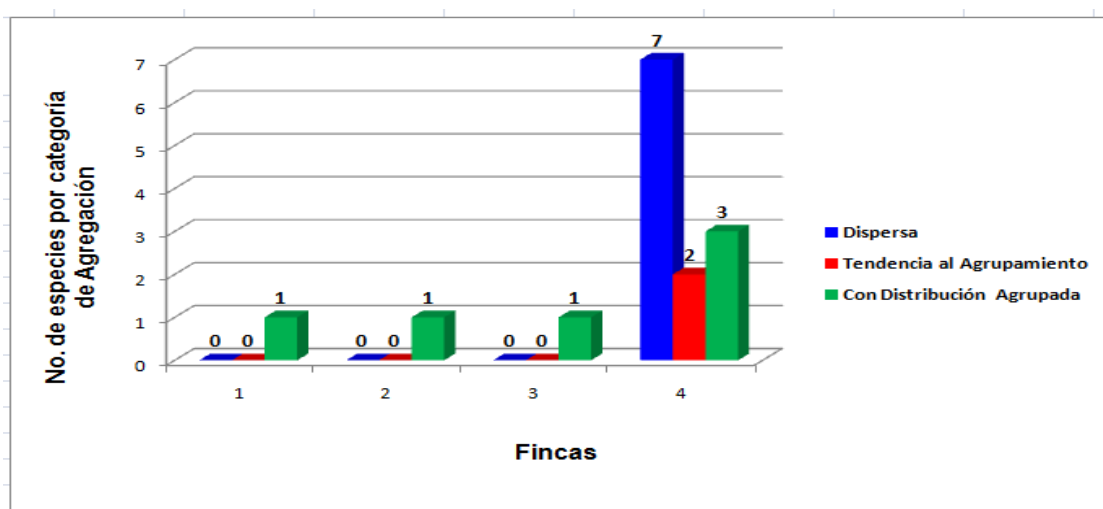


Figura 47. Distribución de las especies en las fincas según su grado de agregación.

Según se muestra en la tabla 33, el número de árboles totales en las fincas tuvo un comportamiento con diferencias significativas entre las mismas, fue la finca 2 la de mayor valor al contar con la presencia de 78 árboles. En cuanto al número de especies la finca 4 tuvo diferencias significativas con el resto de las fincas ($H(X^2) = 39.0$, $p = 1.73E^{-8}$), al encontrarse en la misma algunas especies cultivadas y otras que son remanentes del bosque.

Tabla 33. Índices de biodiversidad de las fincas cacaoteras

No	Finca	Localidad	Arb. T.	S	D	Dmg	H'	e
1	Obet Rodríguez	Naranjo del Toa	71 ^c	1	1	0	0	0
2	Olga Pérez	Nibujón	78 ^a	1	1	0	0	0
3	Ramón Sánchez	La Perrera 1	66 ^d	1	1	0	0	0
4	Aroldi Machado	La Perrera 2	73 ^b	12	0.83	2.56	2.005	0.807

De manera general, las fincas estudiadas mostraron valores del índice de Shannon- Wiener dentro del rango establecido para condiciones como las presentes en las áreas en estudio, con valores de cero para las fincas donde solo estaba presente una especie (cacao) y de 2.005 para la finca 4, evidenciándose que la abundancia de especies en la misma es media y que existen diferencias significativas entre ésta y el resto de las fincas según mostró la prueba de t de Student modificada por Hutcheson (1970) ($t= 1.14$, $p=0.0$).

Para la equitatividad la finca 4 tuvo diferencias altamente significativas con las fincas 1, 2 y 3 ($H(X2) = 46.0$, $p= 5.67E^{-10}$), con valor de 0.8, que se interpreta como que todas las especies encontradas dentro de la finca tienen una uniformidad y abundancia media.

Con respecto al índice de Margaleff también la finca 4 tuvo diferencias altamente significativas con las fincas 1, 2 y 3 ($H(X2) = 46.0$, $p= 5.67E^{-10}$), con un valor entre 2 y 5, lo que evidenció una riqueza de especies media y el resto mostró valor cero para una baja riqueza.

Para el recíproco de Simpson las fincas 1, 2 y 3 mostraron valor de 1 interpretándose como una diversidad baja y para la finca 4 se obtuvo valores de 1.204 también con una diversidad baja y con diferencias significativas con las otras fincas ($H(X2) = 46.0$, $p= 5.67E^{-10}$). Resultados similares obtuvo López *et. al.* (2015) al estudiar la diversidad vegetal y la sustentabilidad de un sistema agroforestal de cacao en la región de la selva de Chiapas, México.

El cacao es un sistema agroforestal debido a la capacidad de esta especie de crecer, desarrollarse y producir cosechas en asociación con otros cultivos estructurando sistemas agroforestales sustentables.

La inclusión de árboles en las plantaciones de cacao es un proceso que implica la integración estratégica en el tiempo y en el espacio, tomando en cuenta las etapas del establecimiento y el manejo de la plantación, y que de acuerdo con Boshier (2012) actúan como un sistema de conservación de especies de recursos genéticos de estas especies.

Desde una perspectiva de sustentabilidad, un sistema de plantación con una diversificación de árboles da lugar a diferentes oportunidades de aprovechamiento y satisfacer una diversidad de necesidades (López *et. al.*, 2015). Por ejemplo, esta diversificación puede conducir un productor a seleccionar especies maderables de alto valor para sus futuras necesidades o aprovechar los ingresos económicos obtenidos por la comercialización de madera, mientras que otro puede optar

por integrar una combinación de árboles frutales, o industriales.

➤ **Agroecosistema cocotero**

En la figura 48 se muestra que todas las fincas dedicadas al cultivo del coco tienen el valor promedio de sus indicadores por encima del umbral de sostenibilidad y sin diferencias significativas entre las mismas, fue la finca de Quibiján con 8.9 la de mayor valor.

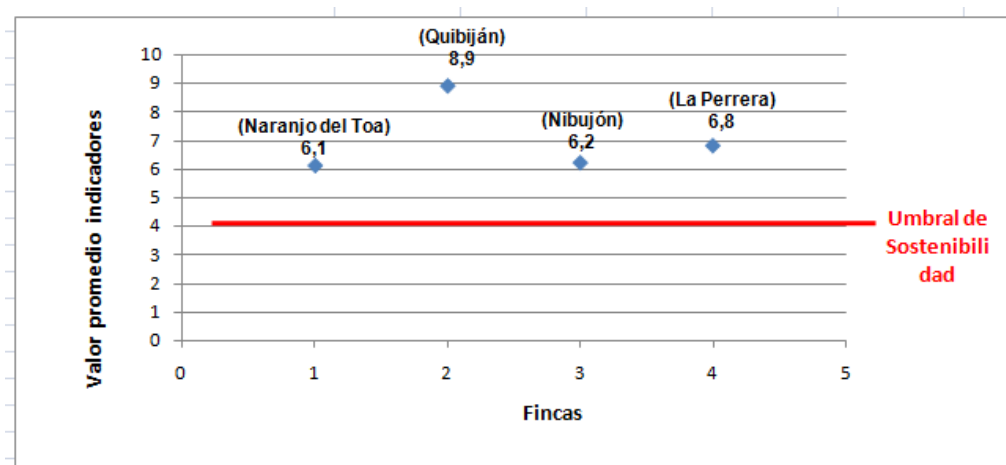


Figura 48. Comparación de los valores promedios de manejo y salud del cultivo en las fincas

Sin embargo, el análisis individual de los indicadores por cada finca (figura 49) muestra que en la finca 1 se encuentran deteriorados los que tienen que ver con la diversidad genética, vegetal y la natural circundante y con el sistema de manejo. En la finca 2 solo lo relacionado con la diversidad vegetal. La finca 3 muestra deterioro en los indicadores relacionados con la resistencia o tolerancia al estrés, la incidencia de enfermedades, la diversidad vegetal y el sistema de manejo. La finca 4 tiene deteriorados los que se relacionan con el rendimiento actual o potencial, diversidad vegetal y el sistema de manejo.

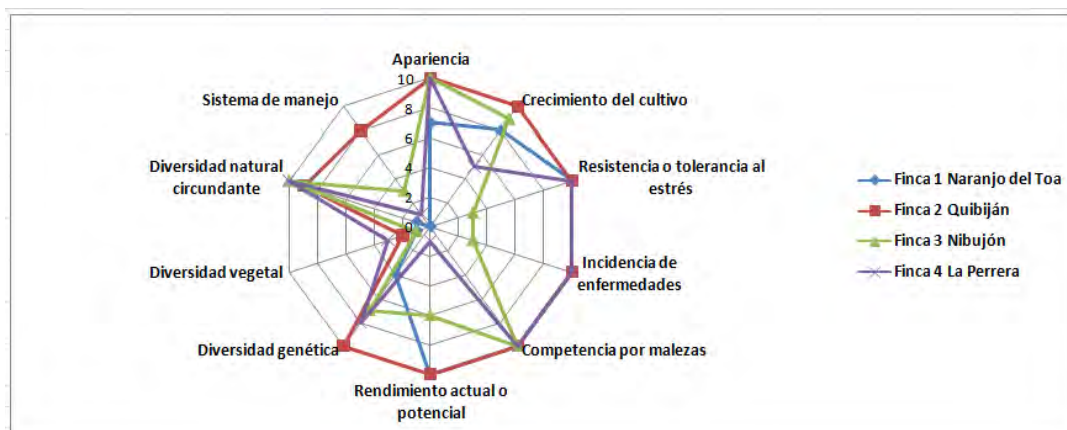
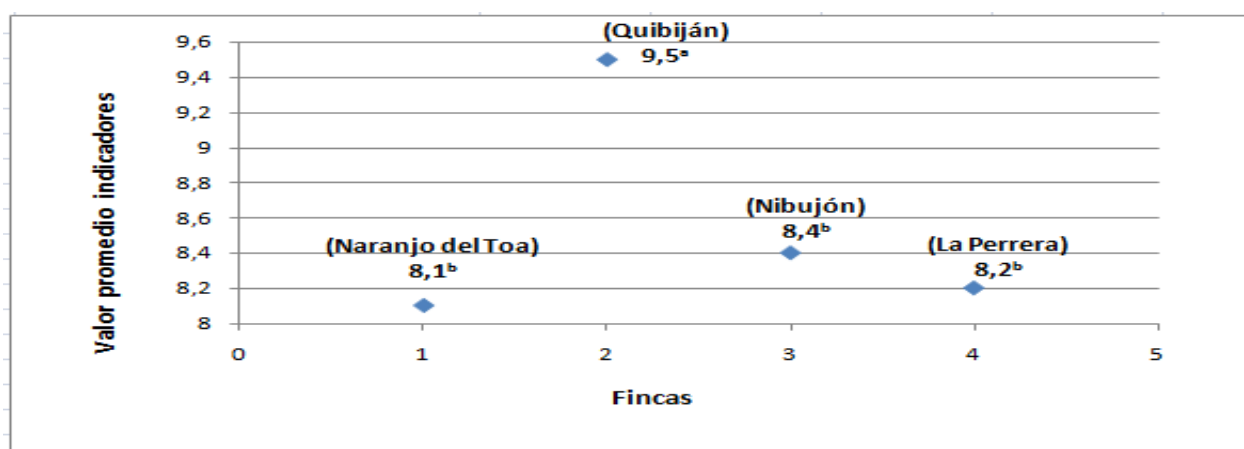


Figura 49. Comparación de los indicadores de salud del cultivo en las fincas

Con relación a los indicadores de salud del suelo todas las fincas mostraron valores por encima del umbral, lo que coincide con los resultados obtenidos para la salud y manejo del cultivo, pero con diferencias significativas entre la finca 2 y el resto de las fincas, fue esta la de mayor valor con 9.4 (figura 50).



Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Tukey.

Figura 50. Comparación de los valores promedios de salud del suelo en las fincas

El análisis de los indicadores individuales (figura 51) mostró los altos valores obtenidos para cada uno de ellos en todas las fincas, lo que evidencia una muy buena salud para estos suelos dedicados al cultivo del coco.

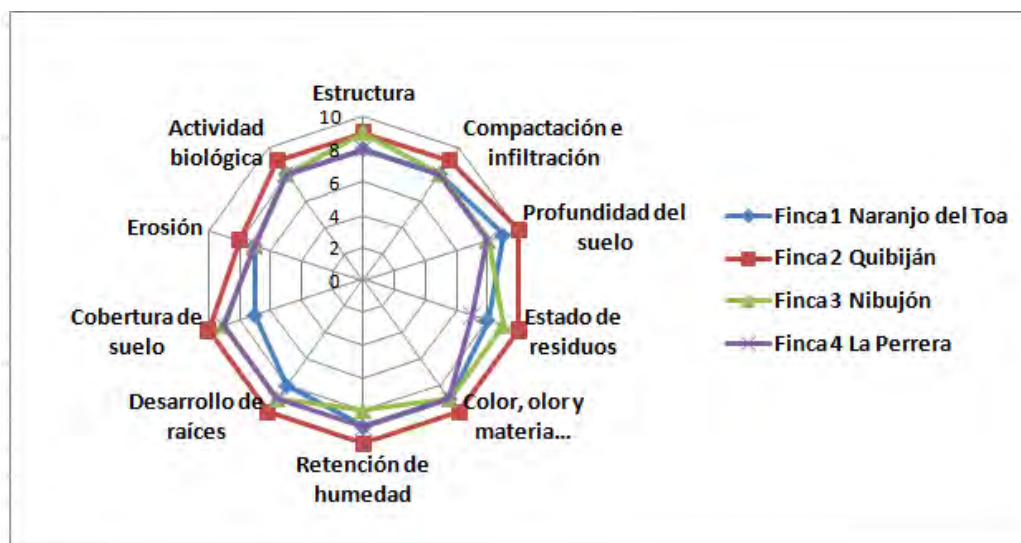


Figura 51. Comparación de los indicadores de salud del suelo en las fincas

El análisis estructural dentro de las fincas (tabla 34) mostró que el peso ecológico lo tuvo el coco con un 300% de IVI, ya que fue esta la única especie presente en las mismas, al ser estas áreas dedicadas a su cultivo intensivo.

Tabla 34. Índice de Valor de Importancia de las especies por fincas

Especies	Naranjo del Toa	Nibujón	La Perrera	Quibiján
	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4
Cacao	300	300	300	300

En cuanto al grado de agregación de las especies en las fincas (Figura 52) se observó un comportamiento semejante entre las fincas, donde la especie presente se mostró con tendencia al agrupamiento, lo que se justifica por constituir áreas de cultivo intensivo.

Los valores de los índices de biodiversidad de las fincas cafetaleras estudiadas (tabla 35) mostraron un comportamiento sin diferencias significativas entre las mismas.

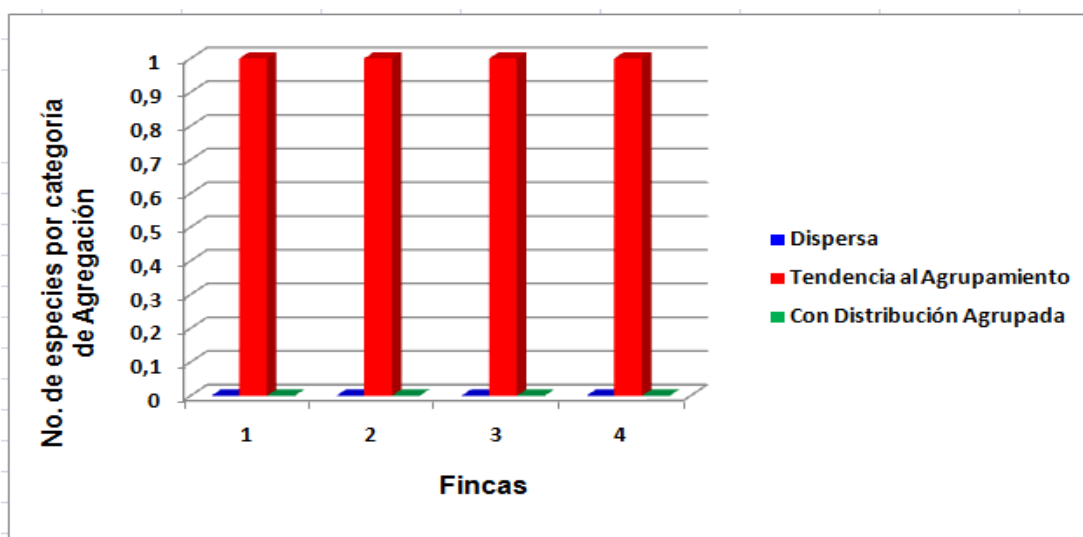


Figura 52. Distribución de las especies en las fincas según su grado de agregación.

Con relación a los árboles totales presentes hubo diferencia significativa entre las fincas, la 3 (La Perrera) fue la de mayor valor (66) y la finca 4 (Quibiján) la de menor valor (43). En todos los otros índices de diversidad no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las fincas.

Tabla 35. Índices de biodiversidad de las fincas

No.	Finca	Localidad	Arb. T.	S	D	Dmg	H'	e
1	Pdte. de la CPA	Naranjo del Toa	55 ^b	13	0,712	2,788	1,7641	0,6878
2	Olga Pérez R.	Nibujón	51 ^c	6	0,781	1,155	1,6016	0,8939
3	Rafael Sánchez M.	La Perrera	66 ^a	7	0,757	1,443	1,599	0,8217
4	Arturo Blanco P.	Quibiján	43 ^d	21	0,883	4,679	2,645	0,9165

Leyenda: Arb. T.- Árboles Totales, S- Número de especies, D- Índice de Simpson, Dmg- Índice de Margalef, H'- Índice de Shannon-Wiener, e – Equitatividad, Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Tukey.

De manera general, las fincas estudiadas mostraron valores para los índice de Shannon- Wiener, Simpson, Margalef y equitatividad dentro de lo establecido para condiciones como las presentes en las áreas en estudio, con valores de cero para las fincas donde solo estaba presente una especie (coco), evidenciándose baja riqueza, abundancia y diversidad y ausencia de uniformidad en las mismas.

El coco es un cultivo de trópico húmedo que prospera mejor entre los 20 ° latitud norte y 20 ° latitud

sur, en costas arenosas a altitudes por debajo de los 1,000 m, en un rango de temperatura media de 25 a 30 °C.

El cocotero puede vivir en cualquier clase de suelo con buen drenaje; comúnmente se ubica en las costas arenosas con condiciones de alta humedad distribuida equitativamente a través del año, requiriendo para una óptima producción de 1,800 mm o más. También es viable su cultivo en áreas con baja precipitación si el agua del manto freático está disponible.

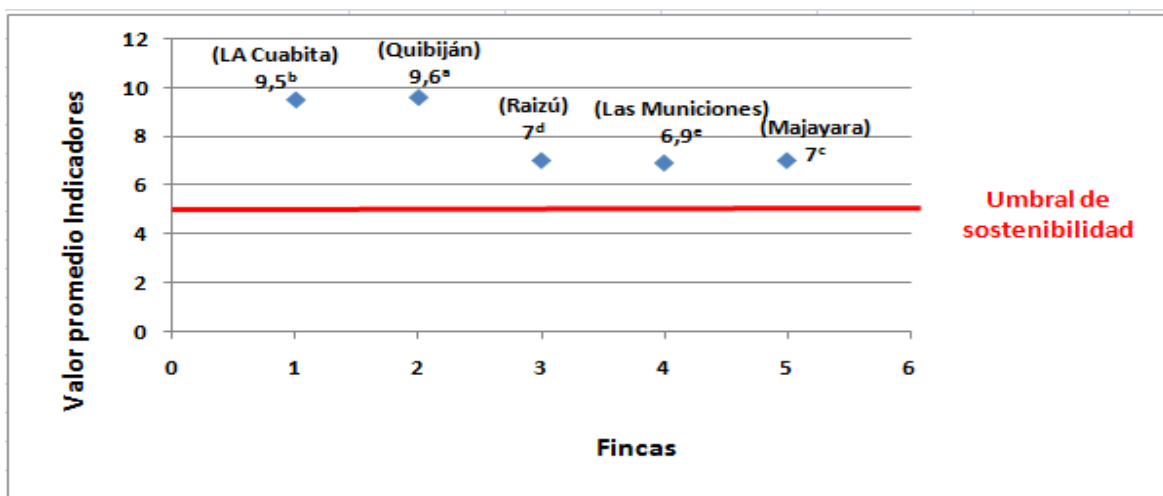
El cocotero es una buena opción para contrarrestar la degradación de áreas costeras ya que se mantiene viable en el mar por varias semanas pudiendo arribar eventualmente a un sitio para germinar y establecerse (Granados y López, 2002).

El cocotero al igual que otras especies, ya sean perennes o anuales, pueden explotarse intercalados con otros cultivos. En la India y Malasia, los cocoteros se intercalan con cultivos anuales como con árboles frutales mango, cítricos, y bananos y, los resultados en la economía del productor son muy favorables. Aunque las condiciones varían de un país a otro, se considera que los motivos para utilizar cultivos intercalados son los mismos, y se sustentan en razones económicas, ya sea que éstas se expresen en términos de aumento en la producción, ahorro de la mano de obra o de gastos al cultivarlos (Ordáz y Pérez, 1998).

El uso de cultivos intercalados en cocotero es justificable siempre y cuando se respete el área de mayor actividad radicular de esta especie; cuando esto se realiza y se deja al menos un radio de 1 m del tronco de la palma de coco, se puede intercalar cualquier otro cultivo de preferencia anual, y si es perenne, se debe cuantificar el desarrollo radicular del cultivo asociado para que no exista interferencia con el cocotero (Macías *et. al.*, 2018).

➤ **Agroecosistema silvopastoril**

La figura 53 muestra que todas las fincas silvopastoriles tienen el valor promedio de sus indicadores por encima del umbral de sostenibilidad y con diferencias significativas entre las mismas. Fue la finca de Quibiján con 9.6 la de mayor valor y Las Municiones con 6.9 la menor.



Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Tukey.

Figura 53. Comparación de los valores promedio de manejo y salud de los cultivos en las fincas

El análisis individual de los indicadores por cada finca (figura 54) mostró que con excepción de la finca 2, el resto posee indicadores deteriorados. En la finca 1 debe tenerse en cuenta solo el relacionado con la incidencia de enfermedades ya que, aunque no está deteriorado si está sobre el valor predeterminado para el umbral, en la finca 3 se encuentra deteriorado el relacionado con el sistema de manejo y sobre el umbral la diversidad genética y vegetal. En la finca 4 los relacionados con la diversidad genética, vegetal y natural circundante y en la finca 5, la diversidad genética y el sistema de manejo.

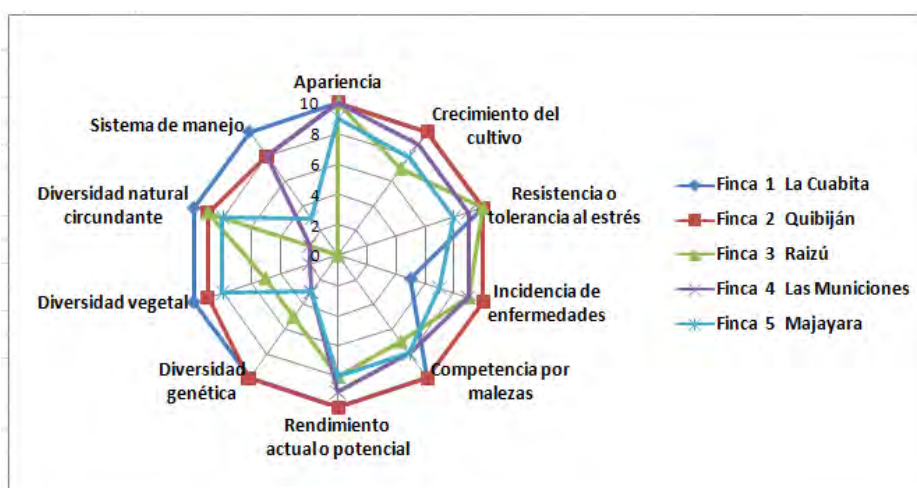
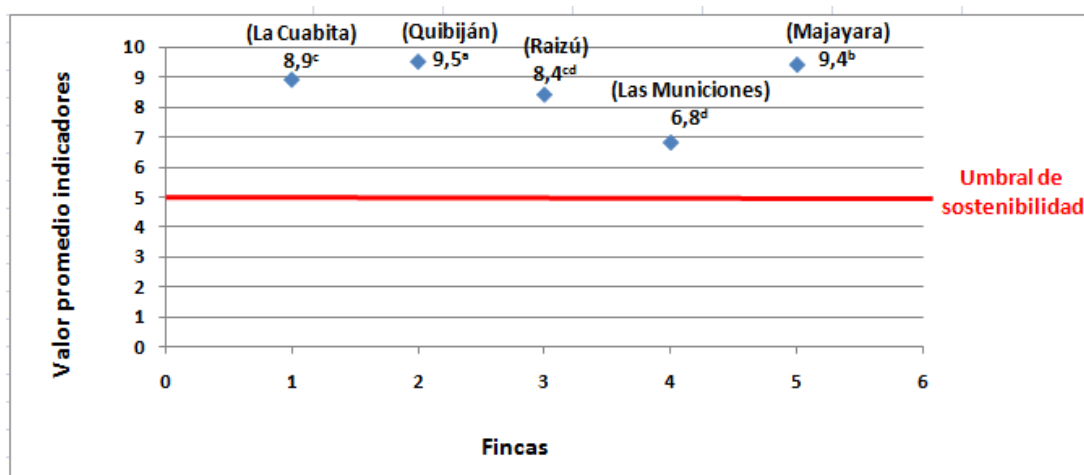


Figura 54. Comparación de los indicadores de salud del cultivo en las fincas

La figura 55 muestra que todas las fincas tienen valores promedio para la salud del suelo por encima

del umbral de sostenibilidad, pero con diferencias significativas entre las fincas, la finca 2 fue la de mayor valor (9.5) y la 4 la de menor valor (6.8).



Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Tukey.

Figura 55. Comparación de los valores promedios de salud del suelo en las fincas

El análisis de los indicadores de manera individual mostró que las fincas 2, 3 y 5 poseen altos valores para todos sus indicadores (figura 56), la 1 tiene la cobertura del suelo con el valor del umbral (5) y la finca 4 tiene deteriorados la cobertura del suelo y la erosión y con el valor del umbral el estado de residuos, el color, olor y materia orgánica y la actividad biológica, aspectos sobre los cuales se deberá trabajar para su mejora.

El análisis estructural dentro de las fincas (tabla 36) muestra que en las fincas hubo un comportamiento diferenciado entre las especies presentes, fueron la palma, el guámano y la naranja dulce las de mayor coincidencia entre las fincas. El mayor peso ecológico lo tuvo el cedro (62.77 y 85.49) para la 1 y la 3, respectivamente, el mapen (53.37), la canela (70.89) y la sangre de toro (52.95) para la 2, 4 y 5, respectivamente.

Para el grado de agregación de las especies (figura 57) se observó que en todas las fincas predominaron las especies dispersas, lo que se explica por el tipo de ecosistema y la vegetación que predomina en el mismo.

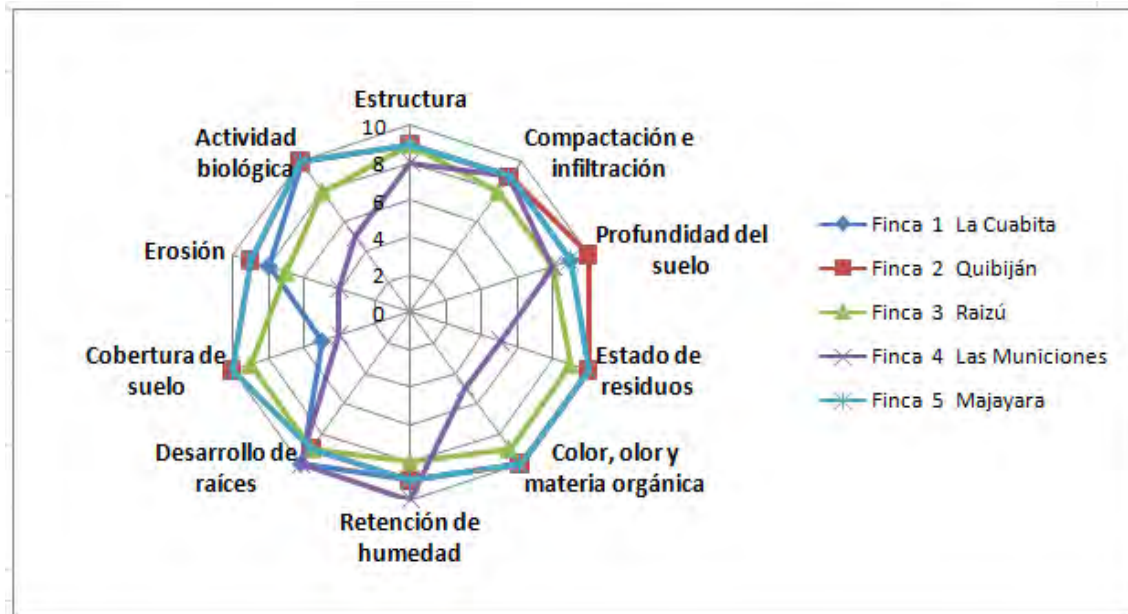


Figura 56. Comparación de los indicadores de salud del suelo en las fincas silvopastoriles

Tabla 36. Índice de Valor de Importancia de las especies por fincas

Especies	La Cuabita	Quibiján	Raizú	Las Municiones	Majayara
	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5
Palma	49.13	35.17	14.16		69.11
Mandarina	25.74				
Guárano	13.08		14.07		32.70
Cuaba	10.31				
Guásima	26.91				
Cedro	62.77		85.49		
Yamagua	5.65				
Ayúa	25.15		13.50		
Guamá	25.31				
Piñón	9.84				
Tenque	5.53				
Caoba	29.12				
Naranja dulce	5.74	11.34		47.16	
Aguacate	6.86				

Tabla 36. Índice de Valor de Importancia de las especies por fincas (Cont.)

Especies	La Cuabita	Quibiján	Raizú	Las Municiones	Majayara
	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5
Mapen		53.37	9.95		
Naranja ácida		7.18			
Plátano macho		14.82			
Guineo inmune		44.54			
Coco		34.07			
Júpiter		46.64		6.47	
Guayaba		7.04			
Plátano burro		19.83			
Helecho arborescente		25.99			31.08
Roble			13.02		
Ocuje			72.12		
Yaba			26.63		
Jubabán			43.20		
Pomarrosa			7.86		
Boniato				11.08	
Zapote				9.57	
Guasimillo				48.67	
Canela				70.89	
Tulipán africano				7.84	
Jagüey				11.87	
Curabara				7.09	
Lima				6.89	
Aguedita				5.98	
Sigua				6.24	
Níspero				9.94	
Penda				22.56	
Guineo yonse				5.92	
Toronja				6.71	
Pajúa					49.54

Tabla 36. Índice de Valor de Importancia de las especies por fincas (Cont.)

Especies	La Cuabita	Quibiján	Raizú	Las Munciones	Majayara
	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5
Yamaguey					40.61
Sangre de toro					52.95
Almendra					33.42
Pino					18.84

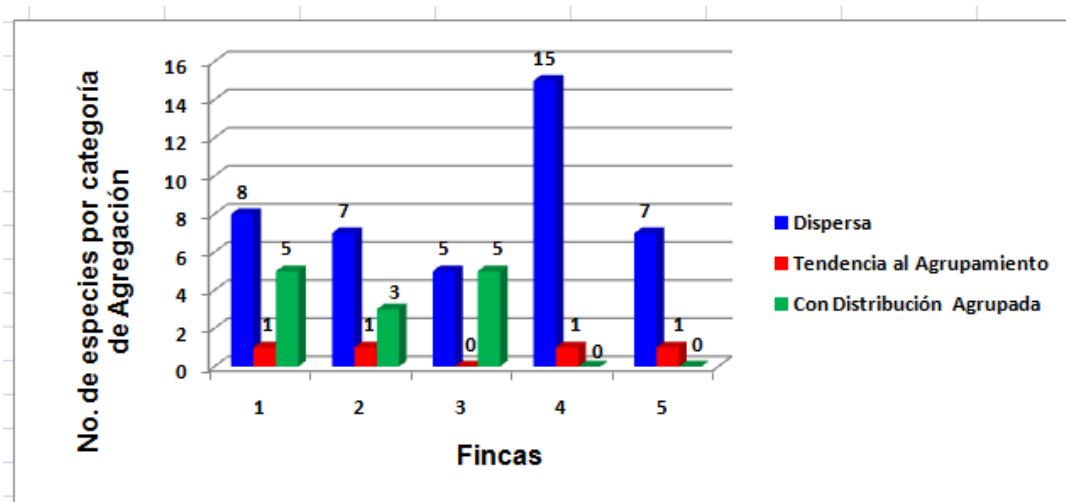


Figura 57. Distribución de las especies en las fincas según su grado de agregación.

Ruiz *et al.*, (2003) describieron el silvopastoreo como un sistema biológico-abiológico en desarrollo dinámico y constante. Su evolución comprende diferentes etapas y se conoce por la evaluación de sus componentes que incluyen al suelo mismo en su estructura y composición, animales, árboles, pasto base, flora, fauna aérea y del suelo, reciclaje de nutrientes, producción animal y sus derivados, factores abióticos, antrópicos, entre otros de carácter socio-económico. En los sistemas silvopastoriles se desarrollan armónicamente árboles o arbustos, pastos y animales en interacción con el suelo que constituyen desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social, una de las modalidades más prometedoras de los sistemas agroforestales.

Según Lok (2006), los árboles en sistemas silvopastoriles cumplen funciones ecológicas de protección del suelo y disminuyen los efectos directos del sol, el agua y el viento. También pueden modificar su estructura (por la adición de hojarasca, raíces y tallos) e incrementar los valores de

materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de N, P y K (Nitrógeno, Fosforo, Potasio) (Betancourt *et al.* 2005).

Estos sistemas cumplen algunas funciones de los bosques naturales porque poseen vegetación permanente con raíces profundas y un dosel denso. Son una alternativa real al tipo de ganadería que prevalece en América Latina; contribuyen a reducir los problemas ambientales y mejoran la calidad de vida de los productores (Roldán, 2016).

Al analizar los valores de los índices de biodiversidad de las fincas cafetaleras estudiadas (Tabla 37) se observó un comportamiento diferenciado entre las mismas; con relación a los árboles totales existió diferencia estadísticamente significativa entre todas las fincas, la finca 3 fue la de mayor valor (84) y la finca 2 la de menor valor (52). Con relación al número de especies hubo diferencias estadísticamente significativas [$H(X^2) = 49.0$, $p = 5.38E^{-10}$] entre las fincas 1 y 4 y las fincas 2, 3 y 5, la finca 4 mostró el mayor valor para la cantidad de especies (16) y la fincas 5 el menor valor (8).

Tabla 37. Índices de biodiversidad de las fincas

No.	Finca	Localidad	Arb. T.	S	D	Dmg	H'	e
1	Erlan Ramírez	La Cuabita	80 ^b	14	0,882	2,967	2,264	0,858
2	Emilio Blanco B.	Quibiján	52 ^e	11	0,882	2,531	2,159	0,901
3	Jorge Romero L.	Raizú	84 ^a	10	0,802	2,031	1,836	0,798
4	Diego Arcaya R.	Las Municiones	66 ^d	16	0,817	3,580	2,001	0,722
5	Manolo Proenza	Majayara	69 ^c	8	0,841	1,653	1,893	0,911

Leyenda: Arb. T.- Árboles Totales, S- Número de especies, D- Índice de Simpson, Dmg- Índice de Margalef, H'- Índice de Shannon-Wiener, e – Equitatividad, Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Tukey.

Todas las fincas estudiadas mostraron valores del índice de Shannon- Wiener dentro del rango establecido (1,5 - 3,5), con valores entre 1.836 y 2.264, lo que evidencia que la abundancia de especies en las fincas es media y no existió diferencias significativas entre ellas según mostró la prueba de t de Student modificada por Hutcheson (1970).

Para el caso de la equitatividad hubo diferencias altamente significativas entre las fincas 1, 5 y 8 y las fincas 2, 3, 4, 6 y 7 ($H(X^2) = 49.0$, $p = 0.000001$). No obstante, todas mostraron valores por encima de 0.7, lo que se interpreta como que todas las especies encontradas dentro de las mismas

tienen una tendencia a ser igualmente dominantes.

Con respecto al índice de Margaleff, hubo diferencias altamente significativas entre las fincas 2, 3 y 5 y las fincas 1 y 4 ($H(X^2) = 49.0$, $p=0.00006$), tres de las mismas (1, 2 y 4) mostraron valores entre 2 y 5 evidenciándose una riqueza de especies media y el resto (3 y 5) mostró valores por debajo de 2, para una baja riqueza.

Para el recíproco de Simpson las fincas 1 y 2 mostraron diferencias significativas con el resto de las fincas (3, 4 y 5), y sus valores se interpretan como una diversidad baja.

En cuanto a la semejanza florística (tabla 38) se observó que no hay semejanza florística entre ninguna de las fincas y, esto coincide con los resultados aportados por la prueba t de Student modificada por Hutcheson.

Tabla 38. Valores del coeficiente de Sørensen entre las fincas cafetaleras

Fincas	1	2	3	4	5
1	1,00				
2	0,16	1,00			
3	0,33	0,19	1,00		
4	0,07	0,15	0,00	1,00	
5	0,18	0,21	0,22	0,00	1,00

De manera general, se puede valorar que la presencia de áreas naturales en los agroecosistemas, traen numerosos beneficios a los cultivos entre los cuales están: El refugio y movilidad de insectos, aves, y otros organismos benéficos que pueden actuar como polinizadores o control de plagas; le aporta estabilidad a las dinámicas del sistema bajo condiciones ambientales adversas, contribuye al control de la erosión, al ciclo de nutrientes entre otras (Gliessman, R. 2002; Altieri, M. 1999).

La presencia y distribución de hábitats no cultivados alrededor de campos, puede ser crítico para la supervivencia de los enemigos naturales. En general, se reconoce la importancia de la vegetación natural alrededor de los campos de cultivo como reserva de enemigos naturales de plagas. Estos hábitats pueden ser importantes como sitios alternativos para la hibernación de algunos enemigos naturales, o como áreas que proveen recursos alimenticios tales como polen o néctar e insectos neutros para parasitoides y depredadores. Es por esto que, en agroecología, la manipulación de la

vegetación natural adyacente a los campos de cultivo, se usa como una estrategia para promover el control biológico. Los cercos vivos, corredores y otros aspectos del paisaje han recibido gran atención, debido a sus efectos en la distribución y abundancia de artrópodos en las áreas adyacentes a los cultivos. Muchos estudios han documentado el movimiento de enemigos naturales desde los márgenes hacia el centro de los cultivos, lo que demuestra un mayor nivel de control biológico en hileras de cultivos adyacentes a la vegetación natural. En dependencia de las especies y la movilidad de los insectos benéficos, estos efectos se pueden extender hasta 100 metros o más (Abi-Saab, 2012).

Así mismo, gracias a la diversidad vegetal cultivada, surgen numerosas interacciones y funciones. Haciendo que los componentes biológicos sean capaces de igualar algunos ciclos de materia y energía que se dan en los ecosistemas naturales (Gliessman, 2002).

Por otra parte, la falta de nutrientes en los suelos o si estos se encuentran desbalanceados; puede llevar a que el follaje o la apariencia general del cultivo manifiesten irregularidades. Otros factores que podrían influir en la apariencia de las plantas son: condiciones climáticas, falta de drenaje, o toxicidad en los suelos por sustancias aplicadas (Pérez, 2010). Los agroecosistemas estudiados no presentan ningún tipo de clorosis y/o otro síntoma de deficiencia nutricional, razón por la que todos con excepción del de Palma del tiro y Quibiján reciben un diez para el indicador “apariencia del cultivo”; lo cual posiblemente se deba a la alta oferta de nutrientes que posee el suelo (Vandermeer, 2011).

Según Altieri y Nicholls (2008) un suelo sano favorece el control de plagas y enfermedades. El uso de materia orgánica como fertilizante influye sobre la incidencia de plagas, en primer lugar porque promueve una nutrición balanceada y al asentamiento de fauna edáfica que puede actuar como control natural de las plagas. Adicionalmente los cultivos asociados presentes en el sistema, donde se asocian y rotan diferentes plantas favorecen que no exista una explosión poblacional de las plagas, reforzado por el uso de plantas que funcionan como barreras físicas.

Los indicadores de calidad del suelo son propiedades físicas, química y biológicas que pueden ser medidas cualitativa o cuantitativamente y que proveen información acerca de qué tan adecuadamente un suelo funciona, de modo que los mejores indicadores son aquellas propiedades que influyan significativamente sobre la capacidad del suelo para proveer su función (Delgado *et. al.*, 2010).

Según Pérez (2010) la cantidad y permanencia de las coberturas vivas o muertas (residuos orgánicos), son determinantes en el cuidado de la salud del suelo al contribuir a conservar la humedad, disminuir el impacto de la lluvia, regular la temperatura, ser refugio de organismos, reciclar nutrientes, proteger del viento y la escorrentía superficial.

Resultados similares a los logrados en este estudio fueron obtenidos por Altieri y Nicholls (2002) al evaluar comparativamente un cafetal orgánico y uno en transición en San Juan Sur, Costa Rica.

La metodología aplicada para evaluar el manejo y la salud del cultivo en las áreas permitió medir la sostenibilidad en forma comparativa o relativa en las áreas seleccionadas para el estudio. Los resultados obtenidos permitirán a los agricultores e investigadores identificar los sistemas más saludables e involucró una actividad participativa que se traduce en prácticas específicas que mejoran los procesos deseados en los cafetales que exhiben valores promedios que aún y cuando están por encima del umbral, están muy próximos al mismo.

Este tipo de estudios que realizan un análisis integrado del agroecosistema, mejora progresivamente nuestra comprensión del papel de la biodiversidad en la agricultura, y las relaciones ecológicas entre componentes biológicos por encima y por debajo del suelo. Tal entendimiento constituye un paso clave hacia la construcción de una estrategia innovadora y verdaderamente agroecológica de conversión que combina la diversificación de cultivos y el mejoramiento orgánico del suelo.

Un sistema más diversificado, con un suelo rico en materia orgánica y biológicamente activo se considera un sistema no degradado, robusto y productivo. En otras palabras, un agroecosistema rico en biodiversidad, la cual, a partir de una serie de sinergismos, subsidia la fertilidad edáfica, la fitoprotección y la productividad del sistema, se dice ser sustentable o saludable (Altieri y Nicholls, 2007).

Todo ello permitió establecer un plan de medidas para cada una de las fincas estudiadas, para lo que se tomó en consideración las fortalezas y debilidades que cada una de ellas posee en relación con la salud del suelo y de los cultivos. Este plan de medidas se detalla en las tablas 39 y 40.

Tabla 39. Indicadores de manejo y salud del cultivo

No.	Indicadores de manejo y salud del cultivo	
	Indicador	Acciones
1	Diversidad genética	Establecimiento de variedades de cultivos aprovechando cultivares y genotipos locales
2	Diversidad natural circundante	Establecimiento de diversidad vegetal constituida por especies autóctonas en las áreas circundantes (arvenses y otras especies silvestres)
		Evitar la expansión de especies no autóctonas en las áreas circundantes
3	Diversidad vegetal	Incremento del número de especies de sombra y otros cultivos
		Establecimiento de especies de arvenses aprovechando la flora adventicia autóctona
4	Sistema de manejo	Incrementar el uso de bioproductos (bioestimuladores, bioplaguicidas, biofermentos) y reducir el uso de agroquímicos, promoviendo el manejo integral del agroecosistema con enfoque agroecológico
5	Crecimiento del cultivo	Determinación de las deficiencias nutrimentales del suelo para aplicar las enmiendas correspondientes
6	Competencia por malezas	Reducción de los niveles de cobertura por malezas y aplicación de bioestimuladores naturales (lactofermentos, oligosacarinas, etcétera) que vigoricen el cultivo
7	Apariencia	Determinación de las deficiencias nutrimentales del suelo para aplicar las enmiendas correspondientes
8	Incidencia de enfermedades	Uso de variedades tolerantes a enfermedades y plagas
		Establecer el uso de bioproductos (bioestimuladores, bioplaguicidas, biofermentos) y reducir el uso de agroquímicos, promoviendo el manejo agroecológico de plagas y enfermedades
		Establecimiento de especies vegetales que constituyen reservorios de enemigos naturales de las plagas
9	Rendimiento actual o potencial	Determinación de las deficiencias nutrimentales del suelo para aplicar las enmiendas correspondientes
		Promover el uso de bioestimuladores naturales

Tabla 40. Indicadores de calidad del suelo

No.	Indicadores de calidad del suelo	
	Indicador	Acciones
1	Cobertura del suelo	Siembra de especies de coberturas vivas
		Uso de cubiertas vegetales (Mulch) para disminuir evapotranspiración
2	Erosión	Siembra de especies de coberturas vivas
		Uso de barreras vivas y muertas
3	Actividad biológica	Incrementar el uso de abonos orgánicos (estiércol, compost, humus de lombriz) que favorezcan el desarrollo de la mesofauna edáfica (lombrices o invertebrados)
		Promover el uso de biopreparados a base de microorganismos eficientes (lactofermentos) que favorezcan el incremento de la diversidad microbiana benéfica
4	Color, olor y materia orgánica	Incrementar el uso de abonos orgánicos (estiércol, compost, humus de lombriz, biofermentos) que favorezcan el estado de la materia orgánica
5	Estado de residuos	Promover el uso de biopreparados a base de microorganismos eficientes que favorezcan el incremento de la diversidad microbiana benéfica y aceleren la descomposición de residuos

7. VARIACIÓN PEPTIDÓMICA DEL VENENO DEL ESCORPIÓN *RHOPALURUS JUNCEUS* EN EL SECTOR FITOGEOGRÁFICO *MOANICUM* DEL ORIENTE DE CUBA.

A continuación, se describe la caracterización general del veneno total de *Rhopalurus junceus* sobre la base de su contenido de proteína total, ensayos de toxicidad, la actividad enzimática del veneno y su actividad moduladora de canales de K⁺ y Na⁺.

Toxicidad del veneno de *Rhopalurus junceus*

Los ensayos de toxicidad del veneno total de *R. junceus*, del péptido RjAa12 y los péptidos parcialmente secuenciados (amino terminal Rj30.06, Rj30.50, Rj31.83 y Rj34.34) revelaron un comportamiento diferencial respecto a los biomodelos insecto (*Acheta domesticus*) y mamífero (*Mus musculus*), el veneno no fue tóxico para los ratones (CD1), cuando se inyectaron por vía intraperitoneal en dosis de hasta 200 µg / 20 g de peso corporal, pero fue letal para *A. domesticus* a dosis de 10 µg por animal (tabla 41).

Actividad del veneno en canales iónicos K⁺ y Na⁺

Estos ensayos estuvieron dirigidos a probar si el veneno contenía componentes capaces de reconocer canales iónicos de (K⁺) y (Na⁺).

Actividad sobre canales iónicos de K⁺

Mediante el empleo de la línea celular F11, el efecto del veneno total se ensayó en concentración (0.5 mg/mL) en el canal de potasio tipo ERG. La figura 58 muestra un ejemplo de los trazos obtenidos. La figura 58 (a) muestra los trazos de las corrientes tipo ERG en el (control), después de la aplicación de veneno (veneno) y su posterior recuperación (lavado). El panel c muestra el bloqueo rápido y reversible que produce el veneno sobre la corriente (canal) ERG. Se representa el curso de la corriente residual en el tiempo.

Cuando el pre-pulso se aplicó, el veneno produjo un cambio de polaridad en el voltaje dependiente de activación (efecto-beta). En el control (Figura 58a) todos los canales están cerrados, pero después de la aplicación de veneno algunos de los canales se abren generando una corriente visible (figura 58b). La aplicación del veneno generó un bloqueo del canal iónico tipo ERG rápido y reversible, como se muestra en la figura 58c, dónde las corrientes fraccionarias se representan en función del tiempo para registrar el bloqueo del canal, seguido de la recuperación después de lavar sin la toxina.

Tabla 41. Toxicidad en insectos y mamíferos del veneno total de *R. junceus*, el péptido RjAa12 y los péptidos secuenciados parcialmente.

Muestras	Toxicidad en <i>A. domesticus</i>	Toxicidad en ratones CD1
Control (PBS)	No tóxico (comportamiento normal)	No tóxico (comportamiento normal)
Veneno total 10 µg <i>Baracoense</i>	Letal: Comportamiento de excitación, altos repentinos, incapacidad para caminar, perdida de balance	100, 200 y 500 µg de veneno total resultaron No tóxico
Veneno total 20 µg <i>Baracoense</i>		
Veneno total 30 µg <i>Baracoense</i>		
N-terminal (TR30.06)- 20 µg	Letal: Muertes instantáneas	No tóxico
N-terminal (TR30.50)- 20 µg	No toxico: Similar al control	No tóxico
N-terminal (TR31.83)- 20 µg	Tóxico: Dificultades de movimientos con parálisis rígida reversible en 24 horas	No tóxico
N-terminal (TR34.34)- 20 µg	Tóxico: Parálisis rígida de patas traseras, se recuperaron en 24 horas	No tóxico
Péptido RjAa12- 10 µg	Letal: Muertes instantáneas	No tóxico
Veneno total 20 µg <i>Nipense</i>	Letal: Muertes instantáneas	No tóxico
Veneno total 20 µg <i>Cristalense</i>	Letal: Muertes instantáneas	No tóxico
Veneno total 20 µg <i>Moaense</i>	Letal: Muertes instantáneas	No tóxico
Veneno total 20 µg <i>Purialense</i>	Letal: Muertes instantáneas	No tóxico
Veneno total 20 µg <i>Yaterense</i>	Letal: Muertes instantáneas	No tóxico

Actividad sobre canales iónicos de Na⁺

La figura 59 a-c muestra las corrientes de sodio en el control, en las células después de la aplicación de 0.5 mg/mL de veneno y su recuperación. La aplicación de 0.5 mg de veneno soluble resultó en una modificación de ambas cinéticas de activación e inactivación. En la figura 59 (d y h) se muestran los estímulos de pulso, que inducen corrientes de canales de sodio.

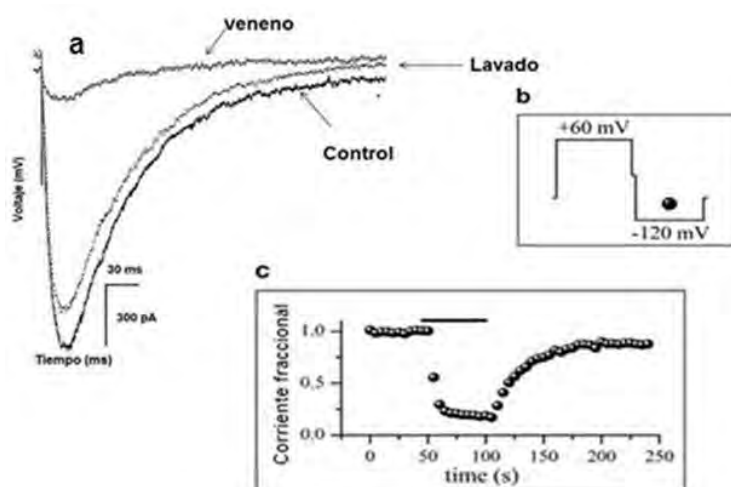


Figura 58. Efecto de la aplicación de 0.5 mg / mL de veneno de *R. junceus* sobre canales de K⁺ tipo ERG en la línea celular F11, a) se observó un efecto bloqueador rápido y reversible de las corrientes de K⁺. En el panel b se observa la despolarización desde + 60 mV hasta -120 mV (panel b, esfera). c) se observa una gráfica de la relación corriente *versus* tiempo del experimento descrito. Los ejes abscisa y ordenada corresponden a: 100 pA y 30 ms, respectivamente.

Se observó que en el control a -40 mV, casi todos canales iónicos están cerrados y ninguna corriente es visible (figura 4a, trazo gris), pero en presencia del veneno, los canales iónicos pueden abrirse a un potencial más negativo (figura 59b, trazo gris). Este fenómeno se describió como efecto β (Rodríguez de la Vega y Possani, 2007) y fue dependiente de un breve pre-pulso figura 59d (Cestèle *et al.*, 1998). Además, el veneno produjo un retraso de la cinética de inactivación (figura 59 b y f), es decir, el canal iónico tardó más tiempo para volverse inactivo.

Cuando el mismo tipo de experimentación se realizó con un protocolo sin el pre-pulso (figura 59h), no se observó el efecto β , pero el retraso de la cinética de inactivación todavía estuvo presente (figura 59f). En el control, a -10 mV, después de 7.5 ms, casi todos los canales iónicos estaban inactivos (figura 59e, flecha), pero en presencia del veneno, en la misma condición, parte de los canales iónicos estaban todavía abiertos y produjeron aproximadamente el 20% de la corriente máxima (figura 59f, flecha). Esto se conoce como efecto α (Bosmans y Tytgat, 2007). Ambos efectos α y β producidos por el veneno resultaron reversibles (figura 59 c y g).

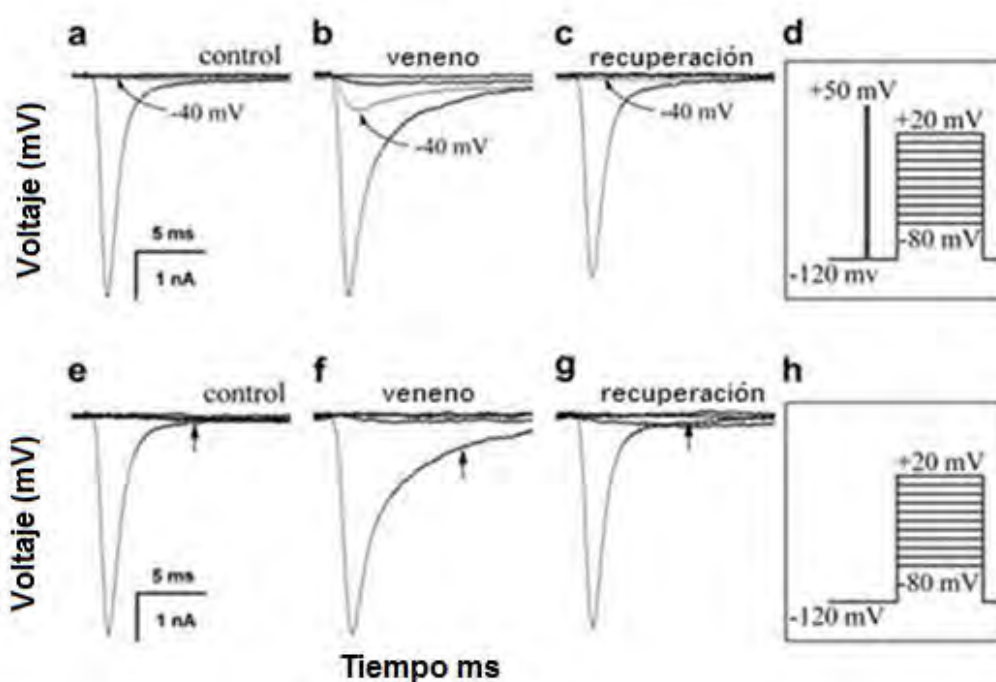


Figura 59. Efecto de veneno total en canales de sodio de la línea celular F11. El veneno de *R. junceus*, se aplicó a la concentración de 0.5 mg/mL. Se obtuvieron las corrientes de sodio con los protocolos que se muestran en los paneles d y h donde los pasos de despolarización se precedieron o no por un pre-pulso de despolarización breve y fuerte respectivamente. En los paneles a-c y e-g se describen las corrientes representativas, pero se señala la de -40 mV.

Caracterización de componentes específicos del veneno de *Rhopalurus junceus*

El análisis de los componentes del veneno de escorpión incluye principalmente dos tipos de neurotoxinas, que corresponden a toxinas que modulan la actividad de los canales de K^+ y Na^+ .

Aislamiento y purificación de péptidos α -KTx

Los resultados de la recromatografía de las fracciones de los péptidos Rj1m1 (27.99) y Rj1m2 (TR29.77), cuyas masas moleculares promedio determinadas por ESI-MS son de 4029.94 Da y 3944.89 Da, respectivamente (figura 60).

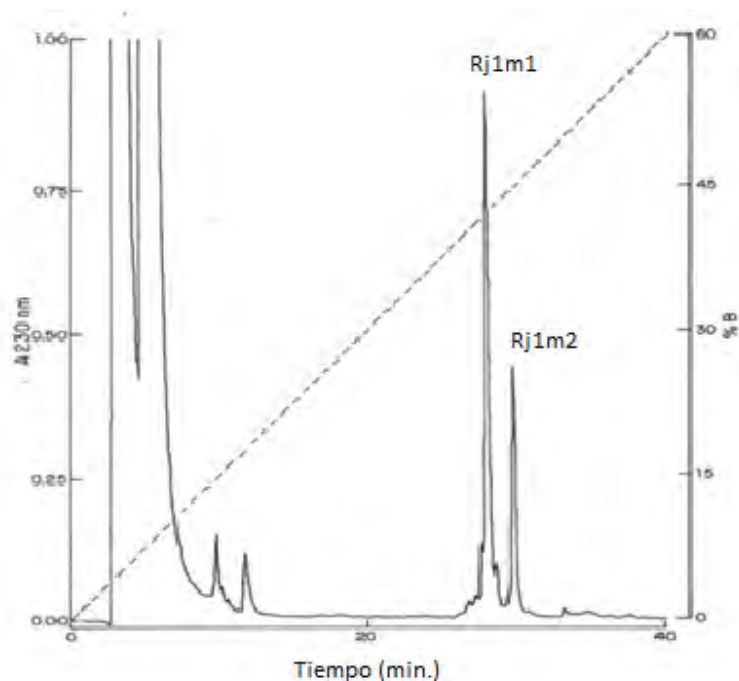


Figura 60. Separación cromatográfica de los productos de la reducción y alquilación de los componentes Rj1m1 y Rj1m2 del veneno de machos de *R. junceus* en columna C18 de fase reversa por HPLC, gradiente lineal de solución A (0,12% TFA+H₂O) a 60 % ACN+0.1TFA en 40 minutos. En líneas discontinuas se muestra el gradiente utilizado. A230 nm: absorbancia.

El péptido Rj1m1 (eluido a 23.36 min en el anexo 1) tuvo una masa molecular de 4029.94 Da y la masa molecular teórica fue 4030.89 Da (figura 61). La diferencia de 1 Da sugiere que el péptido nativo podría estar amidado en el residuo C-terminal. El péptido Rj1m2 tuvo una masa molecular experimental promedio de 3944.89 Da (Anexo 7, tiempo de elución 23.59 min) y una masa molecular promedio teórica de 3944.86 Da (figura 61). La masa molecular de 3944.79 Da del péptido encontrado en el veneno de las hembras de *R. junceus* es similar a la masa molecular del péptido totalmente secuenciado en el veneno de los machos (Anexo 7).

Análisis de secuencia de péptidos α -KTx

El alineamiento de secuencias permitió incluir a los péptidos Rj1m1 y Rj1m2 como miembros de la familia α -KTx, el péptido Rj1m1 se asignó a la subfamilia α -KTx1 con el número sistemático 1.18 y el código de acceso C0HJS9 en la base de datos públicos UNIPROT, el péptido Rj1m2 se asignó a la subfamilia α -KTx2 con el número sistemático 2.19 y código de acceso C0HJT0 de la base de datos (WWW.UNIPROT.ORG/PROGRAM/Toxins) (Figura 62).

Tabla 42. Alineamiento de secuencias de aminoácidos según el programa Blast para las toxinas pertenecientes a la subfamilia α -KTx1, % I: porcentaje de identidad. * significa consenso del mismo aminoácido, (.) significa sitio variable en 1 aminoácido, (:) sitio variable en dos aminoácidos.

Acceso	Toxina	Subfam.	Secuencias de aminoácidos	I%
C0HJS9	Rj1m1	α KTx1.18	IVIDVPC CTVSKECWSACKK AVGTDR GKCMGKKCKC YP	100
P0C182	Slot	a α KTx1.11	TFIDVD CTVSKECWAPCKAA FGVDR GKCMGKKCKC YV	80
P0C167	Lbtx	b α KTx1.4	VFIDV CSVSKECWAPCKAA VGTD RGKCMGKKCKRC YX	78
P24663	Ibtx	c α KTx1.3	QFTD VD CSVSKEC WSVCKDL FGVDR GKCMGKKCKRC YQ	69
P59848	HgTx2	d α KTx1.9	HFIDV KTTSKECWPPCKAA TGKAA GKCMNKKCKC Q	68
H2ER23	BmKcug2	e α KTx1.15	DVK CTASKQ CWPV CNQMF GKPN GKCMNGKCKRC YS	63
P13487	ChTX-Lq1	f α KTx1.1	TNV SC TT SKECWSV CQRLHNTSR GKCMNKKCKRC YS	62
P59943	ChTX-b	g α KTx1.12	DV SC TT SKECWSV CQRLHNTS IGKCMNKKCKRC YS	62
P59944	ChTX-c	h α KTx1.13	QFTNV SC TT SKECWSV CEKLYNTSR GKCMNKKCKRC YS	61
C0HJQ8	MeKTx11-1	i α KTx1.16	DVK CTGTRQ CWPV CCKMF GRPN GKCMNGKCKRC YP	59
Q9NII6	BmTx1	j α KTx1.5	DVK CTGSKQ CWPV CQMF GKPN GKCMNGKCKRC Y	58
P83112	PBTx3	k α KTx1.10	EVD MRCKSSKECLV CKQATGRPN GKCMNRKCKC YP	57
C0HJQ7	MeKTx11-3	L α KTx1.17	F TDV KT VT KQ CWPV C CKMF GRPN GKCMNGKCKRC YS	57
Q9NII5	BmTx2	m α KTx1.6	NV SCSASSQ CWPV CCKL FGTYR GKCMNSKCKRC YS	56
H2ETQ6	BmKcug1	n α KTx1.14	DVR CSASSK CWPV CCKL FGTYR GKCKNSKCKRC YS	53

^aGarcía-Valdés *et al.*, (2001); ^bNovick *et al.*, (1991); ^cGalvez *et al.*, (1990); ^dKoschak *et al.*, (1998); ^eZeng *et al.*, (2012); ^fGimenez-Gallego *et al.*, (1988); ^gFroy *et al.*, (1999); ^hGimenez-Gallego *et al.*, (1988); ⁱKuzmenkov *et al.*, (2015); ^jRomi-Lebrun *et al.*, (1997); ^kHuys *et al.*, (2002); ^lRomi-Lebrun *et al.*, (1997); ^mKuzmenkov *et al.*, (2015); ⁿZeng *et al.*, (2012).

La similitud de secuencia de este péptido se asocia con los péptidos de la subfamilia KTx2, por lo que se le asignó el número sistemático α -KTX 2.19 (tabla 43).

El péptido Rj1m2 presenta porcentaje de identidad mayor al 70% con la toxina Rhog1, aislada del veneno de su congénere *Rhopalurus garridoi* que es un bloqueador reversible de canal de potasio Kv1.1 y con las toxinas MgTx aislada del veneno del escorpión *Centruroides margaritatus*; Ce2 y Ce4 aisladas de *C. elegans*, especies filogenéticamente emparentadas con el género *Rhopalurus* y HgTx1 y 3 que son toxinas del escorpión *Hadrurus gershiit*, especie distante filogenéticamente con el género *Rhopalurus*.

Aislamiento y purificación de péptidos NaScTx

El perfil cromatográfico mostró que los componentes eluyeron en el intervalo de 20 a 40 min. Se identificaron cinco componentes que eluyeron en los tiempos 30.06; 30.50; 31.83; 34.34 y 37.99 minutos, en su conjunto representan alrededor del 64% del veneno total (figura 60). Los

componentes 34.34 y 37.99 se recromatografiaron dando lugar a dos péptidos (figura 63 inserto a y b marcados con asteriscos).

Tabla 43. Alineamiento de secuencias de aminoácidos según el programa Blast para las toxinas pertenecientes a la subfamilia α -KTx2. %: por ciento de identidad. * significa consenso del mismo aminoácido, (.) significa sitio variable en 1 aminoácido, (:) sitio variable en dos aminoácidos.

Acceso	Toxina		subfamilia	Secuencias de aminoácidos	I%
C0HJT0	Rjlm2		α KTx2.19	TVIDV K CTSPK Q CV P ACKAAMGTVR- A K C M N G K C K C Y I	100
P0DL43	Rhog1	a	α KTx2.14	TI I NV K CTSPK Q CV P ACKAAMGTVR- A K C ING K C K C Y I	92
P40755	MgTx	b	α KTx2.2	TI I NV K CTSPK Q CL P PK A Q F G Q SAGAK C M N G K C K C Y PH	76
P59847	HgTx1	c	α KTx2.5	TVIDV K CTSPK Q CL P PK A Q F G I RAGAK C M N G K C K C Y PH	71
P59849	HgTx3	d	α KTx2.6	TF I NV K CTSPK Q CL P ACK E K F G X AAG- K C M N G K C K	71
P0C164	Ce4	e	α KTx2.11	TI I NV K CTSPK Q CL L PK E I Y GIHAGAK C M N G K C K C Y KI	70
P0C162	Ce2	f	α KTx2.9	TI I NV K CTSPK Q CL K PK D L Y G P HAGAK C M N G K C K C Y NN	70
P08815	NTx	g	α KTx2.1	TI I NV K CTSPK Q CL P PK E L Y G S SAGAK C M N G K C K C Y NN	70
P0C165	Ce5	h	α KTx2.12	TI I NV K CTSPK Q CL P PK E I Y GRHAGAK C M N G K CH C SKI	69
P0C161	Ce1	i	α KTx2.8	TV I NV K CTSPK Q CL K PK D L Y G P HAGAK C M N G K C K C Y NN	68
P85529	Css20	j	α KTx2.13	IF I NV K SS P Q Q CL K PK A A F G I SAGG K ING K C K C Y P	67
P45630	C11Tx2	k	α KTx2.7	TVIDV K CTSPK Q CL P PK E I Y GRHAGAK C M N G K C K C	67
P45629	C11Tx1	l	α KTx2.3	IT I NV K CTSP Q Q L RP C K D R F G Q HAGG K ING K C K C Y P	66
C0HJW6	II.12.5	n	α KTx2.16	TI I NV K CTSPK Q CL K PK D L Y G P HAG E K C M N G K C K C Y	64
C0HJW1	II.10.5	m	α KTx2.15	F- I NV K SS P Q Q CL K PK K A F G Q HAGG K ING K C K C Y	56
C0HJW5	II.12.8	o	α KTx2.17	TI I NV K CTSPK Q CL L PK Q I Y G P HAGAK C M N G K CH C	64
P0DL70	C11Tx5	p	α KTx2.18	TT I NV K CTSPK Q CL P PK E I Y GRHAGAK C ING K CH C	64
Q9TXD1	NTx2	q	α KTx2.4	TI I NE K F A T S Q C W T P C K K A I G S -L Q S K M N G K C K C Y NG	58
P0C163	Ce3	r	α KTx2.10	IF I NV K SL P Q Q CL R PK D R F G Q HAGG K ING K C K C Y P	58

* . ** :. : ** ** *

^aRodríguez-Ravelo *et al.*, (2014); ^bGarcía-Calvo *et al.*, (1993); ^cKoschak *et al.*, (1998); ^dKoschak *et al.*, (1998); ^eOlamendi-Portugal *et al.*, (2005); ^f Olamendi-Portugal *et al.*, (2005); ^gPossani *et al.*, (1982); ^hOlamendi-Portugal *et al.*, (2005); ⁱOlamendi-Portugal *et al.*, (2005); ^jCorzo *et al.*, (2008); ^kMartin *et al.*, (1994); ^lMartin *et al.*, (1994); ^mOlamendi-Portugal *et al.*, (2016); ⁿOlamendi-Portugal *et al.*, (2016); ^oOlamendi-Portugal *et al.*, (2016); ^pCid Uribe *et al.*, (2017); ^qNieto *et al.*, (1996); ^rOlamendi-Portugal *et al.*, (2005).

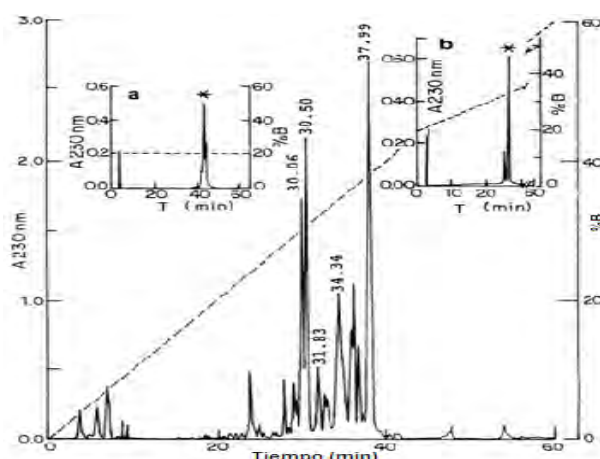


Figura 63. Perfil cromatográfico de NaScTx aisladas del veneno de *Rhopalurus junceus*. Inserto a, el péptido indicado con asterisco corresponde al pico 34.34, en el inserto b marcado con asterisco la recromatografía obtenida a partir de la fracción 37.99. Perfil cromatográfico de una mezcla de veneno de 40 especímenes de ambos sexos de *R. junceus* del distrito *Baracoense*. 3 mg de proteína separado en una columna C18 fase reversa, gradiente de la solución A a 60 % en ACN+0,1% TFA

Análisis de secuencias de péptidos NaScTx

El componente mayoritario eluyó al minuto 37.99 y se nombra RjAa12, representa el 25 % del veneno soluble (inserto b figura 63).

En la figura 64 se presenta la separación cromatográfica del producto de la digestión proteolítica del péptido RjAa12 purificado (Figura 63 inserto b). La secuencia completa del péptido mayoritario mostró 64 residuos de aminoácidos, con ocho cisteínas, en un secuenciador de aminoácidos marca: Beckman LF 3000; Palo Alto-CA, USA. (RjA12)

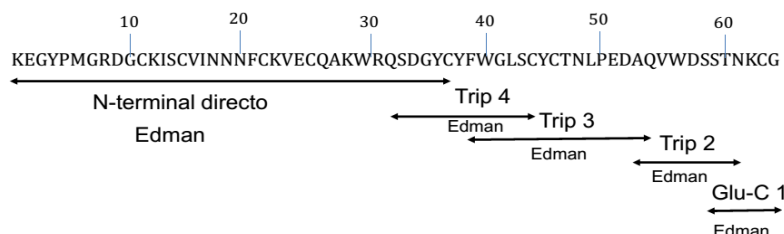


Figura 64. Secuencia de aminoácidos de RjAa12. La secuencia N-terminal se determinó por degradación de Edman del péptido intacto (directo), los otros fragmentos se obtuvieron por digestión proteolítica: Fragmentos trípticos (Trip) 2,3 y 4 y fragmento 1 obtenido con endoproteinasa Glu-C, todos los fragmentos se secuenciaron por el método de degradación automática de Edman.

Secuencia depositada en UniProtKB con el número de acceso: **E7CLP2.1**

El valor de masa teórica para esta secuencia fue de 7294.20 Da y la masa experimental fue de 7293.5 Da, la diferencia entre estos valores de (0.6 Da) es aceptable con la exactitud del equipo.

El péptido RjAa12 (figura 65) no tuvo actividad para canales de sodio en las células F11, no resultó tóxico a mamíferos, pero fue letal a grillos. Cuando el péptido RjAa12 se inyectó a *A. domesticus*, mostró los síntomas clásicos de intoxicación como parálisis y murieron dentro de las 24 h posterior a la inyección.

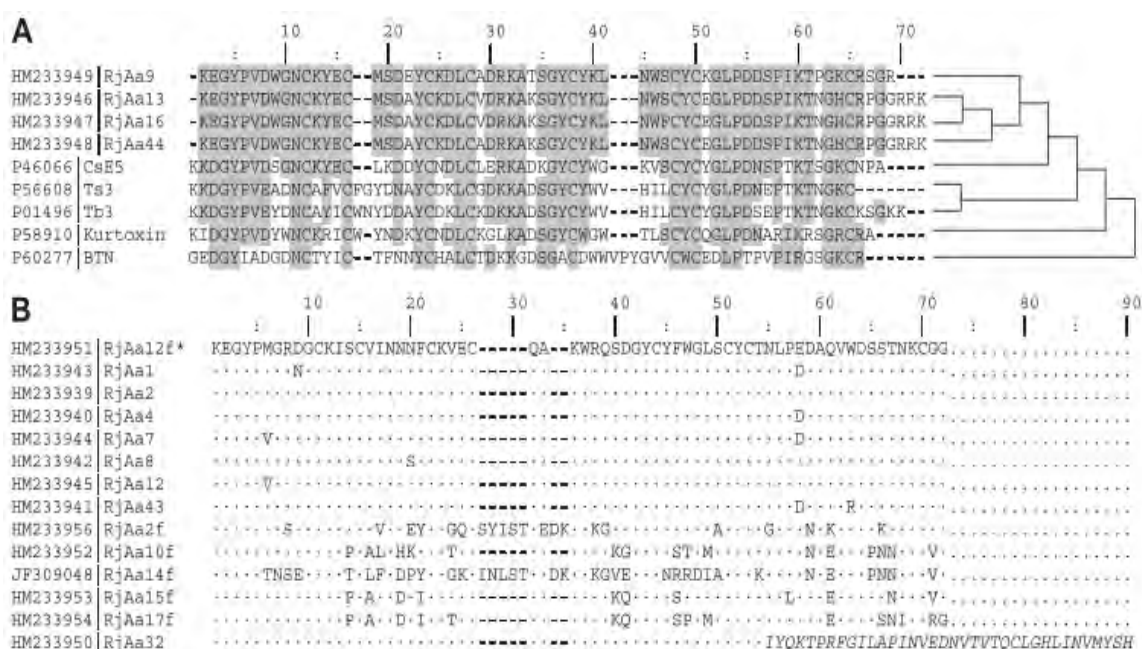


Figura 65. Alineamiento múltiple de secuencias NaScTx de *R. junceus* A) Secuencias de aminoácidos deducidos de: RjAa9 (HM233949), RjAa13 (HM233946), RjAa16 (HM233947), RjAa44 (HM233948) alineadas con CsE5 (P46066), Tb3 (P01496), Ts3 (P56608), Kurtoxina (P58910) y BTN (P60277) (grupo hermano).

En la tabla 44 se muestra el alineamiento de secuencia del péptido RjAa12 del veneno de *R. junceus* con otras toxinas. Se encontró alto porcentaje de identidad con secuencias propias obtenidas por (RjAa2...4, 7 y 8), y porcentaje por debajo del 70 % de identidad para las cuatro secuencias N-terminal obtenidas en este trabajo, lo cual es el reflejo de la diversidad de toxinas de Na⁺ presentes

en el veneno de *R. junceus*.

Tabla 44. Alineamiento múltiple de secuencias por BLAST del péptido RjAa12 del veneno de *R. junceus*. ID: identidad en por cientos. * significa consenso del mismo aminoácido, (.) Significa sitio variable en 1 aminoácido, (:) sitio variable en dos aminoácidos.

Nombre	Secuencias de aminoácidos	(%)
RjAa12	KEGYPVGRDGCKISCVINNNFCKVEQCQAKWRQSDGYCYFWGLSCY CTNLPEDAQVWDSSTNKCGG	100.0
RjAa7	KEGYPVGRDGCKISCVINNNFCKVEQCQAKWRQSDGYCYFWGLSCY CTNLPDDAQVWDSSTNKCGG	98.5
RjAa2	KEGYPMGRDGCKISCVINNNFCKVEQCQAKWRQSDGYCYFWGLSCY CTNLPEDAQVWDSSTNKCGG	98.5
RjAa8	KEGYPMGRDGCKISCVINNSFCKVEQCQAKWRQSDGYCYFWGLSCY CTNLPEDAQVWDSSTNKCGG	96.9
RjAa4	KEGYPMGRDGCKISCVINNNFCKVEQCQAKWRQSDGYCYFWGLSCY CTNLPDDAQVWDSSTNKCGG	96.9
Rj30.06	KEGYPKNSEGCKITLCLFNDPYCKGLCINLSTQADY	16
Rj30.50	KEGYPTNS-GCKITX-LFNDPYCKGXCINLSTQAD	15.38
Rj31.83	KEGYPDGQNGKKIPCAINDNI-SKTXEQA	20
Rj34.34	KEGYMGSDGCKMSCVINDQFCDTECQAKLKGSTGYCFX- GLACYXXG	43

Las búsquedas de similitud de secuencias con BLAST (Altschul *et al.*, 1997) indicaron que RjAa12 es similar a las β -toxinas de escorpión como LqqlT2, BjlT2, LqhIT2 y BotIT5 (figura 65) que se aislaron previamente del veneno de *Leiurus quinquestriatus quinquestriatus*, *Hottentota judaicus*, *Leiurus quinquestriatus hebraeus* y *Buthus occitanus tunetanus*.

Variación geográfica de los componentes del veneno de *Rhopalurus junceus* en el sector *Moanicum*

Los perfiles cromatográficos del veneno de *Rhopalurus junceus* muestran una amplia variación entre los distritos del sector *Moanicum*, ya sea al considerar los tiempos de retención o las concentraciones correspondientes a los componentes que integran cada uno de las fracciones

cromatográficas del veneno (figura 66). Las mayores concentraciones de componentes se retienen entre los 30 y 60 minutos, independientemente de los orígenes de las muestras.

Los tiempos de retención de los diversos componentes del veneno son uniformes, éstos variaron por debajo del minuto, según las fracciones colectadas (Anexo 7). Los componentes más representados según la absorbancia y tiempo de retención se encuentran entre los 6.1 y 8 kDa, seguidos de los componentes entre 3 y 6 kDa. La mayor variabilidad en cuanto a las masas moleculares de los componentes presentes en el veneno fueron los que eluyeron en un tiempo de retención menor a los 30 y mayor a los 60 minutos, respectivamente.

Se detectó la presencia de 153 componentes entre los orígenes fitogeográficos de las muestras de veneno (Anexo 7). La mayor cantidad de masas moleculares determinadas en los venenos de los distritos fitogeográficos son las menos comunes independientemente del intervalo de masa molecular (figura 67). El 63% de las masas moleculares son únicas de cada distrito fitogeográfico, y están en mayor frecuencia en cada intervalo de masa molecular a pesar de ser más comunes entre los 3 y 10 kDa, que representan la unidad en el intervalo de masas moleculares mayores a 10 kDa (figura 67). Sin embargo, las masas moleculares comunes entre al menos dos distritos fitogeográficos son más frecuentes en el intervalo de masas moleculares 6.1 - 10 kDa.

Los componentes correspondientes a masas moleculares mayores de 10 kDa fueron poco frecuentes en el veneno y sólo correspondieron a tres orígenes fitogeográficos del centro (*Yaterense*) y noroeste (*Moaënse* y *Baracoënse*) del sector *Moanicum*, éstos fueron desproporcionadamente frecuentes en el distrito *Baracoënse* (figura 68). Sin embargo, los componentes menores de 3 kDa estuvieron presentes en la mayoría de los distritos fitogeográficos, excepto en *Baracoënse* y fueron desproporcionadamente frecuentes en el distrito *Nipense*.

La contribución de diferentes orígenes fitogeográficos de los componentes agrupados por intervalos de masas moleculares fue independiente dentro de cada distrito fitogeográfico, excepto en el distrito *Baracoënse* (figura 68). Las masas moleculares entre 6.1 y 10 kDa fueron más frecuentes en el veneno de todos los distritos fitogeográficos que el resto de los intervalos.

En general la representación de masas moleculares únicas de cada distrito es mayor en el intervalo de masas moleculares 6.1-10 kDa, seguido de 3-6 kDa y casi dos veces menores en los intervalos menores de 3 kDa y mayores de 10 kDa. En particular las contribuciones de masas moleculares menores de 3 kDa y entre 3 a 6 kDa fueron semejantes en el distrito *Nipense*.

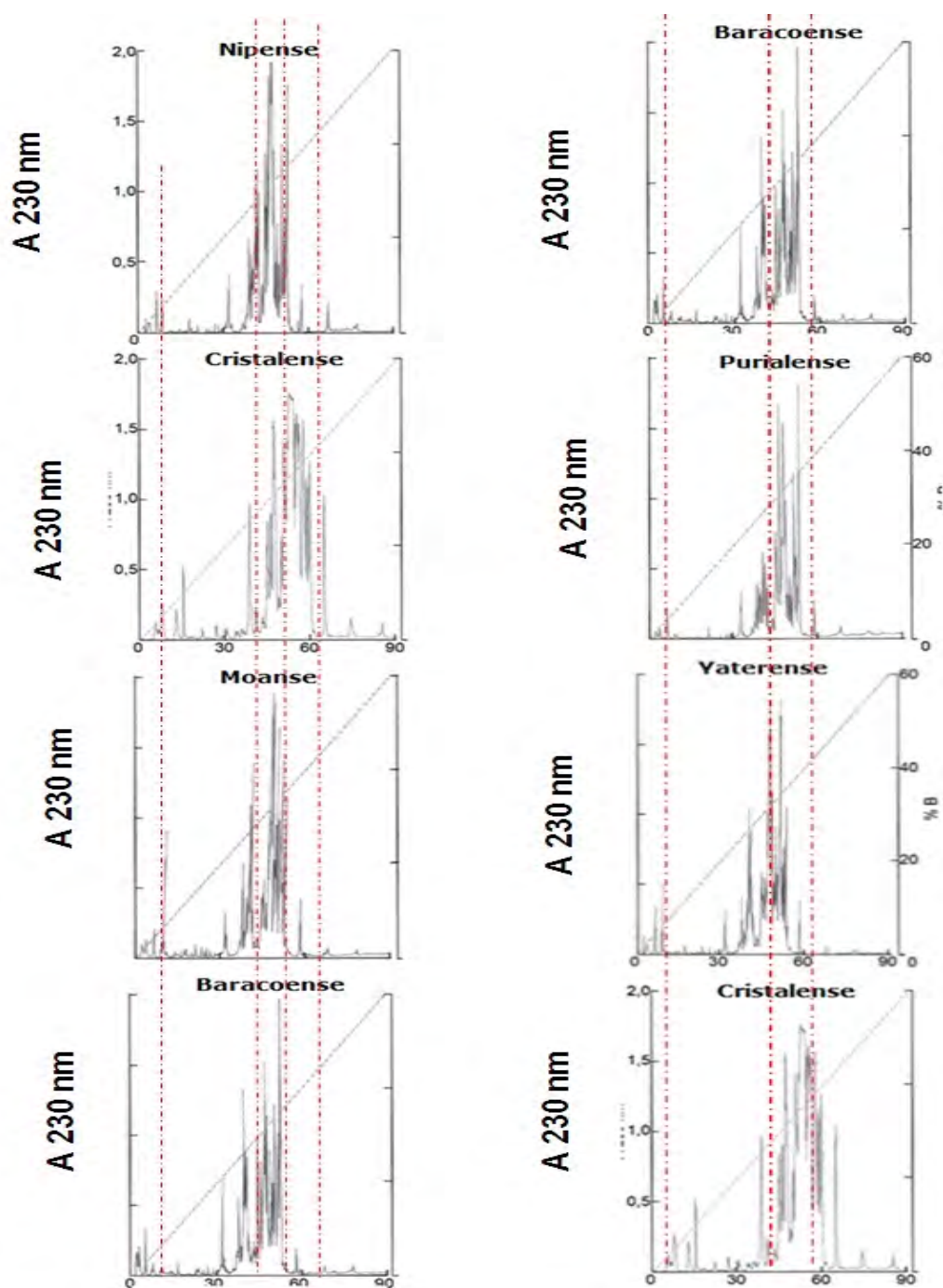


Figura 66. Separación de los componentes del veneno de 20 especímenes adultos de ambos sexos de *Rhopalurus junceus* de cada uno de los distritos fitogeográficos del sector *Moanicum* mediante HPLC, se aplicó 2 mg de proteína total disueltas en 100 μ L se inyectó en una columna C18 de fase reversa eluidas con un gradiente lineal de la solución A (ácido trifluoroacético al 0.12%, TFA, en agua) al 60 % de la solución B (0.10% de TFA en acetonitrilo), durante 90 minutos. Se repitieron los cromatogramas de *Baracoense* y *Nipense* con fines comparativos

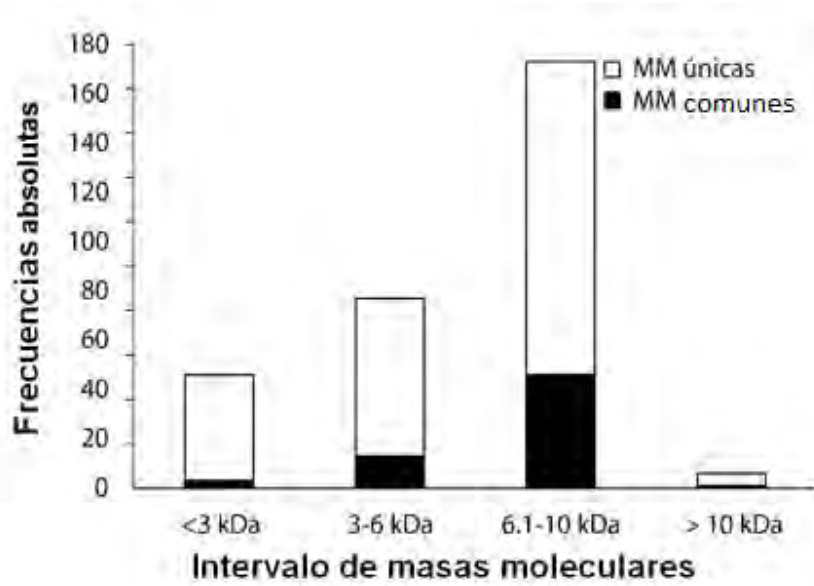


Figura 67. Distribución de frecuencias de los componentes únicos y comunes del venoma de *Rhopalurus junceus*. MM: significa masas moleculares.

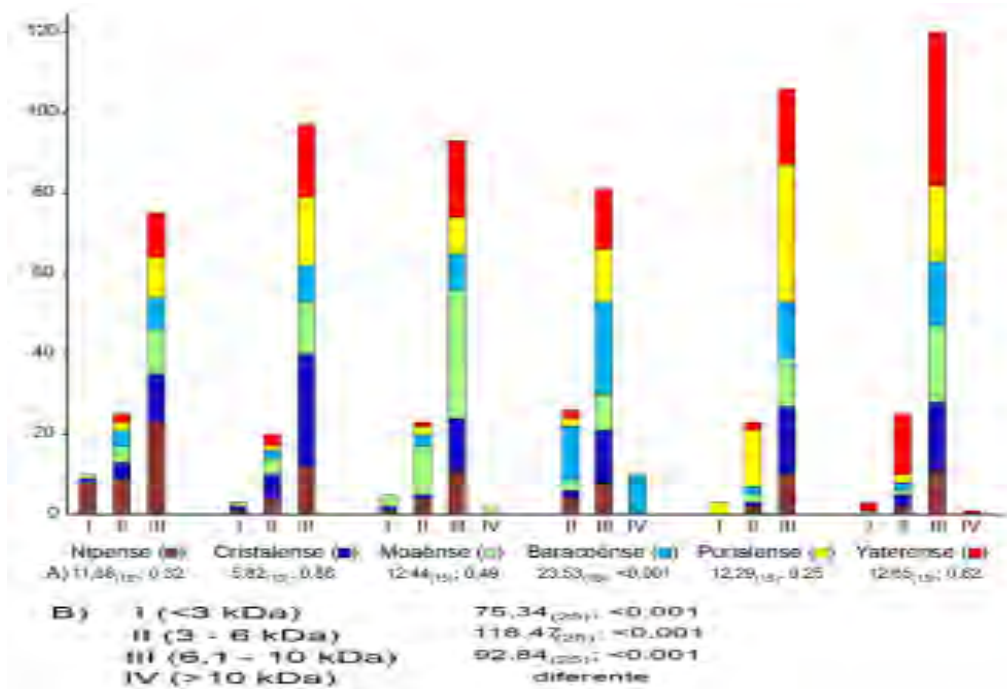


Figura 68. Contribución de los distritos según los intervalos de masas moleculares del venoma de *Rhopalurus junceus* en el sector *Moanicum*. A) Contribución de los distritos acorde a los intervalos de masas moleculares en cada distrito; B) Contribución de los distritos acorde a los intervalos de masas moleculares entre los distritos. Los resultados de los análisis estadísticos se representan como (χ^2 (g.l.), p) donde χ^2 es el estadígrafo, g.l., los grados de libertad y p la probabilidad. Los intervalos de masas moleculares se designan con números romanos.

En el distrito *Baracoense* la contribución de diferentes orígenes de los componentes agrupados es altamente dependiente. A diferencia del resto de los distritos, la proporción entre intervalos de masas moleculares que comprenden componentes entre 3 y hasta más de 10 kDa es menos notoria en el distrito *Baracoense*, a pesar que las mayores contribuciones de las agrupaciones de componentes son *per se* del mismo distrito *Baracoense* y semejantes en cuantía entre los intervalos de masas moleculares presentes, los distritos *Cristalense*, *Purialense*, y *Yaterense* comparten en alta y semejante cuantía entre sí masas moleculares entre 6.1 kDa y 10kDa con el distrito *Baracoense*.

Sin embargo, al comparar las agrupaciones de componentes por intervalos de masas moleculares para los diferentes distritos, las interacciones entre éstos son altamente significativa (figura 68). Para los componentes correspondientes a masas moleculares menores de 3 kDa las contribuciones de cada distrito fitogeográfico fueron mayores. Estos componentes fueron muy frecuentes en el distrito *Nipense* con relación al resto de los distritos fitogeográficos, por otra parte en el distrito *Cristalense* hubo igual contribución de estos componentes por distrito *per se* y por los distritos adyacentes *Nipense* y *Moaense*.

En el distrito *Moaense* también hubo pequeñas e iguales contribuciones de los distritos más occidentales del sector, *Nipense* y *Cristalense*. En los distritos *Baracoense*, *Purialense* y *Yaterense* las masas moleculares menores de 3 kDa fueron únicas de distritos.

Las masas moleculares correspondientes a componentes entre 3 y 6 kDa estuvieron representadas en todos los distritos, y fueron más frecuentes las únicas en cada distrito, en el distrito *Cristalense* fue semejante la contribución del distrito *Nipense* ($X^2_{(5)} = 3.00; 0.74$) a *per se* del distrito y no muy diferente en frecuencia a la de los distritos contribuyentes (*versus Moaense*, $X^2_{(5)} = 8.94; 0.13$; *vs Baracoense*, $X^2_{(5)} = 10.13; 0.07$) (figura 68), pero sí en relación a los distritos *Purialense* ($X^2_{(5)} = 16.24; 0.005$) y *Yaterense* ($X^2_{(5)} = 11.38; 0.03$).

El distrito *Nipense* tampoco se diferenció en las contribuciones de los distritos norteños *Moaense* ($X^2_{(5)} = 8.13; 0.14$) y *Baracoense* ($X^2_{(5)} = 7.48; 0.20$), pero sí en las contribuciones de los distritos sureños *Purialense* ($X^2_{(5)} = 16.53; 0.002$) y *Yaterense* ($X^2_{(5)} = 17.01; 0.001$).

Las contribuciones de los distritos *Moaense*, *Baracoense*, *Purialense* y *Yaterense* tuvieron contribuciones significativamente variables entre sí para este intervalo de masas moleculares.

Las masas moleculares correspondientes a componentes entre 6.1 y 10 kDa de cada uno de los

distritos fitogeográficos también son más frecuentes dentro del distrito *per se* (figura 68), aunque en el distrito *Baracoense* la distribución de los componentes del propio distrito no es mucho mayor que dos veces la contribución del resto de los distritos fitogeográficos.

El distrito *Yaterense* tuvo una representatividad acorde con el origen de masas moleculares para este intervalo, semejante a *Cristalense* ($X^2_{(5)}= 10.75$; 0.06), *Baracoense* ($X^2_{(5)}= 9.74$; 0.07) y *Purialense* ($X^2_{(5)}= 11.52$; 0.05). Esta semejanza se manifestó solamente entre los pares de distritos *Purialense* y *Cristalense* ($X^2_{(5)}= 9.31$; 0.10) y *Purialense* con *Baracoense* ($X^2_{(5)}= 10.06$; 0.07).

Los componentes de masas moleculares mayores de 10 kDa estuvieron representados sólo en tres distritos y fueron exclusivos de éstos, por otra parte, en el distrito *Baracoense* fueron muy frecuentes y de forma excepcional (figura 68).

El veneno de los escorpiones es una mezcla natural de componentes biológicamente activos, las proteínas constituyen el componente mayoritario, por tanto resulta imprescindible, su caracterización en cuanto a la determinación de la concentración y composición peptídica, actividad enzimática, toxicológica y su acción como moduladores de canales iónicos (Quintero-Hernández *et al.*, 2013).

El veneno de *R. junceus* se obtuvo a través de estimulaciones eléctricas lo cual permitió la extracción de aproximadamente el 100 % del veneno con una mayor pureza en comparación con otros métodos como la extracción manual (Oukkache *et al.*, 2013). Se trabajó con lotes de ordeños de más de 100 individuos, ya que existen diferencias cualitativas significativas intra-especie (D'Suze *et al.*, 2015). Trabajar con lotes de ordeños de varios individuos de la misma especie, asegura la presencia de todas las proteínas que la glándula del veneno produce y así, disminuir la variación entre lotes del veneno.

El perfil cromatográfico del veneno de *R. junceus* es diferente al perfil cromatográfico de la especie congénica *R. garridoi* (Rodríguez-Ravelo *et al.*, 2014). Estos, obtenidos en condiciones experimentales similares, se pudieran catalogar como huellas digitales que permiten diferenciarlos por especie (Rodríguez-Ravelo *et al.*, 2014). El perfil cromatográfico del veneno de *R. junceus* es diferente entre distritos fitogeográficos semejante a otros perfiles cromatográficos ya reportados en otros trabajos con la misma especie, lo que indica su variación intraespecífica.

La variación en los componentes del veneno de *R. junceus* se evidenció en el análisis proteómico

por distritos y por clases sexuales, se identificaron 153 componentes que variaron sus masas moleculares de 466 a 19755 Da (Anexo 6 y para las clases sexuales del distrito *Baracoense* se identificaron 172 componentes en el veneno de los machos y 193 componentes en el venenos de las hembras (Anexo 7), lo que revela una importante fuente de variación intraespecífica del veneno de *R. junceus* entre poblaciones de los distritos fitogeográfico y entre clases sexuales del distrito *Baracoense*, este fenómeno de variación también se ha descrito en el veneno de los escorpiones *Centruroides limpidus* (Cid-Urbe *et al.*, 2017) y *Centruroides sculpturatus* (Carcamo-Noriega *et al.*, 2018).

Al considerar el tiempo de retención de cada una de las fracciones de los componentes del veneno de *R. junceus* (figura 66, Anexos 6 y 7) y compararlo con el perfil cromatográfico de los componentes previamente fraccionados en otros venenos de escorpiones de la familia Buthidae, éstos coinciden. Así, los componentes obtenidos entre los tiempos de retención de 20 a 30 minutos con 20 a 30 % de elución de acetonitrilo/ácido trifluoroacético, corresponden a péptidos con masas moleculares entre 3 a 5 kDa (Anexo 7) y se pueden clasificar como toxinas específicas para canales de K⁺ (Lima *et al.*, 2015; Valdez-Velázquez *et al.*, 2013), mientras los componentes con tiempos de retención de 30 a 40 minutos, corresponden a péptidos con una masa de 6 a 8 kDa (Lima *et al.*, 2015; Valdez-Velázquez *et al.*, 2013; Possani *et al.*, 1999; Zamudio *et al.*, 1992) pudieran predecirse como péptidos específicos para canales de Na⁺, aunque igualmente se requeriría información de secuencia para su confirmación.

Lima *et al.*, (2015) y Batista *et al.*, (2004) plantearon que en los tiempos de retención de 40 a 60 minutos se obtuvieron péptidos de masa molecular 10 a 11 kDa, polipéptidos con una masa molecular de 14.7 kDa se obtuvieron en un intervalo de tiempo de retención de 50 a 60 minutos. Esta afirmación no concuerda con nuestros resultados donde se encontraron valores de masas moleculares de este orden en otros tiempos de retención (figura 66, Anexos 6 y 7).

A partir de la repurificación de las fracciones que presentaron masas moleculares alrededor de 7 kDa, se obtuvo el componente RjAa12 y cuatro secuencias amino terminales. Estos nuevos componentes según su masa molecular promedio, porcentaje de acetonitrilo en el cual eluyeron durante el fraccionamiento cromatográfico, la determinación de sus secuencias, efecto sobre canales iónicos y función por homología de secuencias permitieron su inclusión como péptidos específicos a canales de Na⁺ (Rodríguez de la Vega y Possani, 2005).

La composición del veneno de *R. junceus* fue significativamente diferente entre los distritos

fitogeográficos porque el mayor porcentaje de péptidos encontrados en el veneno fueron masas moleculares únicas, que pudieran tener un valor quimiotaxonómico, tal y como lo refirieron Shaffrath *et al.* (2018), Las MFP ofrecen una herramienta quimiotaxonómica útil si los espectros de masas revelan suficiente información de diagnóstico para la diferenciación de los taxa quienes seleccionaron algunos componentes del mapeo peptídico de venenos de escorpiones como código de identificación para especies y poblaciones. El 63% de las masas moleculares son únicas de cada distrito fitogeográfico y están en mayor frecuencia en cada intervalo de masa molecular y fueron las más comunes entre los 3 y 10 kDa; intervalo este que coincide con los valores de masas moleculares de las neurotoxinas de los canales de K^+ y Na^+ , por tanto éstas pudieran también considerarse como códigos de identificación de cada una de las poblaciones de los distritos fitogeográficos estudiados.

Una mayor diversidad de péptidos neurotóxicos como pareciera ser el caso de las secuencias amino-terminales aisladas del veneno de *R. junceus* en este estudio, pudiera servirle a la especie para abarcar una mayor cantidad de receptores a bloquear o modular, lo que aumentaría la probabilidad de paralizar más selectivamente a las presas o los depredadores del distrito fitogeográfico en cuestión. Si tuviera sólo un tipo de péptido neurotóxico, por mayor toxicidad que este exhibiera, la probabilidad de actuar estaría limitada solamente a las especies que poseyeran un tipo determinado de estructura de canal iónico correspondiente a ese péptido en particular.

Con la selección natural coevolucionaron distintos tipos y subtipos de receptores (canales iónicos) en varios grupos de animales (McElroy *et al.*, 2017), y al mismo tiempo en los escorpiones evolucionaron los ligandos específicos (péptidos con actividad de toxinas) capaces de interferir con el funcionamiento normal de los canales iónicos.

Las masas moleculares comunes entre al menos dos distritos fitogeográficos fueron más frecuentes en el intervalo de masas moleculares que modulan canales de Na^+ . Los péptidos correspondientes a masas moleculares de 10 kDa sólo correspondieron a tres orígenes fitogeográficos del centro (*Yaterense*) y noroeste (*Moaënse* y *Baracoënse*) del sector *Moanicum*, fueron desproporcionadamente frecuentes en el distrito fitogeográfico *Baracoënse*. Este patrón en la composición del veneno por distritos, pudiera estar relacionado con la abundancia de presas y depredadores en cada uno de los distritos analizados, que a su vez estaría condicionado por las características físico-geográficas del hábitat.

En animales venenosos en general y en *R. junceus* en particular, se establece una relación veneno-presas, bajo control genético y el efecto de la selección natural que pudieran establecer diferencias

entre poblaciones para producir un veneno apropiado que garantizaría su alimentación en el hábitat natural (Pucca *et al.*, 2014; Gangur *et al.*, 2017a y b).

Rhopalurus junceus se distribuye en un sector fitogeográfico que abarca regímenes edafo-climáticos diversos (Planos *et al.*, 2013). Tales diferencias edafo-climáticas también pudieran provocar una distribución particular de presas y depredadores.

Otros autores confirmaron la variación geográfica en la composición del veneno en varias especies de escorpiones *Leiurus quinquestriatus*, en Egipto (Omran y McVean, 2000); *Scorpio maurus palmatus*, en Egipto (Abdel-Rhaman *et al.*, 2009); *Centruroides edwardsii*, en Colombia y se la atribuyeron a la competencia entre sexos como fuente importante de las divergencias en las estructuras de las toxinas. Estos mismos autores plantearon que debido a la complejidad del veneno de los escorpiones, su variación no puede atribuirse inequívocamente a un solo factor. En este trabajo se controlaron varias fuentes de variación extrínsecas tales como el manejo de los escorpiones, la reducción de perturbaciones en el tiempo de cautiverio, el tamaño corporal de los escorpiones, destinados a minimizar el efecto de las fuentes potenciales de variación en el veneno.

Variación sexual de los componentes del veneno de *Rhopalurus junceus*

Los perfiles cromatográficos del veneno total de las clases sexuales de *R. junceus* pertenecientes al distrito *Baracoense* presentaron marcada variación entre los cromatogramas de machos y hembras en cuanto al número de fracciones, tiempo de retención y la concentración de cada una de las fracciones según el área ocupada debajo de la curva del cromatograma (figura 69). El mayor número de componentes se encontró entre los 20 y 40 minutos, independientemente de la clase sexual.

Los tiempos de retención de los diversos componentes en el veneno de machos y hembras fueron uniformes y variaron por debajo del minuto, según las fracciones colectadas (Anexo 7).

Las masas moleculares más representadas acorde a la absorbancia y elución se encontraban entre los 6.1 y 10 kDa, seguidas de masas moleculares entre 3 y 6 kDa. La mayor variabilidad en cuanto a las masas moleculares de los componentes presentes en el veneno de machos y hembras fueron los que eluyeron en un tiempo de retención por debajo de los 20 minutos y mayor a los 40 minutos. La frecuencia de masas moleculares (ausencia/presencia) se comportó marcadamente diferente entre las clases sexuales.

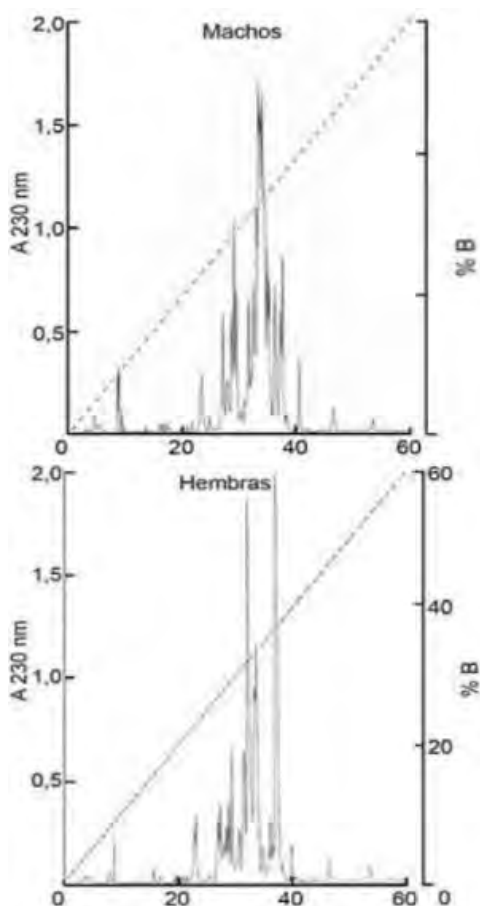


Figura 69. Separación de los componentes del veneno de machos y hembras de *R. junceus* por HPLC. Se aplicó 1 mg de proteína del veneno total en una columna C18 de fase reversa eluidas en un gradiente lineal de la solución A (ácido trifluoroacético al 0.12%, TFA, en agua) al 60 % de la solución B (0.10% de TFA en acetonitrilo) durante 60 minutos, con un flujo de 1 mL/min y detección a 230 nm, se recolectaron manualmente las fracciones separadas. La línea discontinua representa el gradiente de elución.

Se detectó la presencia de 172 y 193 componentes diferentes en el veneno de machos y hembras respectivamente de *R. junceus* pertenecientes al distrito *Baracoense*. Las masas moleculares más frecuentes se encontraron en el intervalo de 6-10 kDa, seguidas de las masas moleculares entre 3 y 6 kDa y menores de 3 kDa (figura 70). Las masas moleculares mayores de 10 kDa fueron pocas frecuentes en el venoma de las clases sexuales. La mayor cantidad de componentes determinados correspondieron a masas moleculares únicas en todos los intervalos de masas moleculares (Anexo 7; figura 70). Sin embargo, la proporción de masas moleculares únicas con respecto a las comunes

fue significativamente mayor en el intervalo <3kDa (catorce veces), en comparación con el resto de los intervalos de masas moleculares donde los componentes correspondieron a masas moleculares únicas fueron entre tres y cinco veces mayor que las comunes (figura 70).

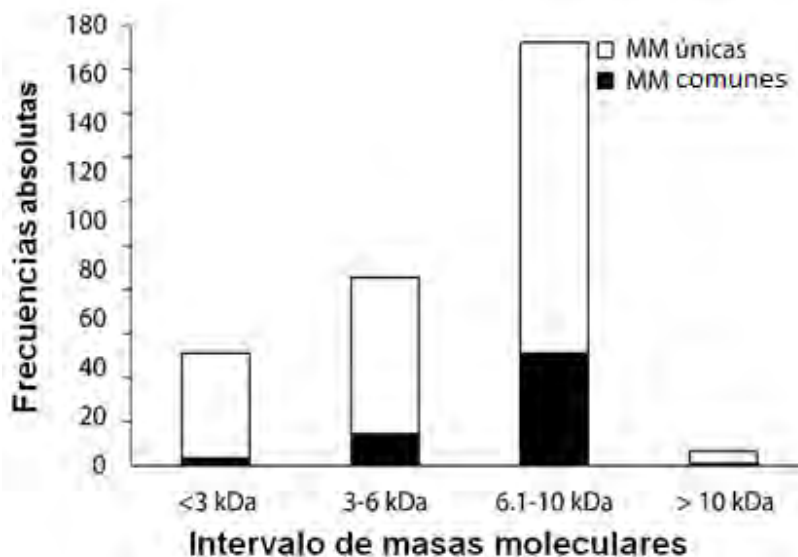


Figura 70. Distribución de frecuencias de las masas moleculares (MM) únicas y comunes en el veneno de las clases sexuales de *Rhopalurus junceus* del distrito *Baracoense* ($\chi^2 = 9.97_{(3 \text{ g.l.})}$, $p = 0.02$).

La contribución de componentes agrupados funcionalmente en intervalos de masas moleculares, es dependiente de cada sexo (figura 70). En el veneno de los machos la contribución de las masas moleculares correspondiente a los intervalos <3 kDa y entre 3 – 6 kDa fueron semejantes en magnitud, pero se diferenciaron en cuanto a la contribución de las hembras, fueron escasas las masas moleculares comunes en las hembras en el intervalo <3 kDa y semejantes en el intervalo de 3 a 6 kDa. En el intervalo >10 kDa, los machos no tienen masas moleculares únicas, comparten sólo una masa molecular con el veneno de las hembras.

En el veneno de las hembras la contribución de masas moleculares únicas es casi cinco veces mayor que las comunes con el veneno de los machos en la generalidad de los intervalos de masas moleculares, excepto en el intervalo de masas moleculares entre 6.1-10 kDa, donde la proporción de masas moleculares únicas de machos y hembras fueron semejantes.

La representación por intervalos de masas moleculares es dependiente entre clases sexuales,

excepto en el intervalo de masas moleculares >10 kDa (figura 71). Aunque la representatividad de masas moleculares en el intervalo <3 kDa fue semejante entre las clases sexuales, la contribución de masas moleculares únicas de cada clase fue altamente significativa. Las masas moleculares correspondientes al intervalo entre 3 a 6 kDa estuvieron más representadas en la clase sexual hembra, donde la contribución de masas moleculares únicas fue significativamente mayor.

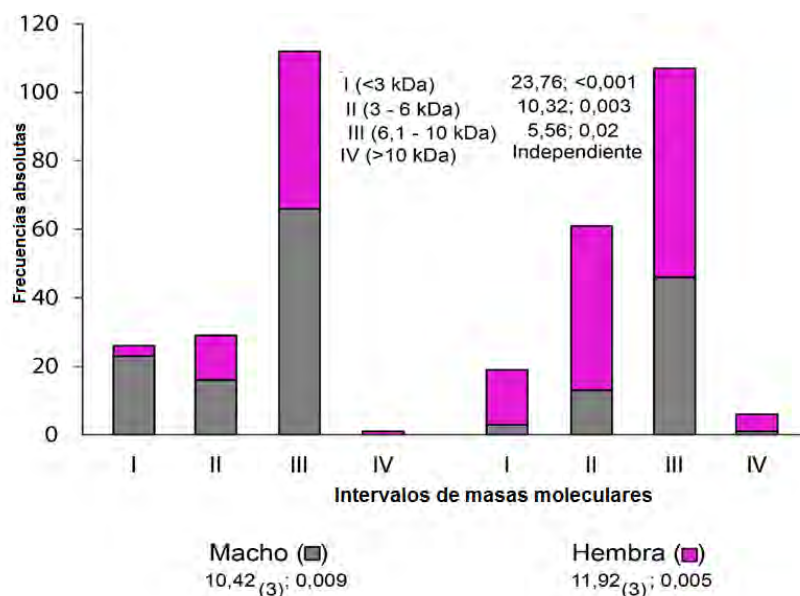


Figura 71. A) Contribución dentro de clases sexuales acorde a los intervalos de masas moleculares; B) Contribución entre clases sexuales acorde a los intervalos de masas moleculares. (χ^2 (g.l), p) donde χ^2 es el estadígrafo, g.l, los grados de libertad y p la probabilidad. Los intervalos de masas moleculares se designaron con números romanos. Se emplearon mezclas de venenos de 20 especímenes del mismo sexo). El color gris representa a los machos y el color rosado a las hembras.

Sin embargo, la contribución de masas moleculares únicas correspondientes al intervalo entre 3 a 6 kDa fue semejante a las comunes en las hembras en la clase sexual macho. La contribución de masas moleculares únicas correspondientes al intervalo III fue significativamente mayor en cada clase sexual, fueron menos desproporcionadas en relación a las masas moleculares comunes entre las clases sexuales.

La composición del veneno de *R. junceus* es significativamente diferente entre machos y hembras porque al igual que en los distritos fitogeográficos la mayor cantidad de masas moleculares en el veneno son únicas en cada uno de los intervalos de masas moleculares evaluados, por lo que pudiera hacerse extensiva la definición de componentes sexo-específicos (código de identificación)

para algunos componentes del veneno de las clases sexuales de *R. junceus*, similar a la propuesta de código de identificación de algunos componentes del veneno de cuatro especies Sudáfricanas *Parabuthus granulatus*, *Uroplectes otjimbinguensis*, *U. planimanus* y *Opisthophthalmus carinatus* realizadas por Shaffrath *et al.* (2018).

En particular, la composición del veneno de *R. junceus* procedente del distrito *Baracoense* fue significativamente diferente entre hembras y machos, este polimorfismo sexual del veneno pareciera ser una característica taxón-específica y se confirmó en diferentes especies de escorpiones, tales como *Centruroides limpidus* de Mexico (Cid Uribe *et al.*, 2017), *Centruroides vittatus* de Nuevo Mexico (Miller *et al.*, 2016), *Tityus discrepans* (D'Suze *et al.*, 2015), *Tityus serrulatus* de Brasil (Pucca *et al.*, 2011), *Tityus nororientalis* de Venezuela (De Sousa *et al.*, 2010), *Scorpio maurus palmatus* de Egipto (Abdel-Rahman *et al.*, 2009), *Opisthacanthus madagascariensis* de Madagascar (Yamaji *et al.*, 2004).

Ninguno de los autores anteriormente citados, argumentaron las causas de la variación en la composición del veneno entre clases sexuales, esta pudiera ser el resultado de: *i*) presas diferenciadas en el consumo de machos y hembras de *R. junceus*, al no alimentarse de lo mismo machos y hembras lo reflejan en el veneno; *ii*) el estado fisiológico en las hembras, sí fueran gestadas (que no fue el caso del presente estudio) se generarían cambios hormonales y conductuales durante este proceso, que pudieran influir en la composición del veneno por sexo; *iii*) durante el cortejo, en algunas especies de escorpiones se describieron conductas del macho donde utiliza el veneno a través de picadas con el aguijón sobre las hembras, como si fuese un estímulo sexual (Santibáñez *et al.*, 2017); *iv*) genómica.

La composición del veneno no sólo varía entre géneros de escorpiones, esta también es frecuente entre especies (Carcamo-Noriega *et al.*, 2018). Debido a la ubicación geográfica o alimentación de la especie que se estudia se pueden encontrar diferentes proporciones o incluso diferentes polipéptidos en su composición y esta característica puede relacionarse directamente con la necesidad de encontrar moléculas específicas que posean efecto sobre las especies que entren en contacto con el veneno (Santibáñez-López *et al.*, 2017; Oliveira *et al.*, 2013; Pucca *et al.*, 2014). El contenido de proteínas en el veneno de escorpión varía según la especie y las condiciones de vida en que se encuentre. El hecho de no encontrar diferencias estadísticas significativas en el contenido de proteína en el veneno de machos y hembras de *R. junceus* independiente del distrito fitogeográfico de procedencia, pudiera constituir una prueba indirecta que los animales al menos en términos de subnicho trófico se alimentan de las mismas presas.

Estos resultados no concuerdan con lo referido por (Sousa *et al.*, 2012) para la especie *Tityus discrepans*, donde las hembras producen más veneno que los machos, sobre todo durante el periodo de gestación, tiempo durante el cual pueden triplicar la cantidad de veneno producido, es más agresiva y emponzoña varias veces seguidas. Además, acierta más que el macho al aguijonear, inoculando, por ende, mayor cantidad de proteína en el veneno.

La cantidad de veneno en términos de proteínas producida, por *Rhopalurus junceus* fue de 2.65 mg/escorpión, mayor al informado para otras muchas especies de escorpiones, tales como *Rhopalurus laticauda* 0.24 mg/escorpión; *Tityus nororientalis* 1.64 mg/escorpión; *Neochactas cf. orinocensis* (0.93 mg/escorpión); *Tityus gonzalespongai* (1.01 mg/escorpión), según Sousa *et al.* (2010).

A pesar que no se encontraron diferencias en el contenido de proteínas en el veneno de las clases sexuales de *R. junceus*, sí se encontró entre poblaciones de diferentes distritos fitogeográficos. El distrito *Baracoense* presentó el mayor contenido proteico y la causa de esta variación pudiera estar relacionada con la alimentación (Pucca *et al.*, 2014).

Variación del contenido de proteína del veneno de *Rhopalurus junceus*

Al comparar el contenido de proteínas del veneno de machos y hembras de un mismo distrito fitogeográfico, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (figura 72). Sin embargo, al comparar el contenido de proteínas entre distritos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas, puesto que el p-valor es menor que 0.05 ($p = 0.0012$). Las diferencias estadísticamente significativas se presentaron entre los distritos: *Nipense versus Baracoense*, *Nipense vs. Yaterense*, *Cristalense vs. Baracoense*, *Cristalense vs. Yaterense*, *Moaense vs. Baracoense* y *Baracoense vs. Purialense* (figura 72).

Actividad enzimática

Fosfolipasa

De acuerdo al método empleado, no se encontró actividad de fosfolipasas en el veneno de *R. junceus*, se observaron comportamientos similares al del control negativo (figura 73), con ausencia de formación de halo alrededor de los pozos donde se inocularon las muestras correspondientes a

los seis distritos del sector *Moanicum*.

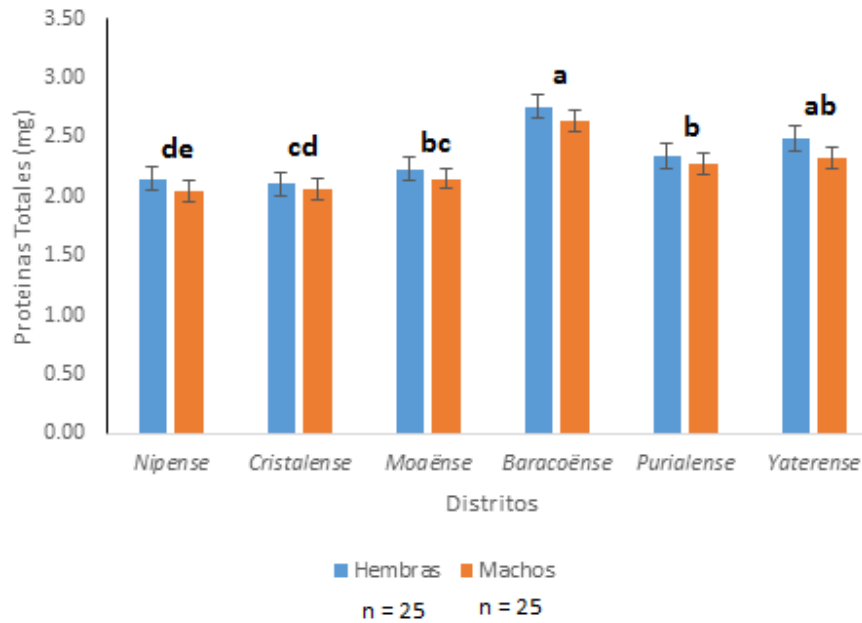


Figura 72. Medias y desviación estándar de la cantidad de proteína (mg) en el veneno de *Rhopalurus junceus* en los distritos fitogeográficos del sector *Moanicum*. El tamaño de la muestra se representa por n.

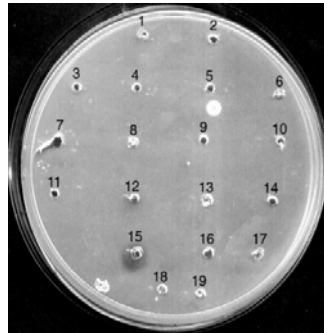


Figura 73. Actividad fosfolipasa *in vitro* del veneno de *R. junceus*, las muestras se depositaron en pocitos: pocito 1 contiene 30 μ L de agua tetradestilada como control negativo; pocito 15 contiene 30 μ g de veneno del escorpión *Vaejovis mexicanus* como control positivo; los demás pocitos contienen 30 μ g de venenos individuales de *R. junceus* identificados por distritos y sexo ♂ machos, ♀ hembras: *Nipense* (3♀, 4♀ y 5♂), *Cristalense* (6♀, 7♀ y 8♂) *Moaense* (9♀, 10♀ y 11♂); *Baracoense* (10♀, 11♀ y 12♂) *Purialense* (13♀, 14♀ y 17♂) y *Yaterense* (18♀ y 19♂).

Hialuronidasa

Como se observa en la figura 74, la actividad hialuronidasa se manifiesta en el veneno de machos y hembras de *R. junceus* en todos los distritos del sector *Moanicum*, se identificó a través de una zona transparente que se forma en el gel y se corresponde con un valor de masa molecular alrededor de los 46 kDa.

La actividad hialuronidasa se determinó en unidades de absorbancias de venenos individuales de cinco especímenes de cada sexo correspondientes a cada uno de los distritos fitogeográficos. El veneno de la araña *Brachypelma vagans* que es rica en hialuronidasa se empleó como control positivo; ésta mostró una disminución significativa de la absorbancia con relación al control negativo (figura 74).

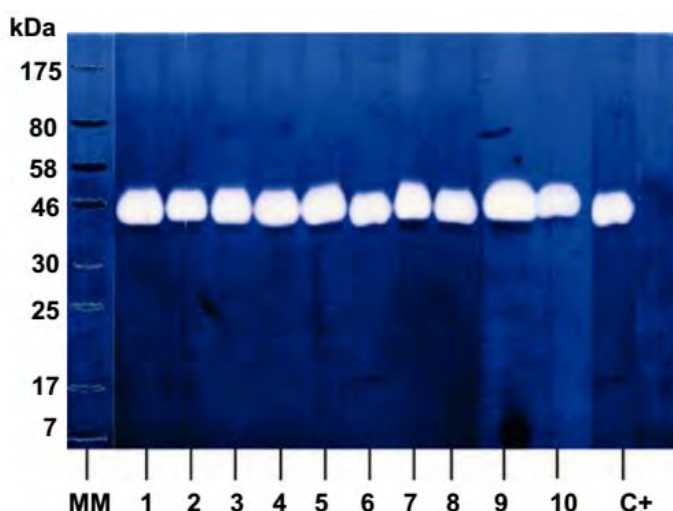


Figura 74. Identificación de la actividad de hialuronidasa en el veneno de *R. junceus*, a través de un zimograma, se empleó como sustrato ácido hialurónico y 50 µg de muestras. Carril MM, representa el Marcador de masa molecular (Thermo Fisher); Carril 1 y 2 venenos de machos y hembras del distrito *Cristalense*, Carril 3 y 4 venenos de machos y hembras del distrito *Baracoense*, Carril 5 y 6 venenos de machos y hembras del distrito *Yaterense*, Carril 7 y 8 venenos de machos y hembras del distrito *Purialense*, Carril 9 y 10 venenos de machos y hembras del distrito *Moaense* y Carril C+ (control positivo) 50 µg de veneno total de la araña *Brachypelma vagans*.

El veneno de *R. junceus*, presentó una disminución significativa de la absorbancia en cada uno de los sexos y por distritos con relación al control negativo. De los venenos evaluados por distritos, sólo *Baracoense* presentó diferencias significativas respecto al resto de los distritos y clases sexuales.

El veneno en este distrito presenta mayor actividad de hialuronidasa. Entre las clases sexuales y el resto de los distritos no hubo diferencias significativas (figura 75).

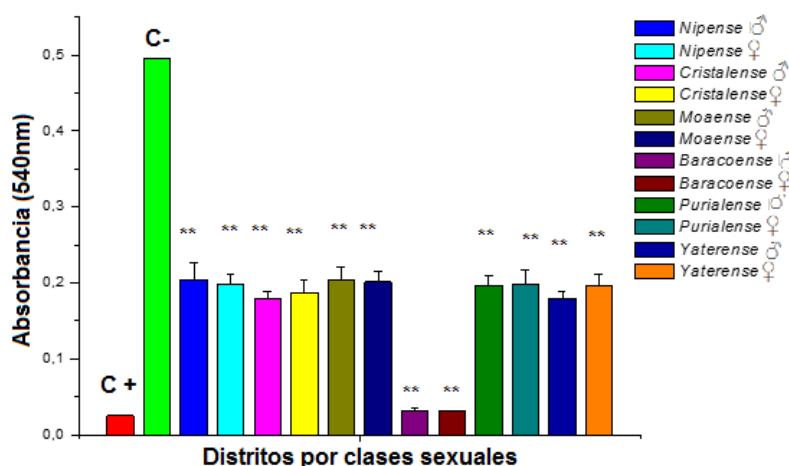


Figura 75. Efecto del veneno de machos y hembras de *R. junceus* sobre el ácido hialurónico. Los valores representan la media \pm desviación estándar a partir de 5 réplicas. La hialuronidasa de *Brachypelma vagans* (0.2 μ g/ml) se utilizó como control positivo (C+). Los valores p se obtuvieron de la comparación con el control negativo (C-) versus cada grupo de tratamiento (distritos) por la prueba de Dunnet. Las diferencias significativas se indican ** p < 0.01.

En los venenos de escorpión se han identificado además de péptidos, una serie de enzimas como hialuronidasas, proteasas y fosfolipasas. No se encontró actividad de fosfolipasa en el veneno de *R. junceus* (Figura 60), tampoco se encontró esta actividad en los venenos de los escorpiones *T. serrulatus* (Almeida *et al.*, 2012); *T. bahiensis* (Alvarenga *et al.*, 2012) y *T. stigmurus* (Venancio *et al.*, 2013), esta parece ser una actividad ausente en los miembros de la familia Buthidae, sin embargo se confirmó actividad fosfolipasa en las especies de escorpiones *Pandinus imperator* (Conde *et al.*, 1999), *Anuroctonus phaiodactylus* (Valdez-Cruz *et al.*, 2004), *Hadruidoidea lunatus*, *H. mauryi*, *H. bustamantei* y *Brachistosternus ehrenbergii* (Escobar *et al.*, 2002; Velásquez y Escobar 2004; Rivera *et al.*, 2004), todos miembros de familias no Butidae.

Aun cuando en este trabajo no se determinó directamente la actividad proteolítica en el veneno de *R. junceus*, a posteriori Díaz-García *et al.* (2013) confirmaron la ausencia de esta actividad al menos por zimografía tipo SDS-PAGE, hasta ahora no se encontró en una especie de la familia Buthidae este tipo de actividad, sin embargo, no miembros de la familia Buthidae presentaron proteasas en sus venenos, ejemplos *Hadruidoidea lunatus*, *Nebo hierichonticus* y *Vejoavis spinigerus* (Escobar *et*

al., 2002) pero diferente del veneno de *Scorpio marus palmatus*, el cual presenta actividad proteolítica (Zlotkin *et al.*, 1971). Estos resultados sugieren que el veneno de *R. junceus* no lo utilizó en la digestión proteolítica de la presa.

La actividad hialuronidasa se consideró ubicua en varias especies de escorpiones, entre estos *Tityus serrulatus* (Horta *et al.*, 2014; Pucca *et al.*, 2014; Pessini *et al.*, 2001), *Buthus martensi* (Feng *et al.*, 2008), *Palamneus gravimanus* (Morey *et al.*, 2006), *Heterometrus fulvipes* (Ramanaiah *et al.*, 1990). El veneno de *R. junceus* además, presentó diferencias significativas en la actividad hialuronidasa entre poblaciones de los seis distritos fitogeográficos, este constituye el primer estudio de variación geográfica de la actividad hialuronidasa para una especie de escorpión.

La mayor actividad específica de hialuronidasa en el veneno de *R. junceus* se encontró en el distrito fitogeográfico *Baracoense*, que pudiera estar relacionada con una dieta específica (presa local), ya que la abundancia y diversidad faunística de estos distritos es una característica diferenciadora entre ellos (Borhidi, 1996). Relacionado con el efecto de la dieta en la actividad específica de hialuronidasa, Pucca *et al.* (2014) en condiciones de laboratorio obtuvieron menor actividad específica de hialuronidasa cuando alimentaron a los escorpiones con la especie de cucaracha *Nauphoeta cinerea* y mayor actividad enzimática cuando se alimentaron con *Grillus* sp. (grillo); estos mismos autores obtuvieron un efecto opuesto de la dieta con relación al contenido de proteínas del veneno de *Tityus serrulatus*.

La presencia de hialuronidasa en el veneno de *R. junceus*, pudiera favorecer la absorción y la distribución del veneno en los tejidos de las presas y contribuir al desarrollo de una sintomatología local o sistémica (Kreil, 1995). Esta actividad enzimática en el veneno de los escorpiones cataliza la degradación de ácido hialurónico, que se encuentra en la matriz extracelular en el tejido conectivo, y permite que los demás componentes del veneno difundan con mayor facilidad en el tejido y producir un efecto paralizador más eficiente (Kreil, 1995).

Pessini, *et al.*, (2001), realizaron la identificación y caracterización de la hialuronidasa presente en el veneno de *T. serrulatus*, esta proteína tuvo una masa molecular de 51 kDa, que fue muy cercana a la masa molecular de 45 kDa determinada en el veneno de *R. junceus* (figura 74). Ambas masas moleculares se encuentran en el intervalo de (33 a 110 kDa) que representan la diversidad molecular de las hialuronidasas en diferentes animales venenosos, tales como, serpientes (Xu *et al.*, 1982), abejas (King *et al.*, 1996) y escorpiones (Pucca *et al.*, 2014; Horta *et al.*, 2014; Pessini *et al.*, 2001; Poh *et al.*, 1992).

De acuerdo a la caracterización de la estructura primaria de los péptidos RjAa12, Rj1m1 y Rj1m2, se determinó la presencia de residuos de cisteína, lo que permitió clasificarlos como péptidos con enlaces disulfuro (PEDs). El péptido RjAa12 presentó ocho residuos de cisteína; los péptidos Rj1m1 y Rj1m2, presentaron seis residuos de cisteína. Al relacionar esta característica con la masa molecular determinada para cada uno de ellos, se pudo confirmar su inclusión en el intervalo de masa molecular de 6 a 8 kDa, y ocho residuos de cisteína que permitieron incluirlo en el grupo de las neurotoxinas de los canales de Na⁺ (Quintero-Hernández *et al.*, 2013), mientras que los péptidos Rj1m1 y Rj1m2 con masas moleculares en el orden de 3 a 4 kDa, ambos con seis residuos de cisteína permitió su inclusión como miembros de las neurotoxinas bloqueadoras de canales α -KTx (Gao *et al.*, 2013).

El péptido Rj1m1 (α KTx1.18) presentó una homología de secuencia del 80 % con la denominada Slotoxina (Slotx), aislada del escorpión *Centruroides noxius* y un 78 % con la limbatotoxina (LbTx) obtenida de *C. limbatus*. Ambas especies relacionadas filogenéticamente con *R. junceus*.

El péptido R1jm2 (α KTx2.19) presentó un 92% de homología con la toxina aislada del veneno del escorpión congénico *Rhopalurus garridoi* denominada Rhog1, α Tx2.14 (Rodríguez-Ravelo *et al.*, 2014). Esta toxina presentó un efecto bloqueador reversible sobre el subtipo de canal iónico Kv1.1, el cual se asoció con enfermedades epilépticas espontáneas, deficiencias en el aprendizaje y episodios de ataxia (Possani *et al.*, 1999). Pudiera comprobarse sí la toxina R1jm2 presenta efecto bloqueador sobre el canal ionico Kv1.1, similar al encontrado en Rhog1 (Rodríguez-Ravelo *et al.*, 2014).

El péptido Rj1m2 (α KTx2.19) también presentó alta homología de secuencia, el 76% con la margatoxina (MgTx), descrita a partir del veneno de *Centruroides margaritatus* (García-Calvo *et al.*, 1993), se consideró un bloqueador de los canales Kv1.1, Kv1.2 y Kv1.3 pero no bloquea los subtipos Shaker-IR, Kv11.1 y KCa3.1 en concentración 1 nM (Bartok *et al.*, 2014), su constante de afinidad está en el orden de los picomolar y reconoce otros subtipos de canales a concentraciones más altas (Bednarek *et al.*, 1994). Al utilizar mutantes de MgTx preparados sintéticamente por sustitución de varios aminoácidos se encontró que los residuos de aminoácidos M30, Y37, P38 y H39 son críticos para la interacción toxina-canal (Bednarek *et al.*, 1994). Por otra parte, la estructura primaria de la toxina R1jm2 (α KTx2.19) fue diferente cuando se comparó con MgTx en tres de los cuatro residuos de aminoácido críticos mencionados por Bednarek *et al.* (1994). De los tres últimos residuos de aminoácido de la secuencia C-terminal de Rj1m2, dos son diferentes; sólo Y37 está presente en

ambas secuencias (Tabla 42).

Cuando se comparó en su conjunto a los 133 péptidos α -KTx conocidos (Bartok *et al.*, 2014), con los nuevos péptidos α -KTx aislados a partir del veneno de *Rhopalurus junceus*, descritos en este trabajo, muestran la más alta homología de secuencias con péptidos aislados del veneno de especies del género *Centruroides* que se encuentran filogenéticamente emparentadas entre sí.

Las neurotoxinas que actúan sobre canales de K^+ y Na^+ (Cordeiro *et al.*, 2015), presentan una estructura tridimensional bien definida (una α -hélice y 3 o 4 hojas β antiparalelas) estabilizadas por dos, tres o cuatro enlaces disulfuro (Quintero-Hernández *et al.*, 2013). Debido a estas características estructurales, se asume que el veneno de escorpión logra desarrollar toxicidad en mamíferos e insectos (Quintero-Hernández *et al.*, 2013; Cordeiro *et al.*, 2015).

El veneno de *R. junceus*, presenta efectos α -toxina y β -toxinas clásica NaScTxS, que se encuentra relacionada con la presencia de ambos tipos de péptidos en el veneno y en consecuencia produce toxicidad en insectos, pero no en mamíferos. Este comportamiento puede atribuirse al sitio de reconocimiento del canal de sodio, el cual es diferente para insectos y mamíferos (Gordon *et al.*, 2007). De esta manera, el péptido RjAa12 purificado del veneno de *R. junceus*, se puede relacionar con toxinas identificadas y caracterizadas de venenos del género *Centruroides*, filogenéticamente emparentados entre sí.

El veneno total de *R. junceus* modificó el potencial eléctrico del canal K^+ ERG (figura 58), en células F11 producto de la fusión de células de neuroblastoma de ratón con células de neuronas embrionarias de la raíz del ganglio dorsal (RGD), por lo que se puede predecir la presencia de componentes con actividad específica sobre los canales ERG, los cuales están asociados con el ciclo celular y la proliferación de varios cánceres; por lo tanto, el uso de los bloqueadores específicos de canales ERG podrían inhibir la proliferación de células tumorales (Quintero-Hernández *et al.*, 2013).

Las toxinas que bloquean los canales de K^+ en células excitables, se unen a la faz extracelular del canal e impiden el paso de iones. No se les considera toxicológicamente importantes para mamíferos, sin embargo, no se puede descartar su participación en los eventos fisiopatológicos del envenenamiento si bien estos aspectos no se conocen en profundidad, a diferencias de las toxinas moduladoras de canales de Na^+ que ocasionan los eventos de envenenamiento en mamíferos.

Las neurotoxinas que bloquean canales de K^+ , se emplearon con éxitos en estudios neurofisiológicos, uno de los temas que generaron interés fue la capacidad de algunas de estas toxinas de combinarse con los canales que poseían la mutación HERG, la cual redujo el flujo de la corriente en el miocardio y prolongó la fase de repolarización del corazón (Olamendi-Portugal *et al.*, 2016). Las toxinas de K^+ presentes en el veneno de *R. junceus* presentaron especificidad en canales de K^+ tipo ERG y esto abriría la posibilidad de ensayos posteriores en este subtipo de canal con las toxinas descritas en este trabajo Rj1m1 (α KTx1.18) y Rj1m2 (α KTx2.19).

El veneno de *R. junceus* moduló el potencial eléctrico de los canales Na^+ en la línea celular F11de mamífero (figura 59); sin embargo, el péptido RjAa12 no tuvo actividad sobre este tipo de canal y, por tanto, fue inespecífico para mamíferos, pero sí fue letal para insectos (tabla 41), por lo que pudiera catalogarse como una β -NaTXs. Las toxinas específicas para canales de Na^+ poseen diferentes mecanismos de acción tóxicos y por lo tanto generan un amplio repertorio de efectos farmacológicos (Rodríguez de la Vega y Possani, 2004).

En contraste, las β -toxinas se unen al sitio 4 independientemente del potencial de membrana, y afectan la activación del canal de Na^+ , y determina que se abran a potenciales más negativos (Salceda y Ortega, 2009; Gurevitz *et al.*, 1998). Inicialmente se consideró que las α -toxinas eran exclusivas de los venenos de escorpiones de América del Norte, Europa, Asia y África, mientras que las β -toxinas eran típicas de escorpiones de América del Sur; cada vez, es mayor el número de escorpiones que presentan los dos tipos de toxinas en sus venenos.

El gen que codifica para RjAa12 posee una secuencia deducida de 84 aminoácidos, los primeros 20 corresponden al péptido señal y los 84 restantes al péptido expresado. Los últimos tres residuos GKC son procesados durante la maduración para dar un residuo C-terminal amidado (cisteinamida), exactamente como lo poseen numerosas toxinas secuenciadas como (Ts1, autor). Diferencias en el extremo C terminal de las toxinas para canales de Na^+ pudieran ser los responsables de la especificidad de especie capaz de reconocer entre tejidos de mamíferos y de insectos (Possani *et al.*, 1999a; Rodríguez de la Vega y Possani, 2004).

Correspondencia entre variables fenotípicas, geográficas y ambientales en poblaciones de *Rhopalurus junceus* en el sector *Moanicum*

No se encontró correspondencia entre las distancias euclidianas estimadas por la presencia ausencia de componentes moleculares con las distancias geográficas y ambientales de cada distrito

(tabla 45, Anexo 8).

Tabla 45. Prueba de Mantel (Mantel, 1967) distancias Euclidianas para variables fenotípicas, genéticas y ambientales: Ho indica que no hay asociación entre elementos en las matrices de distancia Euclidiana 1 y 2.

Matriz de distancia 1	Matriz de distancia 2	Todas las poblaciones		Percentil inferior	Percentil superior
		r	p	0.025	0.975
Masas moleculares	Geográfica	-0.028	ns	-0.453	0.596
Masas moleculares	Altitud	-0.109	ns	-0.502	0.507
Masas moleculares	Precipitaciones	0.500	ns	-0.819	0.578
Masas moleculares	Humedad relativa	0.608	ns	-0.507	0.815
Masas moleculares	Temperatura media	-0.378	ns	-0.490	0.380

Toxicidad del veneno en insectos

La razón fundamental para elegir estas especies como biomodelos se basó en datos publicados anteriormente en la literatura de ensayos de toxicidad realizados con veneno de escorpión, que han demostrado la existencia de diferentes tipos de péptidos que actúan como toxinas específicas de especie tales como insectos, crustáceos y mamíferos (Possani *et al.*, 1999).

La toxicidad del veneno de *R. junceus* provocada en el insecto *A. domesticus* en las dosis evaluadas, fue comparable al comportamiento observado con otros venenos de especies del género *Centruroides* en México (Selisko *et al.*, 1996).

La toxicidad del veneno en los escorpiones pudiera estar relacionada con el sexo, el estatus hormonal y la variación geográfica. Esta última determina su alimentación y por consiguiente la

composición del veneno (Abdel-Rahman *et al.*, 2009; Kalapothakis y Chavéz-Olórtegui, 1997; Krifi y El Ayeb, 1998).

El péptido RjAa12 fue el primer componente totalmente secuenciado en el veneno de *R. junceus*. No fue tóxico en roedores de la cepa CD1, pero fue letal en *A. domesticus*. Varias insectotoxinas se aislaron y caracterizaron a partir del veneno de diferentes especies de escorpiones, ejemplo a partir de *Buthus martensi*, se purificó la insectotoxina BmKIT que resultó ser tóxica en *Heliothis virescens* (Ji *et al.*, 2002). Igualmente, del veneno del escorpión *Buthus occitanus tunetanus* se obtuvo una potente insectotoxina, la BotlT6 frente a *Heliothis virescens* (Mejri *et al.*, 2003).

Beta insectotoxina

El hecho que la mayoría de las toxinas del veneno de *R. junceus* presenten toxicidad para artrópodos (insectos), las convierte en agentes insecticidas potenciales para el control de plagas y protección de cultivos agrícolas. El asunto apenas empieza a ser explorado en especies de escorpiones cubanos, pero promete para futuros desarrollos biotecnológicos.

Toxicidad del veneno en mamíferos

El veneno de *R. junceus* cuando se aplicó por vía intraperitoneal en ratones CD1 a dosis de hasta 200 µg por cada 20 g de peso del ratón no produjo toxicidad y su dosis letal media es 40 veces menor a otras toxinas clásicas de la familia Buthidae, como *Centruroides noxius* (Possani *et al.*, 1999), estos valores contrastan con especies filogenéticamente cercana como *C. noxius*, cuya DL50 es de 5 µg / 20 g de peso corporal (Licea *et al.*, 1996), lo que avaló su empleo seguro en otras especies de mamíferos en dosis 1000 veces más alta a la utilizada en este estudio; por otra parte, Orellana *et al.*, (2010) también utilizaron dosis elevadas de veneno (5 y 50 mg.Kg⁻¹) en pruebas de toxicidad aguda por vía intraperitoneal durante 14 días no causaron la muerte de los animales tratados.

Otras vías de inoculación también fueron empleadas por Orellana *et al.* (2010) quienes administraron dosis de hasta 300 mg.Kg⁻¹ via oral en especies de roedores (ratones hembras Balb/c) y no roedoras (conejos hembras albinos F1) por un periodo de 90 días sin causar mortalidad ni signo de toxicidad o irritabilidad en mucosa murina, lo que confirmaron la baja toxicidad del veneno de *R. junceus* ensayado en la cepa de roedor CD1 del presente estudio.

A pesar que la toxicidad del veneno de *R. junceus* se considera baja, Teruel y Armas (2012) informaron de algunos casos de intoxicación de humanos en Cuba por efecto de la picadura del veneno de *R. junceus*, estas intoxicaciones pudieran atribuirse a la susceptibilidad inmunológica de las personas afectadas, generalmente asociados a eventos de anafilaxia, hasta ahora dichos reportes de intoxicación no incluyen la vía oral que es la fuente más frecuente de emplear este veneno por algunas personas en Cuba.

8. CARACTERIZACIÓN DEL RECURSO AGUA EN LA REGIÓN DE ESTUDIO

La tabla 46 muestra el comportamiento de los parámetros químicos de las aguas en los puntos muestreados de las fuentes de abasto de los agroecosistemas de los municipios Yateras y Manuel Tames:

Los valores del pH en todos los puntos muestreados de los agroecosistemas se encuentran dentro del rango esperado para aguas corrientes superficiales (6.0-8.5). La Demanda Química de Oxígeno (DQO), por su parte, mostró valores por debajo de 1000 mg.L⁻¹, lo cual es indicativo de bajos niveles de materia orgánica en descomposición y, por tanto, de un bajo índice de contaminación, estado que se corrobora por los valores de Oxígeno Disuelto (OD) que superan los 4 mg.L⁻¹ en todos los casos.

Las concentraciones de nitratos y de nitritos mostraron valores inferiores a 10 mg.L⁻¹ y 0.1 mg.L⁻¹ respectivamente, los cuales constituyen el límite superior para estos parámetros en caudales de agua no contaminados (NC 93-03: 1985; APHA AWWA WEF, 2005).

El nitrato en concentraciones mayores a los 10 mg.L⁻¹, pueden ser tóxico para muchos organismos. El nivel natural de nitratos en aguas superficiales es típicamente bajo (menor que 1 mg.L⁻¹), pero en efluentes contaminados puede llegar a 30 mg.L⁻¹. Los incrementos en los niveles de nitratos en aguas superficiales pueden estar relacionados con el uso de fertilizantes, la actividad ganadera y algunas descargas industriales.

Las aguas que estén contaminadas con materia orgánica rica en nitrógeno pueden tener bajas concentraciones de nitratos. La descomposición de la materia orgánica disminuye el nivel de oxígeno disuelto, lo cual disminuye la velocidad a la cual el amoníaco (una forma más reducida del nitrógeno), es oxidado a nitrito (el que es significativamente más tóxico que el nitrato) y luego a nitrato. Por esto resulta necesario monitorear también la concentración de nitritos.

Tabla 46. Comportamiento de los parámetros químicos de las aguas en los puntos muestreados de los agroecosistemas de los municipios Yateras y Manuel Tames, Guantánamo.

Localidad	Finca que abastece	Agroecos.	pH	DQO (mg.L ⁻¹)	OD (mg.L ⁻¹)	NO ₃ ⁻ (mg.L ⁻¹)	NO ₂ ⁻ (mg.L ⁻¹)
Raizú	Finca 1 "Jorge Ramos Leiva"	Cafetalero, Forestal	7.41	17.5	4.50	0.75	0.01
Raizú	Unidad militar Integral "Peña Blanca"	Forestal	7.08	11.2	4.10	0.15	0.00
La Cuabita	Finca 1. "Emilio Matos López"	Cafetalero, Silvopastoril	7.49	10.7	4.62	0.13	0.00
	Finca 2. "Geraldo Calderín"	Cafetalero Silvopastoril					
	Finca 3. "Aracelio Benítez Peña"	Cafetalero					
	Finca 4. "Erlan Rodríguez Pelier"	Cafetalero, silvopastoril					
	Finca 5. "Julio Rodríguez Matos"	Cafetalero Forestal					
Las municiones	Finca 1. "Oscar Pérez Rodríguez"	Cafetalero	7.45	11.0	4.57	0.14	0.00
	Finca 2. "Diego Arcalla Rodríguez"	Silvopastoril					
Vega Grande	Finca 1. Enrique Lalan Blanco	Cafetalero, Forestal, Silvopastoril	8.01	8.5	6.60	0.09	0.00

Leyenda: DQO- Demanda Química de Oxígeno, OD- Oxígeno Disuelto, NO₃⁻ - Nitratos, NO₂⁻ - Nitritos.

En el caso específico de los puntos muestreados, los niveles de ambos parámetros se encuentran dentro del intervalo esperado para aguas corrientes (NC 93-03: 1985; APHA AWWA WEF, 2005), lo cual denota un estado de conservación satisfactorio del recurso agua en estos sitios.

No obstante, debe tenerse en cuenta que la calidad del agua no es un término absoluto, es algo que siempre se expresa en relación con su uso o actividad a que está destinada y que puede, además, sufrir variaciones en el tiempo por la acción continuada de diversos factores sobre las fuentes naturales.

Los parámetros de calidad de agua para consumo humano, por ejemplo, han sido precisados en la mayoría de los países del mundo; además desde el año 1963 la Organización Mundial de la Salud estableció las pautas en cuanto a la calidad, cuyas normativas se utilizan aun íntegramente en los países subdesarrollados. Por otra parte, la calidad del agua para el riego ha sido objeto de estudio de diferentes autores debido a las consecuencias prácticas negativas que se derivan cuando no se toman las medidas de manejo oportunas.

Lo anterior constituye un factor de importancia a considerar en las fuentes naturales encargadas de mantener la oferta hídrica en los agroecosistemas, debido a los posibles efectos acumulativos en el tiempo. Por ejemplo, las aguas empleadas para el riego rara vez presentan efectos negativos inmediatos, sin embargo, con el paso del tiempo, los iones contenidos en ella pueden acumularse en el suelo hasta alcanzar concentraciones capaces de afectar sus características físico químicas, y en consecuencia, el desarrollo de los cultivos que crecen en él (Jiménez, 2016). Igualmente, pueden presentarse gradualmente otros problemas como disminución de la tasa de infiltración, toxicidad específica sobre los cultivos, etcétera (Tartabull y Betancourt, 2016).

Alrededor del 67% de la superficie del territorio cubano (106 728 km²) corresponden a complejos de rocas carbonatadas, en gran medida carsificadas y con un alto grado de acuosidad. El subsuelo y lechos fluviales del país, constituidos en su gran mayoría a partir de rocas calizas y las dolomitas o calizas dolomitas, aportan sales que son capaces de disolverse en el agua y alterar el contenido salino de la misma

Los factores antes considerados, apuntan hacia la necesidad del monitoreo en el tiempo de la calidad de las aguas en las fuentes naturales que mantienen la oferta hídrica en los agroecosistemas objeto de estudio, en especial, en aquellos que se abastecen directamente de aguas subterráneas (manantiales) como los pertenecientes a la CCS "Pastor Martínez" en la localidad de La Cuabita, los de la CCS "Lino Álvarez de La Mercedes" en la localidad de Las municiones y los de la CCS

"Sixto Acosta" en la localidad de Vega Grande. En estos agroecosistemas, debe vigilarse el régimen de explotación para evitar que los niveles de extracción o consumo superen a la capacidad de recarga del manto freático, no solo por el posible agotamiento temporal del recurso con la consiguiente afectación en la continuidad de la oferta hídrica, sino además, por el posible incremento por encima del límite deseado de la concentración de algunos iones arrastrados del subsuelo o el lecho fluvial (Ponvert-Delisle, 2016).

9. EVALUACIÓN DE LAS POTENCIALIDADES AGROBIOLÓGICAS DE LOS COMPONENTES DE LA FLORA EN AGROECOSISTEMAS PRODUCTIVOS DE MONTAÑA.

Tamizaje fitoquímico de las especies

La tabla 47 muestra los resultados obtenidos en la caracterización química cualitativa de las especies seleccionadas.

Tabla 47. Metabolitos secundarios identificados en el pesquizaje fitoquímico de las especies

Especie	Metabolitos ensayados													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Agave americana</i> L. var. americana		++			+++	++	++				++	+	+	
<i>Agave angustifolia</i> , Haw.					++								+	
<i>Furcraea macrophylla</i> , Baker	+	+			++	+	+	+						
<i>Spondias mombin</i> L.		+				+++	++	+						
<i>Eupatorium villosum</i> SW		+++		++		++	++	+					+	
<i>Bidens cynapiifolia</i> H.B.K.		++									++	++	+++	
<i>Tournefortia hirsutissima</i> L.		++			+	+++	++						++	
<i>Bryophyllum pinnatum</i> (Lam.) Kurz						+++	++							++
<i>Momordica charantia</i> L.	+	++			++	++	++						++	

Tabla 47. Metabolitos secundarios identificados en el pesquizaje fitoquímico de las especies (Cont.)

Especie	Metabolitos ensayados													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Erythroxylum</i> sp. Lunan		++				+++	++					+	+	
<i>Euphorbia heterophylla</i> , L.		+++	++		+	+++		++				+++	+++	
<i>Euphorbia hirta</i> L.		++				+++	++						+++	
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd Ex Koltz		+++	+			++	++		+			++	+++	
<i>Phyllanthus acidus</i> L.		++				++	++					++	+++	
<i>Hura crepitans</i> L.	+	++			++	+++	+++						++	
<i>Jatropha urens</i> L.	++	++			++	++	++			++	+++	++	++	
<i>Gymnanthes pallens</i> (Griseb.) Mull	+	+	++			+	++	++						
<i>Gymnanthes lucida</i> SW	++	+	+++		+	++		+++				+	+	
<i>Drypetes mucronata</i> Griseb	++				++	++	++						++	
<i>Adelia ricinela</i> L.		++				++	++	+					++	
<i>Croton myricifolius</i> Griseb	++	++	+		+	+++								
<i>Croton lucidus</i> L.	++	++	+		+	++								
<i>Argythamnia cubensis</i> Britt & Wils.	+	+++				++	++						+	
<i>Hippomane mancinella</i> L.		++				++	++						++	
<i>Omphalea trichotoma</i> Muell. Arg.	+	++			++	+++							++	
<i>Tragia volubilis</i> L.		++				++	++						+	
<i>Jatropha gossypifolia</i> L.		++				++	++					++	++	

Tabla 47. Metabolitos secundarios identificados en el pesquizaje fitoquímico de las especies (Cont.)

Especie	Metabolitos ensayados													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Persea americana</i> Mill.		++		+		++	+							
<i>Artocarpus</i> <i>communis</i> J. R. & J. G. A.	+	+++	++		+++	+++	++	++		++		++	++	
<i>Cecropia peltata</i> , L		++	++		+	+++	++			+++		++	++	
<i>Ficus crassinervia</i> Desf.		+++				++	+					+	+++	
<i>Psidium guajava</i> L		++		++		+++	+							
<i>Piper aduncun</i> L		+++		+++		++	+							
<i>Coffea arabica</i> L	+++	++				++	++				+			
<i>Citrus sinensis</i> L (semillas)		++		++		++	++						++	
<i>Citrus aurantium</i> L (semillas)		++		++		+++	++						+	
<i>Citrus reticulata</i> L (semillas)		++		++		++	++						+	
<i>Citrus paradisi</i> L.		++				++	++							
<i>Cupania americana</i> L		+	+		++	+++	++			+++		++	+	
<i>Lycopersicum</i> <i>pimpinellifolium</i> , Dunal.	++	++		++		++	++	++						
<i>Solanum erianthum</i> D. Don	++	++			+++	++	++							
<i>Solanum torvum</i> , Sw.	++	+++	+		+++	+++	+			+		++	+	

Leyenda: 1-alcaloides, 2-triterpenos y esteroides, 3-quinonas, 4-aceites esenciales, 5-saponinas, 6-compuestos fenólicos y taninos, 7-flavonoides, 8- cumarinas, 9-resinas, 10-antocianidinas, 11-aminoácidos libres y aminos, 12-azúcares reductores, 13-carbohidratos y/o glicósidos y 14-mucilagos.

Los triterpenos/esteroides, compuestos fenólicos y flavonoides, se presentaron como los grupos de metabolitos secundarios más frecuentes, al detectarse la presencia de los mismos en más del 90% de las especies pesquizadas. Los carbohidratos/glicósidos se encontraron en el 69% de las plantas,

mientras que los restantes grupos de compuestos detectados se presentaron con frecuencias inferiores al 50% en las especies estudiadas.

Los resultados obtenidos aportan un sólido criterio de selección de las especies a incluir en los estudios de bioactividad, puesto que los grupos de metabolitos identificados de manera mayoritaria en las mismas, son los que con mayor frecuencia se encuentran asociados a actividades biológicas de interés tanto desde el punto de vista agrobiológico como médico – farmacéutico, además de desempeñar importantes funciones ecológicas en las plantas.

El grupo de los triterpenos y esteroides está constituido por numerosos compuestos, estructuralmente muy similares, derivados mayoritariamente del epoxiescualeno o en menor número del propio escualeno. Todos ellos poseen un hidroxilo en el C₃ que les permite la unión con una o varias moléculas glucídicas, lo que da lugar a estructuras heterosídicas (Quezada y Rivera, 2015). Pueden establecerse dos grandes grupos en dependencia de su estructura química: triterpenos (tetra y pentacíclicos) y esteroides. Se encuentran en estos grupos compuestos de gran interés farmacéutico como son los saponósidos y los heterósidos cardiotónicos.

Dentro de los compuestos terpénicos un lugar significativo lo ocupan los aceites esenciales, mezcla de componentes volátiles, constituida generalmente por terpenos, terpenoides y fenilpropanos (Usano-Aleman *et al.*, 2014). Exhiben una amplia gama de actividades como insecticidas, repelentes, fungicidas, antibacterianos y frente a microorganismos patógenos al hombre, los animales y las plantas (Torrenegra Y Granado, 2016).

Los esteroides pueden desempeñar diversas funciones como reguladores del crecimiento, además de exhibir diferentes efectos biológicos de interés farmacológico (García *et al.*, 2015).

Los compuestos fenólicos van desde sustancias muy simples, hasta muy complejas como las ligninas y taninos. Los grupos más importantes dentro de estos son los ácidos fenólicos o fenoles, las cumarinas, los lignanos, los taninos, los flavonoides y las quinonas.

Los ácidos fenólicos son ácidos aril-carboxílicos, con uno o más grupos OH. Sus acciones y aplicaciones son diversas, como antioxidantes, antibacterianos, antifúngicos, disuasivos de la conducta alimentaria de fitófagos, etcétera. Los taninos, por su parte, se encuentran principalmente en las raíces, la corteza y, con menor frecuencia, en las hojas de las plantas. Estos compuestos suelen exhibir propiedades antibacterianas, astringentes y antisépticas, basadas generalmente en su capacidad para precipitar proteínas (Doroteo *et al.*, 2013).

Los flavonoides, por su parte, desempeñan un papel importante en la biología vegetal exhiben propiedades muchas de ellas de interés agrobiológico; así, responden a la luz y controlan los niveles de las auxinas reguladoras del crecimiento y diferenciación de las plantas. Otras funciones incluyen actividad antifúngica y bactericida, confieren coloración, lo que puede contribuir a los fenómenos de polinización y tienen una importante capacidad para fijar metales como el hierro y el cobre (Nava *et al.*, 2012; Más *et al.*, 2017; Shang *et al.*, 2017).

El segundo grupo de metabolitos más abundantes en las plantas analizadas, los carbohidratos/glicósidos, también incluye sustancias con amplio espectro de actividad biológica. Son sustancias no reductoras que por hidrólisis ácida o enzimática dan uno o más azúcares y un componente no azucarado llamado aglicona o genina. Desempeñan funciones muy importantes en los seres vivos y una gran cantidad de los glicósidos que producen las plantas se emplean como medicamentos (Nava *et al.*, 2012; Arrázola *et al.*, 2014).

De todo lo anterior, se infiere el potencial bioactivo de la mayor parte de las especies analizadas, al contener grupos de metabolitos secundarios frecuentemente asociados a un variado espectro de actividades biológicas. De manera particular, resultan atractivas las especies de las familias *Euphorbiaceae*, *Rutaceae* y *Agavaceae*, por los numerosos antecedentes que avalan las potencialidades bioactivas de las especies incluidas en las mismas. Esto constituye una razón de peso para la realización de estudios de bioactividad y fraccionamientos biodirigidos de los extractos de estas especies frente a dianas específicas, que conduzcan al desarrollo de nuevos productos de interés agrobiológico.

Evaluación de actividad antimicrobiana de extractos vegetales (Actividad frente a hongos fitopatógenos)

Extractos de *Citrus reticulata* L. y *Citrus aurantium* L.

Se observó una respuesta diferenciada en el crecimiento micelial de las cepas evaluadas bajo la aplicación del tratamiento con extractos hidroalcohólicos de semillas de la especie *C. reticulata* (tabla 48).

Las diferencias observadas se explican por las especificidades de cada cepa en cuanto a dinámica de crecimiento y multiplicación, así como la habilidad de estas para metabolizar o inactivar los diferentes metabolitos presentes en los extractos aplicados.

Tabla 48. Crecimiento micelial de los hongos fitopatógenos frente al extracto de semillas de *C. reticulata* al 15% de concentración y en diferentes tiempos de evaluación*.

Hongos	Crecimiento Micelial (cm)				
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas	120 horas
<i>Fusarium sp.</i>	0.10a	0.40a	0.60ab	1.10b	1.60b
<i>Curvularia sp.</i>	0.00b	0.20a	0.40b	1.00b	1.60b
<i>Alternaria sp.</i>	0.10a	0.50a	1.00a	1.75a	2.50a
Es x	±0.082	±0.088	±0.14	±0.16	±0.19

*Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Student Newman Keuls.

Se observó, así mismo, una diferencia significativa en el crecimiento micelial entre el tratamiento control y el extracto hidroalcohólico de *C. reticulata* en el caso de la cepa de *Curvularia sp.* la cual mostró un menor crecimiento micelial (tabla 49).

Tabla 49. Crecimiento micelial de los hongos fitopatógenos a las 120 horas, frente al extracto de semillas de *C. reticulata* al 15% con relación al control*.

Tratamientos	Crecimiento Micelial (cm)		
	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Curvularia sp.</i>	<i>Alternaria sp.</i>
Control	1.33a	2.50a	2.63a
Extracto hidroalcohólico 15%	1.60a	1.60b	2.50a
Es x	±0.11	±0.14	±0.19

*Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Student Newman Keuls.

El crecimiento micelial de las cepas bajo la aplicación del tratamiento con extractos hidroalcohólicos de semillas de la especie *C. aurantium*, mostró un comportamiento más homogéneo que en el caso anterior hasta las 72 horas, tiempo durante el cual no se observaron diferencias significativas en el crecimiento de las tres cepas. Sin embargo, a partir de las 96 horas el crecimiento micelial de *Alternaria sp.* fue significativamente mayor que el de las restantes cepas estudiadas (tabla 50).

Tabla 50. Crecimiento micelial de los hongos fitopatógenos frente al extracto de semillas de *C. aurantium* L al 15% a diferentes tiempos de evaluación*.

Hongos	Crecimiento Micelial (cm)				
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas	120 horas
<i>Fusarium sp.</i>	0.10a	0.40a	0.60a	1.10b	1.60b
<i>Curvularia sp.</i>	0.10a	0.50a	0.60a	1.10b	1.60b
<i>Alternaria sp.</i>	0.10a	0.60a	1.00a	1.85a	2.70a
Es x	±0.08	±0.10	±0.14	±0.18	±0.19

*Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Student Newman Keuls.

El crecimiento micelial con respecto al tratamiento control se comportó de manera similar al obtenido cuando se aplicaron los extractos hidroalcohólicos de semillas de *C. reticulata* al observarse una inhibición significativa del crecimiento de la cepa de *Curvularia sp.* (tabla 51).

Tabla 51. Crecimiento micelial de los hongos fitopatógenos a las 120 horas, frente al extracto de semillas de *C. aurantium* al 15% de concentración con relación al control*.

Tratamientos	Crecimiento Micelial (cm)		
	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Curvularia sp.</i>	<i>Alternaria sp.</i>
Control	1.61a	2.65a	2.60a
Extracto hidroalcohólico 15%	1.58a	1.62b	2.70a
Es x	±0.14	±0.16	±0.18

*Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Student Newman Keuls.

Estos resultados son de gran importancia dado el valor de las cepas estudiadas como agentes fitopatógenos de cultivos de importancia económica como el tomate.

Existen numerosos antecedentes de estudios de bioactividad realizados con principios activos de semillas de especies cítricas (Rodríguez y Montilla, 2000; Cvetnic y Vladimir-Knezevic, 2004; Aiprakash *et al.*, 2010; Castillo, 2015).

De la especie *C. reticulata*, se informan estudios de actividad antifúngica *in vitro* de sus extractos frente a *Passarola fulva*, agente causal del mocho de las hojas, que es una de las principales enfermedades fúngicas que afecta el cultivo protegido de tomate en Cuba (Ramírez, 2013). Sin

embargo, no se han encontrado estudios de actividad frente a hongos del género *Curvularia* ni otros fitopatógenos de importancia agrícola.

De *C. aurantium* se reportan estudios de actividad antimicrobiana frente a la bacteria *Listeria monocytogenes*, uno de los patógenos causantes de infecciones alimentarias más violentos (García, 2012), pero, como en el caso de los extractos de *C. reticulata*, no se informan estudios frente a *Curvularia* spp. ni otros fitopatógenos de cultivos agrícolas.

Se ha comprobado que los principios activos presentes en semillas de especies cítricas, promueven la activación de enzimas y procesos naturales de defensa y de regeneración vegetativa de la planta, lo que le ayuda a recuperarse rápidamente de los efectos degenerativos causados por afecciones de bacterias, hongos y ciertos virus.

Poseen una serie de ventajas que constituyen criterios para su aplicación como elicitores de los cultivos, entre estas:

- Amplio espectro antimicrobiano frente a bacterias gram positivas y gram negativas, hongos, virus y protozoos.
- Son efectivos a muy bajas concentraciones (200ppm - 2000 ppm).
- No tóxicos incluso a dosis mucho más altas de las recomendadas.
- Mínimo impacto negativo sobre organismos beneficiosos.
- Biodegradables.

Extractos de *Agave americana* L. var. *americana*

Al igual que en la aplicación de los tratamientos con extractos hidroalcohólicos de las especies anteriores, en este caso se observó una respuesta diferencial en el crecimiento micelial de las cepas bajo la aplicación del tratamiento con extractos de *A. americana* (tabla 52).

Se observó una diferencia significativa en el crecimiento micelial entre el tratamiento control y el extracto hidroalcohólico en el caso de las cepas de *Mycosphaerella* sp. y *Colletotrichum tropicale*, en las cuales hubo una disminución del crecimiento micelial (Tabla 53).

Tabla 52. Comportamiento del crecimiento micelial de hongos fitopatógenos frente al extracto de *A. americana* al 15% de concentración y en diferentes tiempos de evaluación*.

Hongos	Crecimiento Micelial (cm)		
	72 horas	96 horas	120 horas
<i>Mycosphaerella</i> sp.	0.2b	0.3b	0.67b
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	0.8a	1.2a	2.0a
<i>Colletotrichum tropicale</i>	0.5ab	0.8ab	1.267b
Es x	±0.088	±0.14	±0.19

Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Student Newman Keuls.

Tabla 53. Comportamiento del crecimiento micelial de hongos fitopatógenos frente al extracto de *A. americana* al 15% de concentración con relación al control.

Tratamientos	Crecimiento Micelial (cm)		
	<i>Mycosphaerella</i> sp.	<i>C. gloeosporioides</i>	<i>C. tropicale</i>
Control	0.933a	1.4a	1.6a
Extracto hidroalcohólico 15%	0.3b	1.2a	0.8b
Es x	±0.07	±0.11	±0.11

Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Student Newman Keuls.

Los resultados obtenidos en este caso son de gran relevancia, por cuanto las especies fúngicas evaluadas afectan a cultivos de importancia económica y, su manejo y control resulta costoso y agresivo para el ambiente natural.

A modo de ejemplo, el control de *Mycosphaerella* sp. depende básicamente del uso de productos de síntesis química (fungicidas basados en cobre), entre estos el oxiclورو de cobre con el apoyo, además de algunas prácticas de cultivo.

En el caso de las especies del género *Colletotrichum* su control también se basa fundamentalmente en prácticas de control cultural y el uso de fungicidas químicos como Amistar® 50 WG (azoxystrobin), Benoagro® 50 WP (benomil), Derosal® 500 SC (carbendazim), Score® 250 EC (difenoconazol) y Kocide® 101 (hidróxido de cobre), aunque se han ensayado con éxito algunas alternativas de control biológico (Gaviria *et al.*, 2013).

No se informan estudios de actividad de extractos de *A. americana* frente a hongos fitopatógenos, pero sí de otras especies de *Agave*. Así, se ha demostrado la actividad antifúngica de extractos de *Agave scabra* sobre hongos postcosecha, específicamente *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Mucor* sp., *Fusarium* sp. y *Penicillium* sp., cuyas cepas se obtuvieron a partir de papa y tomate (González *et al.*, 2015).

Extractos evaluados frente a *Fusarium* sp.

Los extractos de las especies *C. Paradisi* (semillas) y *E. pulcherrima* inhibieron significativamente el crecimiento micelial de *Fusarium* sp, y se observó el mayor efecto inhibitorio al aplicar el extracto de *C. paradisi* con diferencias significativas respecto al control y los restantes tratamientos (tabla 54).

Los extractos de *J. urens* y *P. acidus*, por otra parte, provocaron un crecimiento micelial significativamente superior respecto al tratamiento control y los restantes tratamientos, a partir de lo cual se infiere un posible efecto de estimulación sobre el crecimiento del hongo.

El crecimiento micelial frente a los extractos de *E. heterophylla* y *E. hirta* no mostró diferencia significativa respecto al tratamiento control, pero si respecto a los restantes tratamientos.

Tabla 54. Comportamiento del crecimiento micelial de *Fusarium* sp. frente a los extractos de las especies evaluadas.

Tratamientos	Crecimiento Micelial (cm)
<i>Control</i>	2.41c
<i>Euphorbia hirta</i> L.	2.36c
<i>Phyllanthus acidus</i> L.	2.56b
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd Ex Koltz	1.43d
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	2.35c
<i>Jatropha urens</i> L.	2.76a
<i>Citrus paradisi</i> L.	0.75e
Es x	±0.081

*Medias con letras comunes no difieren significativamente para $p < 0.05$, según la Prueba de Student Newman Keuls.

Los efectos inhibitorios observados al aplicar los extractos de *C. paradisi* y *E. pulcherrima* resultan de gran importancia, si se toma en consideración que este ha sido uno de los géneros de hongos fitopatógenos más incidentes y devastadores de cultivos en el planeta en los últimos años (Villa *et al.*, 2015). Esto ha motivado la búsqueda de alternativas más confiables y benéficas para su control, dentro de las cuales un lugar importante lo ocupa la utilización de extractos vegetales, aceites esenciales y metabolitos secundarios presentes en plantas según lo demuestran los numerosos antecedentes al respecto.

En el caso específico de *C. paradisi* existen varios antecedentes, algunos citados anteriormente, de estudios de actividad biológica de los extractos de semillas de esta especie. Frente a hongos del género *Fusarium*, pueden citarse los trabajos de Rodríguez y Montilla (2000) quienes comprobaron la efectividad de un producto a base de extracto de semillas de *C. paradisi* (CitrusPar80^{MR}) para controlar la marchitez producida por *Fusarium* en tomate. Igualmente, Villa *et al.* (2015) demostraron la capacidad de extractos de semillas de esta especie, entre otras, para el control de diferentes especies de *fusarium*.

Otros trabajos demuestran el potencial bioactivo de los metabolitos presentes en las semillas de *C. paradisi* para el control de otros patógenos, no solo de interés agrícola, sino también clínico (Sornoza y Ganen, 2014; Churata *et al.*, 2016; Maldonado y Vinicio, 2017).

Se han desarrollado y se comercializan varios productos con fines agrobiológicos y clínicos, que tienen como base activa extractos de *C. paradisi*, entre estos: CitrusPar80^{MR}, CITROBIOTIC^{MR} Y NUTRIBIOTIC^{MR}.

De *E. pulcherrima* se han encontrado antecedentes de estudios de actividad biológica frente a cepas de los hongos *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* (Murugan *et al.*, 2007). Más recientemente, se informan estudios de actividad frente a *Spodoptera frugiperda*, un lepidóptero que afecta extensas áreas cultivadas en Brasil (Tavares *et al.*, 2017). Sin embargo, no se informan estudios frente a hongos del género *Fusarium*.

10. EVALUACIÓN DE FUENTES ALTERNATIVAS DE ALIMENTOS POTENCIALMENTE UTILIZABLES EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL EN AGROECOSISTEMAS PRODUCTIVOS DE MONTAÑA Y RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACIÓN DE DIETAS ALTERNATIVAS.

A continuación, se muestra las propuestas de formulaciones de dietas para aves y cerdos, en las cuales se presenta el alimento a utilizar, el % de inclusión del alimento en la dieta y el aporte en Proteína (PB) y Fibra Bruta (FB).

En la tabla 55 se muestra el cálculo de la propuesta 1 de dietas para la alimentación de cerdos.

Tabla 55. Propuesta (1) de dieta a partir de alimentos locales para la alimentación de cerdos.

ALIMENTOS	% de inclusión del alimento	PB (%)	FB (%)
Maíz, harina	30	2.23	0.65
Yuca, harina	15	0.28	0.38
Palmiche	20	3.33	5.7
Moringa	20	4.32	4.08
Girasol	15	4.11	3.0
TOTAL	100	14.3	14.0

Esta propuesta sirve para la alimentación del cerdo en las categorías de crecimiento y ceba en animales con más de 20 libras de peso, donde el porcentaje de PB oscila entre 13.2-18.0%, y también puede ser utilizada para cerdas gestantes y sementales donde el porcentaje de PB oscila entre 12.4-13.0%. En el caso de los cerdos en crecimiento con el peso entre 20-50 libras necesitan aproximadamente el 18% de proteína, lo que está por debajo de sus necesidades (3.7%) según el cálculo realizado, elemento que puede ser solucionado con la adición en la dieta de alimentos como salcocho, guarapo, miel, palmiche, viandas hervidas y el suministro de forrajes como caña, King grass y otros.

En la tabla 56 se muestra la cantidad de alimentos a utilizar en la propuesta (1). Los cálculos se realizaron en base a la preparación de 5 kg de pienso criollo.

Al igual que en la propuesta anterior esta se puede proporcionar para la alimentación del cerdo en las categorías de crecimiento, ceba, cerdas gestantes y sementales. En el caso de los cerdos en crecimiento con el peso entre 20-50 libras necesitan aproximadamente el 18% de proteína lo que queda por debajo de sus necesidades (2.76%) según el cálculo realizado, elemento que puede ser solucionado con la adición de los alimentos descritos en la propuesta anterior.

En la tabla 57 se muestra el cálculo de la propuesta 2 de dietas para la alimentación de cerdos.

Tabla 56. Cantidad de alimento a utilizar para la formulación del pienso a partir de alimentos locales para la alimentación del cerdo.

ALIMENTOS	% de inclusión del alimento	Cantidad de alimento (kg)
Maíz, harina	30	1.5
Yuca, harina	15	0.75
Palmiche	20	1.0
Moringa	20	1.0
Girasol	15	0.75
TOTAL	100	5

Tabla 57. Propuesta (2) de dieta a partir de alimentos locales para la alimentación de cerdos.

ALIMENTOS	% de inclusión del alimento	PB (%)	FB (%)
Maíz, harina	25	1.86	0.54
Harina, hojas árbol del pan	25	4.25	-
Palmiche	20	3.33	5.7
Moringa	25	5.44	5.11
Mango verde	5	0.36	1.01
TOTAL	100	15.24	12.4

En la tabla 58 se muestra la cantidad de alimentos a utilizar en la propuesta (2). Los cálculos se realizaron en base a la preparación de 5 kg de pienso criollo.

Tabla 58. Cantidad de alimento a utilizar para la formulación del pienso a partir de alimentos locales para la alimentación del cerdo.

ALIMENTOS	% de inclusión del alimento	Cantidad de alimento (kg)
Maíz, harina	30	1.5
Yuca, harina	15	0.75
Palmiche	20	1.0
Moringa	20	1.0
Girasol	15	0.75
TOTAL	100	5

En la tabla 59 se muestra el cálculo de la propuesta 3 de dietas para la alimentación de las aves.

Tabla 59. Propuesta (3) de dieta a partir de alimentos locales para la alimentación de las aves de corral.

ALIMENTOS	% de inclusión del alimento	PB (%)	FB (%)
Maíz, harina	30	2.23	0.65
Girasol, harina	20	5.48	4.0
Plátano	10	0.025	0.013
Moringa, hojas	15	3.24	3.06
Harina, fruto del árbol del pan	25	1.29	-
TOTAL	100	12.4	7.7

En la tabla 59 se muestra la propuesta confeccionada para la alimentación de las aves, la cual puede ser suministrada para las categorías de crecimiento pollona y ponedora, donde el porcentaje de PB oscila entre 15 y 14% respectivamente. En la categoría de crecimiento se necesita el 15% de PB lo que queda por debajo de sus necesidades (2.6%), a partir del cálculo realizado, para el caso de las ponedoras se necesita el 14% con un déficit de 1.6% con respecto a la calculada, lo cual puede solucionarse con la suplementación de otros alimentos en la dieta que se encuentran en estos predios campesinos como: comején, palmiche, forrajes, otras viandas que se pueden dar hervidas o en formas de harinas. También se puede suministrar cascarones de huevos secados, harina de huesos que se puede elaborar en la finca a partir de lo consumido por el productor los cuales se secan y muelen para su utilización como suplemento mineral (calcio, fosforo).

En la tabla 60 se muestra la cantidad de alimentos a utilizar en la propuesta (3). Los cálculos se realizaron en base a la preparación de 5 kg de pienso criollo.

Tabla 60. Cantidad de alimento a utilizar para la formulación del pienso a partir de alimentos locales para la alimentación de las aves de corral.

ALIMENTOS	% de inclusión del alimento	Cantidad de alimento (kg)
Maíz, harina	30	1.5
Plátano	20	1.0
Moringa, hojas	25	1.25
Harina, fruto del árbol del pan	25	1.25
TOTAL	100	5

En la tabla 61 se muestra el cálculo de la propuesta 4 de dietas para la alimentación de las aves de corral.

Tabla 61. Propuesta (4) de dieta a partir de alimentos locales para la alimentación de las aves de corral.

ALIMENTOS	% de inclusión del alimento	PB (%)	FB (%)
Maíz, harina	30	2.23	0.65
Girasol	20	5.48	4.0
Moringa, hojas	25	5.44	5.11
Harina, fruto del árbol del pan	23	1.2	-
Leucaena, semillas	2	0.2	-
TOTAL	100	14.5	9.7

Esta propuesta se puede suministrar a las aves en las categorías de crecimiento pollona y ponedora donde el porcentaje de PB oscila entre 15 y 14% respectivamente. En las categorías de crecimiento y ponedora se satisface sus requerimientos nutritivos, de igual forma se pueden suministrar otros alimentos como los descritos en la propuesta 4.

En la tabla 62 se muestra la cantidad de alimentos a utilizar en la propuesta (4). Los cálculos se realizaron en base a la preparación de 5 kg de pienso criollo.

Tabla 62. Cantidad de alimento a utilizar para la formulación del pienso a partir de alimentos locales para la alimentación de las aves de corral.

ALIMENTOS	% de inclusión del alimento	Cantidad de alimento (kg)
Maíz, grano	30	1.5
Plátano	20	1.0
Moringa, hojas	25	1.25
Harina, fruto del árbol del pan	25	1.25
TOTAL	100	5

La propuesta 5 se presentan en las tablas 63 y 64 y, muestran valores de Proteína Bruta (PB) de 19.43, por lo que se puede emplear en la alimentación de las aves de corral (pavos, patos, guineos,

aves semirrústicas) en la categoría inicio ya que los niveles de proteína satisfacen las necesidades de estas aves.

Tabla 63. Propuesta (5) de dieta a partir de alimentos locales para la alimentación de las aves en la categoría inicio.

ALIMENTOS	% de inclusión del alimento	PB (%)	FB (%)
Harina de coco	25	4	2.76
Maíz, harina	20	1.5	0.43
Girasol, harina	22	6.02	4.41
Boniato, harina	13	0.42	0.05
Soya, harina	20	7.49	1.2
TOTAL	100	19.43	8.85

Tabla 64. Cantidad de alimento a utilizar para la formulación del pienso a partir de alimentos locales para la alimentación de las aves en la categoría inicio.

ALIMENTOS	% de inclusión del alimento	Cantidad de alimento (kg)
Harina de coco	25	1.25
Maíz, harina	20	1.0
Girasol, harina	22	1.1
Boniato, harina	13	0.65
Soya, harina	20	1.0
TOTAL	100	5

La propuesta 6 se presenta en las tablas 65 y 66 y, muestran valores de Proteína Bruta (PB) de 16.03, por lo que se puede emplear en la alimentación de las aves de corral (pavos, patos, guineos, aves semirrústicas) en la categoría desarrollo ya que los niveles de proteína satisfacen las necesidades de estas aves.

Las seis propuestas de formulaciones de dietas se calcularon a partir de los alimentos disponibles en los patios o fincas de las localidades evaluadas, las que se emplearon para preparar 5 kg de alimento, valor que se puede incrementar según la disponibilidad de cada alimento en estos predios campesinos.

Tabla 65. Propuesta (6) de dieta a partir de alimentos locales para la alimentación de las aves en la categoría de desarrollo.

ALIMENTOS	% de inclusión del alimento	PB (%)	FB (%)
Harina de coco	25	4	2.76
Maíz, harina	20	1.5	0.43
Girasol, harina	15	4.1	3.0
Semilla de mango	25	0.81	0.09
Soya, harina	15	5.62	0.89
TOTAL	100	16.03	7.17

Tabla 66. Cantidad de alimento a utilizar para la formulación del pienso a partir de alimentos locales para la alimentación de las aves en la categoría de desarrollo.

ALIMENTOS	% de inclusión del alimento	Cantidad de alimento (kg)
Harina de coco	25	1.5
Maíz, harina	20	1.0
Girasol, harina	15	0.75
Semilla de mango	25	1.5
Soya, harina	15	0.75
TOTAL	100	5

Es importante destacar que las aves tienen el hábito de comer hierbas, insectos, lombrices, semillas y otros alimentos que encuentran en el patio, los cuales forman parte de su alimentación y a su vez, ayudan a aumentarles la capacidad del buche que es su reservorio de alimentos. También el consumo de piedras pequeñas favorece la trituración de los alimentos en la molleja, lo que favorece el aparato digestivo. Por esta razón las aves no se deben tener encerradas de forma permanente; ellas, por lo regular, se mueven en un radio de 50-200m de las casas.

Recomendaciones prácticas

Aspectos importantes que el productor debe conocer para la formulación de dietas.

Al elaborar la dieta de animales debe tenerse en cuenta las necesidades o requerimientos de nutrientes según su masa corporal y la etapa fisiológica en su ciclo de vida, como lo son el

crecimiento, la gestación, producción de leche, carne y huevo, además de las exigencias para mantener las funciones esenciales de su vida o para mantenerse, como son la respiración y la actividad del corazón.

El alimento debe contener un balance entre carbohidratos, proteínas, minerales, vitaminas, fibra y grasa. Este balance se logra con la combinación de diferentes productos en proporción variable. Por ello, se clasifican en **energéticos** (suministran carbohidratos, grasas, fibras) **proteicos** y, los que aportan **vitaminas** y **minerales**. A continuación, se muestran ejemplos de estos cuatro grupos importantes de alimentos.

ALIMENTOS ENERGÉTICOS: Desechos de yuca, boniato, maíz. Se pueden utilizar los pedazos de viandas cocidas que se cortan y desechan por estar dañados; también las cáscaras que se deben secar al sol y después molinar, picar o machacar finamente; las hojas de boniato, yuca. Igualmente se puede utilizar la cáscara de calabaza o plátano, cáscara y desechos de frutas que se secan al sol y se molinan; desechos de cosechas de arroz y frijoles, así como pan viejo y nata de leche.

ALIMENTOS PROTEICOS: Residuos de pescado se dejan secar al sol y se muelen o se trituran hasta formar una harina. Semillas de vegetales (tomates, ají y habichuelas), se pueden dar después de secadas al sol; semillas de frutas (mango, aguacate y melón), molidas o ralladas. Las semillas de girasol, además de proteínas aportan energía debido a su contenido de aceite y las semillas de Leucaena que se deben secar y molinar.

ALIMENTOS QUE APORTAN VITAMINAS Y MINERALES: Residuos de vegetales de lechugas, zanahorias, habichuelas, ajíes y remolachas bien picaditos y lo más frescos posible. También pastos frescos, de gramíneas (bermudas, rhodes, y otros), de leguminosas (glicine, geranios y otras) y de morera. Además, harinas de huesos, cáscara de huevos molidas y sal común.

Un factor importante para obtener óptimos resultados, es la relación con el agua de beber, que debe estar disponible, limpia y fresca; esto es válido para todas las especies.

Aspectos importantes a tener en cuenta durante la formulación y suministro de dietas alternativas a las aves:

- No suministrar alimentos viejos, fermentados, con hongos ya que estos son muy dañinos.
- Evitar el exceso de grasa especialmente en los primeros días de vida.

Indicadores para el secado al sol de algunas materias primas para alcanzar un mínimo de 80% de materia seca.

Alimento fresco	Cantidad a esparcir Kg/m²	Tiempo de exposición al sol (horas)	Intervalo de virajes (horas)
Boniato, bejuco	3-6	16-20	4
Boniato, tubérculo	5-10	20-32	2
Caña de azúcar	3-6	24-48	2-3
Chopo, tubérculo	5-10	20-32	2
Cítricos, hollejo	2-5	32-48	3
Frijoles, rastrojo	2-4	16-20	4
Girasol, cabezuela sola	2-4	32-48	4
Girasol, cabezuela con semilla	2-5	32-48	
Maíz, rastrojo	2-4	16-20	4
Mango, semilla	3-7	32-60	4
ñame, tubérculo	5-10	20-32	2
Palmiche	4-8	24-48	4
Pescado	2-4	32-48	2
Plátano, hojas verdes	3-5	20-32	2-3
Plátano, tallo fresco	2-4	32-48	2-3
Plátano, planta entera	3-6	24-48	2-3
Plátano, frutos	5-10	20-32	2
Sorgo, millo, cebada, trigo, arroz, soya, maíz, girasol, caupí, forraje verde	2-4	16-24	2-3
Sorgo, millo, cebada, trigo, arroz, soya, maíz, girasol, caupí, rastrojo	2-4	16-20	2-3
Tomate, residuo pulpa	2-4	32-48	2
Yuca, hojas más peciolos	3-6	16-24	2-3
Yuca, raíces	5-10	20-32	2-3
Yuca, tallos	4-8	20-32	2-3

NOTA: Antes de ser esparcidas en el plato de secado, todas estas materias primas deben triturarse o trocearse, según convenga, hasta lograr partículas no mayores de 3 centímetros.

(Riverón, 2003) Tomado del Manual Manejo y explotación del conejo.

- Preparar alimentos secos, en polvo o en partículas pequeñas. A medida que los pollitos crecen pueden ingerir partículas de cada vez mayor tamaño.
- Evitar durante toda la crianza los alimentos ricos en fibra como el bagacillo.
- Balancear los alimentos combinando diferentes productos en la proporción adecuada.
- El aporte de minerales en la dieta es también importante, especialmente de calcio. Como fuente de calcio se recomienda la cáscara de huevo, pero ésta debe hervirse y secarse al sol, luego machacarla o molerla finamente antes de suministrarla a los pollitos. También se puede utilizar conchillas de ostras o simplemente piedra caliza machacada o triturada finamente. La fuente de calcio se puede poner en un comedero, aparte del alimento, o espolvorearlo sobre éste. Cada pollo necesita un gramo de este polvo por día
- Se recomienda también preparar una solución de electrolitos para suplementar con minerales la dieta. Esta solución se prepara agregando un gramo de sal común de cocina y tres gramos de azúcar por cada litro de agua. También se le puede añadir la savia del plátano. La solución se debe dar a los pollitos dos o tres días por semana.
- Para eliminar microorganismos patógenos del sistema digestivo se recomienda utilizar vinagre en el agua de bebida una vez a la semana. Se recomienda un mililitro de vinagre por cada pollo.

Es importante que el agua que se suministre a los animales sea fresca y limpia.

11. TRAZABILIDAD DE LA CULTURA AGROPRODUCTIVA DE LAS COMUNIDADES DE MONTAÑA

La trazabilidad y factores asociados a la cultura agroproductiva proporcionan la posibilidad de encontrar, seguir el rastro, a través de todas las etapas de transformación de los actores sociales investigados.

A continuación, se muestran los factores socio-históricos y tecnológicos asociados a los 41 agroecosistemas evaluados, ya fueran cafetaleros, cocoteros, cacaoteros y agrosilvopastoriles.

Agroecosistemas cafetaleros:

Aspectos socio históricos

El café está muy ligado a la idiosincrasia del cubano. La invitación a una taza de café forma parte de la tradición y la hospitalidad de la familia cubana.

En los 27 agroecosistemas cafetaleros evaluados, la especie más cultivada es la Arábica, con 8 variedades, las cuales se comercializan en centros de beneficios en cada comunidad.

Entre el cafeto y el caficultor se establece una relación “hijo-padre” por las exigencias de este cultivo, que establece un contacto continuo y hace de ellos dos unidades complementarias.

Antes del Triunfo de la Revolución el cafetal constituía para los agricultores una unidad agroindustrial y prácticamente autosuficiente en el sentido alimentario, debido a que en la propia finca se procesaba el café, que en ella se producía. Hoy no se puede hablar de un cafetal como agroindustria, porque la infraestructura que tenían las fincas anteriormente hoy no existe. En esas áreas estaban presentes especies vegetales y animales, como limonero, cocotero, naranjo, palma real, caimito, plátano, frutales, maíz, yuca, pimienta picante, gallinas, patos, gansos, pavos, ovejas, cabras, cerdos, vacas lecheras, bueyes y caballos.

Aspectos tecnológicos

Las tecnologías agrícola e industrial y la organización de la producción cafetalera que introdujeron en Cuba los inmigrantes, persisten hasta nuestros días, pero muy mejorada, y concentrada en algunos lugares, en los que se realiza el beneficio de todo el café de una región determinada, y en alguna medida es la base del desarrollo científico-técnico actual.

Las áreas que se destinan a la producción cafetalera en la actualidad son insuficientes y los rendimientos que se obtienen no son suficientes para satisfacer la demanda nacional y extranjera, a pesar de poseer un terreno idóneo para este cultivo. Los cafetales crecen a la sombra de árboles centenarios, en suelos permeables, con altos contenidos de materia orgánica y arcilla que permiten que el agua se absorba fácilmente.

Agroecosistemas cocoteros

Aspectos socio históricos

En Cuba, la primera referencia real que se tiene hasta ahora del origen del cocotero en la región de Baracoa, es del año 1775, por una carta desde La Habana dirigida al Teniente Gobernador de Baracoa. En la misma se hace alusión de una multa a dos marineros (isleños) por haber arrancado dos palmas de cocotero durante su estancia en esta zona. Esto llama la atención acerca de que al

parecer en esta época el cultivo del cocotero era muy importante para los peninsulares. Durante todo el siglo XIX, el coco fue un importante renglón de exportación en Baracoa. A finales del siglo XIX y hasta los años 20-30 del siglo XX los cocoteros se vieron afectados por la enfermedad conocida como amarillamiento letal que provocó la pérdida del primer renglón económico de Baracoa, ya que de las 15 642,4 ha destinadas para este cultivo solo quedaban 581.6 ha.

Aunque las pérdidas debido a la presencia del virus del Amarillamiento letal eran muy altas, los productores seleccionaron plantas que a pesar de encontrarse cerca de plantas enfermas nunca mostraron síntomas de enfermedad a las cuáles denominaron inmune y comenzaron a insistir en la plantación del cultivo. Por otro lado, un grupo de agricultores, comerciantes y veteranos de la guerra presentaron un plan de medidas al Presidente de la República, las cuales permitirían a la agricultura y a la sociedad de Baracoa tener nuevamente una situación económica favorable (Cueto *et al.* 2004).

En 1952, se designa una comisión para que realizara un estudio socioeconómico por el BANFAIC de la región de Baracoa, y después de un serio trabajo se planteó la necesidad de introducir anualmente una determinada cantidad de semilla de coco de la "India". Poco a poco y lentamente crecieron las áreas dedicadas al cultivo. En los últimos años de la década del 50, se inicia un incremento mayor de las plantaciones y precisamente, con el Triunfo de la Revolución se comienza a desarrollar un programa masivo de repoblación y siembra de frutales.

En agosto de 1987 se elaboró un programa de desarrollo para el cultivo del cocotero, el cual contemplaba incrementar sustancialmente los rendimientos de coco en estas áreas así como el desarrollo de viales, comunidades y la aplicación de los adelantos científicos-técnicos, lo que posibilitaría contar con la materia prima necesaria para un programa de desarrollo industrial del cultivo y el aprovechamiento integral de todos los productos derivados de la palma de cocotero referidos a la fibra, aceite, carbón activado, madera, entre otros (Cueto, 1986).

Hasta inicios de los años 90 en el cultivo predominó una agricultura de altos insumos (empleo de pesticidas, plaguicidas, fertilizantes, monocultivo), a partir de la transferencia de tecnologías y resultados científicos de los países mayores productores, amparado en el instructivo técnico para el cultivo del cocotero del MINAG (1990). Esto facilitó que en 1991 se alcanzara el record histórico de producción, favorecido por las características fenológicas del cultivo y los resultados de las prácticas culturales realizadas al mismo, lo cual se evidenció a partir del tercer año de aplicadas. Esto implantó en los productores un paradigma sobre la revolución verde, refiriendo en su mayoría, mayor confianza en el empleo de los fertilizantes químicos, plaguicidas y herbicidas que en los abonos orgánicos y biofertilizantes (Alvarado, 2013).

En el instructivo técnico del MINAG (2011) aparecen algunas alternativas adaptadas a las condiciones y la cultura del productor de coco, tales como el empleo de los viveros convencionales que disminuye la permanencia de las posturas en vivero y la utilización del abonado orgánico en el mismo, así como el empleo del cultivo intercalado en las plantaciones, no obstante, falta profundidad en la información para que el productor pueda realmente adquirir el conocimiento necesario para aplicar las técnicas propuestas.

En septiembre del año 2016 se había logrado que de una extensión total de 11 706 ha dedicadas al cultivo del cocotero en el municipio Baracoa, estuvieran realmente plantadas 9 427,91 ha. En un municipio con una población de 81 755 habitantes que representa el 16 % del total de la provincia, con una densidad de 83,9 hab/Km (DPPF, 2010), se estimó que alrededor del 5 % de las familias tienen a la industria del coco como su fuente principal de ingresos (FAO, 2010). Tras el paso del huracán Matthew, en octubre de 2016, se afectaron 9 307,91 ha plantadas del cultivo (MINAG, 2016). A partir de la situación provocada por el huracán Matthew, un número considerable de familias en Baracoa, que dependían de este cultivo, vieron afectada su economía ya que la mayoría de las plantaciones quedaron destruidas. Ante esta situación el gobierno revolucionario cubano a través del MINAG y el MEP aprobó el “Programa Integral de Desarrollo de la Cadena Productiva del Cocotero”, lo que demuestra la voluntad política existente, para solucionar los problemas de la sociedad.

El coco se emplea como fuente de alimento, bebida, aceite, fibra, combustible, madera y otros productos. Este cultivo forma parte de la cultura agraria de los agricultores de Baracoa y se transmiten los saberes de generación a generación por más de 4 siglos.

Aspectos tecnológicos

En Cuba, el municipio Baracoa constituye una de las principales zonas productoras de coco del país. Su cultivo se basó siempre en una Tecnología dependiente de insumos externos que se vio afectada a partir de la llegada del período especial, lo que se reflejó en la disminución de los rendimientos. Ante esta situación la Agroecología como base científica de la agricultura sostenible constituye una alternativa ya que permite lograr la soberanía tecnológica. Por ello se debe continuar con el desarrollo de prácticas agroecológicas en el cultivo del coco.

Persisten en estos agroecosistemas plantaciones carentes de arreglos espaciales planificados que proporcionen un uso óptimo de la tierra bajo cultivo.

Agroecosistemas cacaoteros

Aspectos socio históricos

A Baracoa se le reconoce como la tierra del cacao y del chocolate en Cuba. Su introducción y fomento por estas altas tierras, se asocia a los emigrantes franceses que abandonaron Haití, ante la marea libertaria de 1791, para establecerse en los parajes de las montañas orientales cubanas.

Se trata de un cultivo muy extendido en la zona, alrededor del cual se ha generado una cultura, una manera de vivir y hasta una industria. El chorote, que lo tomaron los mayas hace cuatro mil años, hoy en Baracoa se elabora de la irrepetible bola de cacao. Exquisita bebida y valiosa fuente alimentaria y dietética, no tiene el mismo sabor si se toma lejos de la magia que le impregnan los ríos, las montañas, el coco, la madera y la lluvia que caracterizan a este paraíso terrenal. A pesar de que fueron los galos los que expandieron el cultivo del cacao en la zona, quienes introdujeron en la sociedad colonial cubana el gusto por beber tazas de chocolate preparado con leche, fueron los propios españoles fascinados con el cacao desde tiempos de Moctezuma y Hernán Cortes, uno de sus primeros promotores en Europa. Jamal, Mosquitero, Güirito y Sabanilla, son las zonas con mayor presencia de este cultivo en Baracoa, hoy productora de un cacao fino, ecológico y muy aromático, cuya calidad goza de los mejores avales entre las grandes industrias chocolateras del mundo.

Después de Santiago de Cuba, el cacao llega a principios del siglo XIX a la región de Baracoa, convertida hoy en la productora del 75 por ciento del cacao nacional y donde está enclavada una fábrica de chocolate en polvo y en barras, que ha pasado por varias modernizaciones desde su fundación en 1963. Baracoa se convirtió en el lugar del territorio cubano más propicio para la cosecha del cacao por las condiciones climáticas favorables, como sus niveles de precipitación, de 1 500 a 2 500 mm anuales y la temperatura ambiental promedio de 24 a 28 grados Celsius, además de la riqueza de los suelos.

El cacao comenzó a cultivarse en pequeñas parcelas, hasta mediados del siglo XX se fomentaron algunas especies de sabor amargo y de baja calidad, situación que empezó a cambiar a partir de 1956 cuando se iniciaron trabajos investigativos para mejorar las plantaciones con la introducción de clones e híbridos procedentes de Costa Rica. El triunfo de la Revolución aceleró los trabajos científicos y la puesta en práctica de nuevas tecnologías para beneficio del cultivo de cacao, entre estas, la creación de varios bancos con un alto nivel genético que transformaron las plantaciones tradicionales, haciéndolas más resistentes a las plagas y productoras de un fruto de superior calidad.

Los agricultores trabajan pequeñas superficies de terreno, con fuerte pendiente, donde cosechan las mazorcas en dos épocas. La cosecha más importante se hace de febrero a julio. Luego, la segunda se hace de septiembre a diciembre, pero es menos abundante.

Cuando el huracán Matthew azotó a Baracoa, a inicios de octubre del 2016, la producción de cacao exhibía en estos predios los mejores resultados de su historia. Los mayores estragos, sin embargo, los sufrieron los árboles que proporcionaban sombra al *Theobroma cacao*, liderados por el júpiter o piñón florido. Como la restitución de esa floresta demora algunos años, se acudió a la siembra de plátano e higuera como sombra temporal para paliar el efecto del sol al cultivo principal.

Los agricultores cacaoteros que participaron en el estudio refirieron que la cosecha de cacao en el 2017 fue la más baja que se recuerde en más de 70 años. Relatan como positivo las brigadas de injertadores tradicionales a este cultivo.

El cacao y el chocolate en Baracoa cuentan con un riguroso nivel científico donde resaltan las diversas valoraciones sobre esta planta alimenticia. Se destaca que el cacao nunca dejó de contarse entre los cultivos relevantes del país y que el chocolate no ha dejado de integrar la cultura nacional.

Aspectos tecnológicos

En la región de Baracoa funciona la Estación de Investigaciones del Cacao de Hoyos de Sabanilla, donde se experimenta en la obtención de híbridos propios mejorados. Para los que solamente conocen el resultado final del proceso del cacao, es una sorpresa ver las bayas de este árbol, de color rojo violeta cuando está tierno y amarillo en su madurez. Al abrir los frutos se encuentran semillas cubiertas de una pulpa de color amarillo pálido, de sabor cítrico, que contiene entre sus componentes azúcar, agua y tanino, la cual se procesa para obtener vinos, vinagre y alcoholes.

Otra curiosidad acerca de las semillas del fruto del cacao es que de su cubierta se fabrica pienso y de la almendra limpia se extrae grasa de cacao y otros derivados, mientras que de la cáscara de los frutos se fabrica materia orgánica que mejora las condiciones de los suelos. La planta que se origina mediante semillas es de crecimiento erecto y puede llegar a una altura de cinco metros, la nacida por estaca es de follaje abierto y de menor tamaño, mientras la que se logra por injerto posee similitudes con la de estaca, pero crece hasta cinco metros.

En Baracoa avanza el restablecimiento de las plantaciones, la sombra y los bancos de semillas. Con dos nuevas casas en el Centro de Producción de Posturas por Micro-injertos y, en la extensión,

ya lograda, de esa tecnología a dos cooperativas. Para el desagüe de los cacaotales, acción relevante de la Tarea Vida en Baracoa, se cuenta con una brigada con modernos medios mecanizados, entre ellos varias retroexcavadoras.

Agroecosistemas agrosilvopastoriles

Aspectos socio históricos

La intensificación de la ganadería ha contribuido significativamente al progreso económico y social, pero a expensas del marcado deterioro de las condiciones ambientales. Los sistemas silvopastoriles contribuyen notablemente a la recuperación de los suelos de las regiones tropicales, y no implican efectos negativos en el ambiente.

Estos sistemas constituyen una modalidad de la agroforestería, en la cual se combinan, en el mismo espacio, plantas forrajeras (gramíneas y leguminosas rastreras) con arbustos y árboles, destinados a la alimentación animal y a otros usos complementarios (fuente de madera y frutos, sombra, regulación hídrica, hábitat de la fauna silvestre y otros)

En estos agroecosistemas se combinan de forma armónica árboles o arbustos, pastos y animales, con base a sus interacciones y estrecha relación con el suelo. Históricamente constituyen desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social una de las modalidades más prometedoras de los sistemas agroforestales.

Aspectos tecnológicos

- Incremento de la producción y la calidad de las posturas.
- Los árboles como restauradores de suelos degradados.
- Potencialidades para la mejora de los recursos hídricos.
- Conservación de la biodiversidad.

Es muy importante que en los campos no se pierda la identidad, para mantener firme el orgullo de la cultura y el origen de cada agroecosistema, además de hacer conciencia de esto, es preciso que el agricultor preserve el modo de vida campesino. Y de esta forma transmitir valores de generación en generación. La figura 76 muestra la descomposición de los agricultores por sexo y agro ecosistemas.

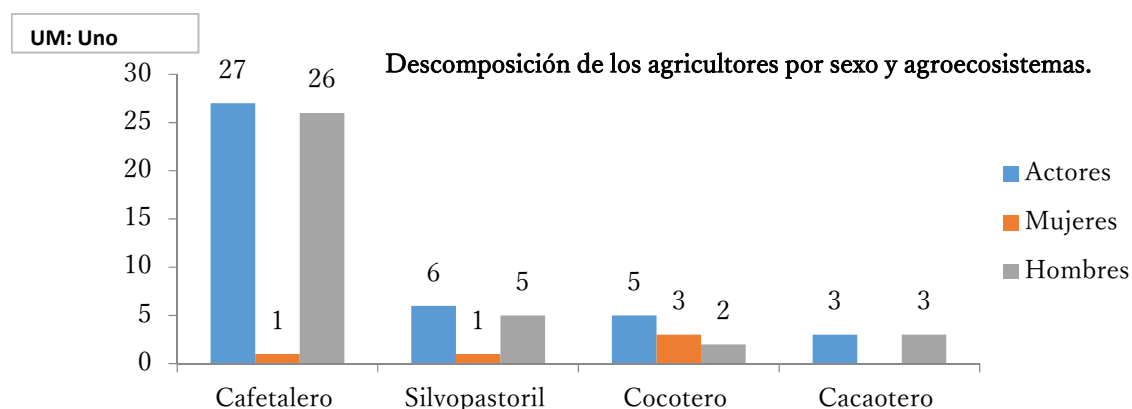


Figura 76. Descomposición de los agricultores por sexo y tipo de agroecosistema.

Fuente: equipo de Investigadores, especialistas y técnicos del proyecto.

El agroecosistema que mayor cantidad de agricultores se encuestó fue el cafetalero dado que predomina este rubro en la cuenca Toa.

Al evaluar la demografía asociada a la cultura agroproductiva en los 41 agroecosistemas, los investigados refirieron en su totalidad, que se trasmite la cultura productiva de saberes tradicionales asociadas a los cultivos del café, el coco, el cacao y la silvopastoril a los jóvenes de cada familia.

Pero estos jóvenes al terminar sus estudios, fuera o dentro de cada comunidad, incentivados por el desarrollo de la tecnología y otras condiciones asociadas a la mejora del nivel de vida migran, motivados incluso por la familia, en busca de mejores condiciones socioeconómicas. Y aluden que no desean trabajar en la agricultura y no le gusta la vida en el campo a pesar de haberse formado en ellos, lo que incide por supuesto en la escasez de la fuerza de trabajo que se agudiza en los periodos de cosecha.

En la figura 77 se muestran imágenes relacionadas con la cultura agroproductiva de estos agroecosistemas, en cuanto a los modos de preparación de suelo, alimentación, conservación de frutas, medios de trabajo para el procesamiento de alimentos ejemplo: obtención de guarapo y de coco rallado.



Figura 77. Cultura agroproductiva en agroecosistemas.

Fuente: equipo de Investigadores, especialistas y técnicos del proyecto.

“Desde finales del siglo pasado ha aumentado considerablemente y de manera exponencial la cantidad de informaciones y conocimientos en todos los ámbitos científicos y tecnológicos” (Mora, 2012), A ello habría que agregarle, la riqueza de los saberes ancestrales y populares, los cuales han adquirido recientemente un alto significado en las comunidades.

La incorporación de los saberes populares respecto a la cultura agroproductiva sobre los procesos de transformación comunitaria conduce al desarrollo sostenido en los agroecosistemas con relación a la biodiversidad, cuya única finalidad es el cambio y el desarrollo que se logra introducir una dimensión más participativa. Proveyer *et al.* (2017) plantearon la “necesidad de aumentar el acceso de programas orientados a la formación de valores ambientales que contemplen la tradición histórica de comunidades específicas, teniendo en cuenta sus modos de vida, tomando como marco las diferentes estrategias nacionales y los principales problemas ambientales diagnosticados”.

El proyecto constituyó tres (3) Grupos Gestores de trabajo comunitario. Estas formas de organización aparecen como espacios integradores que agrupan, por lo general, a las organizaciones barriales existentes (nos referimos a CDR, FMC, ANAP), Delegados del Poder Popular e incluye a su vez a los llamados, líderes “naturales”, que se identifican en casi todas las comunidades. “Estas estructuras no se identifican como estructuras nuevas, sino que se crean como una forma de interacción del propio tejido social de la comunidad” (Caballero 2005). Se consideran

más que estructuras organizativas, estructuras operativas para coordinar, ejecutar y evaluar diferentes momentos y tareas que se proponen como parte del proyecto auto-transformativo.

En este sentido se formaron en las comunidades de La Cuabita, Quiviján y la Perrera un grupo integrado por cinco personas en cada comunidad. La figura 78 muestra algunos momentos de las capacitaciones realizadas con las temáticas impartidas.



Figura 78. Capacitaciones a integrantes de los grupos gestores

Fuente: equipo de Investigadores, especialistas y técnicos del proyecto.

El objetivo primordial de estos grupos gestores fue conservar la biodiversidad y socializar aprendizajes en las comunidades de La Cuabita, Quiviján y la Perrera con énfasis en la flora, la fauna, la vegetación y el suelo. Lo propició la participación activa que requirió compromiso de los actores hacia la motivación, la articulación, la integración de saberes para el proyecto y la comunidad.

Después de creadas estas estructuras se procedió a brindar capacitación mediante talleres, trabajo grupal y conferencias a los grupos en temas asociados a la biodiversidad sobre la base de la educación popular ambiental para fomentar la unidad y el trabajo en equipo. Así como, a elaborar, discutir, y entregar contenido de trabajo es decir, funciones de manera diferenciada para cada integrante de los grupos gestores de trabajo comunitario, donde se articuló los conocimientos y

experiencias de los agricultores con las responsabilidades que desempeñan investigadores y personal técnico que intervino en el proyecto. Hubo proyección colectiva por fomentar encuentros bimensuales con los grupos gestores para generar dudas, inquietudes y nuevas necesidades sobre el medio ambiente.

El desarrollo de procesos educativos a nivel de base incidió en la preparación de actores/as para sumarse a estos espacios de intercambio de los grupos gestores lo que generó procesos reales de participación comunitaria. La formación contribuyó al sistema de redes creado en cada cooperativa.

12. CARACTERIZACIÓN DE LAS REDES DE PARTICIPACIÓN, RELACIONES Y PAPEL DE GÉNERO.

“Las redes de participación se definen como un espacio de trabajo donde se establecen relaciones e intercambios en múltiples direcciones, se potencia el intercambio y se comparten experiencias, lo que genera un tejido humano que promueve la participación no jerárquica” (Castilla, 2010). Dentro de las redes de participación se encuentran las relaciones de *Género*, ésta investigación se propuso trabajar con enfoque de género lo que significa analizar la situación subordinada de las mujeres, al hacer énfasis en la comprensión sobre las relaciones de poder entre hombres y mujeres, entre mujeres y mujeres (cuando existen relaciones de poder por razones de género, no por otra causa), y entre las mujeres y las instituciones y hacer una propuesta transformadora más justa y equitativa decidida por las mujeres concienciadas sobre esta realidad y basado en este análisis.

Género, se refiere a los roles y responsabilidades de hombres y mujeres y a la relación que existe entre ellos. No es ser lo que está determinado biológicamente hombre o mujer, se refiere a los roles que construimos socialmente para las mujeres y los hombres, es la forma en que sus identidades, cualidades y comportamientos son determinadas a través del proceso de socialización. Estos roles están influenciados por factores históricos, culturales, económicos, religiosos y étnicos. Es por ello que de esta construcción social se desprenden las disímiles acciones, actitudes y responsabilidades que tiene cada uno y una sobre el ambiente. De igual forma las mujeres y los hombres experimentan los cambios en el medio ambiente de manera diferente.

Se trata de una perspectiva incluyente puesto que analiza la condición de mujeres y hombres del Macizo Nipe-Sagua-Baracoa. Esta inclusión no implica necesariamente la exclusión de los hombres sino su integración para promover cambios. En la tabla 67 se reflejan los datos acerca del perfil, características y distribución de la población analizada.

Tabla 67. Algunas características de los encuestados/as según sexo.

Nivel cultural			Edad					Total
			18-25	31-40	41-50	51-60	61 y más	
Primario	sexo	Femenino	16	22	25	38	42	143
		Masculino	19	17	27	27	18	108
	Total							
Secundaria	sexo	Femenino	22	78	63	49	32	244
		Masculino	29	67	59	65	36	256
	Total							
Pre-universitario	sexo	Femenino	10	21	19	13	3	66
		Masculino	12	11	17	4	2	46
	Total							
universitario	sexo	Femenino	4	6	2	1	-	13
		Masculino	7	9	3	1	-	20
	Total							
Total			119	231	215	198	133	896

Fuente: Información obtenida en los cuestionarios.

Los 896 actores sociales abarcados en este estudio, de forma mayoritaria, poseen un nivel cultural secundario y una edad que oscila entre los 31 y 50 años.

La investigación arrojó que en las actividades de las Cooperativas participan las mujeres que están asociadas, pero no involucran a las esposas e hijas de los agricultores y cooperativistas; existen féminas que participan en las tareas de las fincas, pero no son asociadas y, a criterio de los miembros de las juntas directivas, no se han proyectado para incorporarlas al espacio público de las cooperativas.

El porcentaje de socias de las cooperativas asciende a un 31 % frente a un 69 % de socios. Además de los datos que ofrecen cifras tangibles de la diferente participación de mujeres y hombres en las cooperativas, se debe tener en cuenta la existencia de muchas mujeres “invisibles” que se encuentran vinculadas a las explotaciones agrícolas y ganaderas sin poseer una relación jurídica o administrativa con las mismas.

Así el trabajo desempeñado por la mayoría de las mujeres vinculadas a las explotaciones agrarias es considerado “ayuda familiar” puesto que son sus cónyuges los que ostentan la titularidad de las explotaciones.

Sobre la participación femenina:

Las mujeres asociadas a las formas de producción realizan las mismas actividades productivas que los hombres, tales como, limpia, atención a los cultivos, cosecha, comercialización y otras.

Las cooperativas tienen que involucrar más a otros actores en sus actividades culturales, recreativas y de manera primordial a sus asambleas de asociados¹. Aspecto a transformar para lograr una integración comunitaria e incorporar más asociados/as a las formas de producción cooperativa. Explicaron las féminas entrevistadas que para realizar el trabajo administrativo y productivo en las cooperativas no tienen presente las brechas de género, que aún persisten a pesar de trazar estrategias de género en cada forma productiva.

Significa que se tienen que brindar herramientas sobre la educación y la capacitación para potenciar el cambio mediante la participación protagónica de las féminas en la toma de decisiones y en las actividades productivas, al persistir el modelo de familia tradicional patriarcal, puede ser este uno de los factores que incidieron en que la mujer tiene menos acceso a la propiedad de las tierras, al estar generalizado según las condiciones vividas, un empoderamiento masculino.

Los documentos e informes ofrecidos por las cooperativas estudiadas, reflejan que no existe control sobre la participación por sexo de mujeres y hombres a las asambleas generales; (la información se obtuvo por los instrumentos aplicados). Las mujeres no tienen cargos de dirección de primer nivel, las responsabilidades que desempeñan algunas féminas en las cooperativas se focalizan en las comisiones de trabajo (patrullas de vigilancia campesina, control y fiscalización, de mandatos y como miembros de la organización de base para trabajar documentación, etc.).

Las mujeres asociadas, en el 60 % de los casos (según actas de asambleas), no asisten a las actividades mensuales que realizan las cooperativas. Al aludir algunas que la realizan en horarios en los cuales no pueden participar, y las que participan tienen un bajo nivel de intervenciones y de

¹ Reuniones mensuales de agricultores/as para tomar los principales acuerdos respecto a sus intereses como tenentes de tierras en cualquier magnitud.

aportación de criterios, como mínimo una o dos por cada asamblea efectuada.

La figura 79 refleja las consideraciones de la población estudiada referentes al rol de las mujeres rurales.

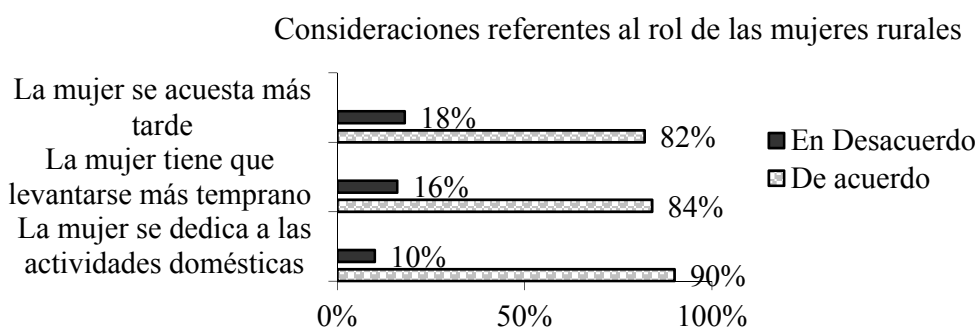


Figura 79. Consideraciones referentes al rol de las mujeres rurales.

Fuente: información obtenida en los cuestionarios procesados.

A través del análisis realizado, se reconoció la existencia de una costumbre hacia la limitación de la mujer por los hombres, en este sentido el 90 % de los investigados refirió que estas se dedican a las actividades domésticas. Mientras que, el 84 % expresó que tienen que levantarse más temprano y el 82 % coincidió en que la misma debe acostarse más tarde.

Como señaló Lagarde (2010) “Una cuestión que es fundamental trabajar de forma más profunda con las mujeres, es la falta de autonomía y autoestima, la que está generada por un descuido hacia ellas mismas, sostenido por la ética del cuidado hacia los otros”. Implica necesariamente la transformación de esta sociedad para implicarla en un proceso de relaciones equitativas, se considera que primero se debe romper con la mentalidad machista, porque para poder lograr cosas nuevas hay que pensar diferente, y principalmente las féminas ya que ellas mismas se ven de forma intangible ante el trabajo que realizan.

Se considera se tienen que promover y legitimar el cambio en el comportamiento de los individuos que integran las comunidades investigadas así, como dar continuidad a la implementación de la perspectiva de género que propuso el proyecto. Culturalmente, se suele asociar a los hombres con la producción y a las mujeres con la reproducción. La consecuencia es la tardía incorporación de estas últimas al mercado laboral y, en muchos casos ser consideradas como fuerza de trabajo secundaria (Parada, 2009). La figura 80 muestra los resultados alcanzados sobre la participación de la mujer en las actividades de dirección y agrícolas.

Participación de la mujer en actividades de dirección y agrícolas

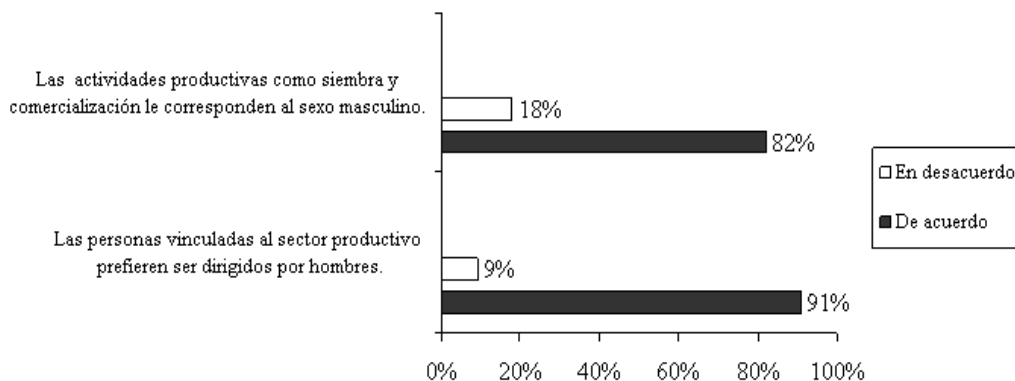


Figura 80. Participación de la mujer en actividades de dirección y agrícolas.

Fuente: información obtenida en los cuestionarios procesados.

En nuestro país, el proceso de elección en las Asambleas Generales de asociados/as hacia los cargos de dirección, se realiza mediante un proceso democrático donde los agricultores/as eligen a los integrantes de las Juntas directivas y la Organización de base. Las personas participantes en el estudio refirieron que los hombres poseen mayor agilidad, autoridad, “son más capaces”, “Desempeñan mejor el cargo”, “Tienen más tiempo para dirigir porque tienen menos tareas en el hogar”. Estos criterios develan la existencia de la autolimitación femenina en una fracción ampliada de la población investigada.

La investigadora alemana Ute Siebert, en el encuentro de Mujer y género “Clara Rodés in memoriam”, (Sevilla *et al.*, 2013) destacó, a través de los resultados de diversos estudios, “el doble rol de madre y esposa como uno de los factores esenciales que afecta la carrera de las mujeres y particularmente el trabajo ejecutivo”, al develar las contradicciones que las mujeres enfrentan debido a la sobrecarga de roles domésticos.

De la población general estudiada solo el 17 % apuntó que la mujer posee condiciones para la dirección, ya que la misma tiene destreza y responsabilidad y consideran que “Si tienen los conocimientos necesarios para la actividad a desempeñar, el sexo no es primordial.”, “las mujeres suelen ser más reflexivas y analizan mejor las medidas a tomar”, “desde joven entiendo que la mujer es más fiel y sobrepone el deber a la debilidad”, fueron algunos de los criterios aportados.

Indicadores evaluados con hombres en las comunidades rurales investigadas:

Se destaca en este estudio construcciones subjetivas que refuerzan roles tradicionales y patrones de comportamiento definidos para mujeres y hombres. Así los investigados expresaron que el hombre “tiene que ser el que aporte todo en la casa” y “es el eslabón más fuerte de la familia”; y se autodefinen como “la cabeza de la familia”, “el horcón o ejemplo de la familia” y “machistas”, mientras ubican a las mujeres en la posición de “apoyar” las labores que ellos realizan.

El 69% de los hombres indicaron que solo ellos manejan los recursos de la familia, en cambio el 80 %, admite que prefiere el apoyo económico de su pareja, al considerar que es bueno que se cuente con mayor economía en el hogar; sin embargo, consideran que si se quedaran sin empleo peligra su masculinidad², que la mujer siempre tiene que ser “apoyo” en la familia por el papel preponderante que éstas desempeñan, lo que a su vez significa invisibilidad de las féminas, si lo analizamos desde una perspectiva sociológica.

Se mantienen disonancias entre el discurso y la práctica en el desempeño de los roles de género en las familias. El 63 % de los investigados refiere que participan en el trabajo doméstico, sin embargo, consideran en el 98 % de los casos que es una labor para mujeres. Se evidencia la reconstrucción de estas miradas estereotipadas en lo que se expresa y en las prácticas cotidianas hogareñas que sostienen los investigados. La figura 81 muestra las consideraciones de los actores investigados acerca de su identidad masculina.

La investigación aportó resultados coincidentes a los alcanzados por (Salcines, 2013) al señalar los actores, en el intercambio sostenido, que aprendieron sobre su poder patriarcal, al expresar que es “natural” y, que no puede ser cambiado, *lo cual forma parte de la ideología del sexismo, que justifica y legitima la opresión de las mujeres*. Sin embargo, el poder patriarcal sí puede ser transformado en un modelo de convivencia más equitativo.

²La masculinidad alude a una manera, sobre todo en los hombres, de vivir la sexualidad, la afectividad, el trabajo, la vida diaria, entre otros aspectos; de cumplir con roles sociales y sexuales y, además, apunta a un símbolo de jerarquías sociales en el cual los varones ejercen poder sobre otros hombres, los niños y las mujeres. Por eso podemos afirmar que la masculinidad se asocia con el poder y con la autoridad. R. W. Cornell (1997): “La organización social de la masculinidad”, en T. Valdés y J. Olavarría (editores): *Masculinidad/ es. Poder y Crisis*, Ediciones de las Mujeres, no. 24, Santiago, Chile.

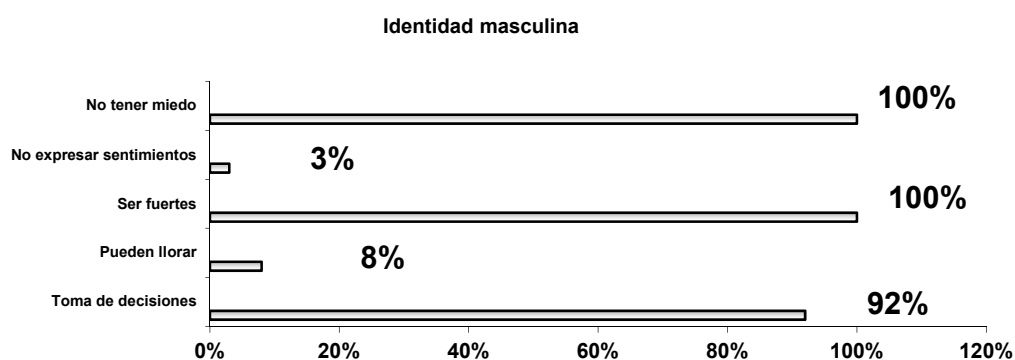


Figura 81. Consideraciones de los actores investigados acerca de su identidad.

Fuente: información obtenida en los cuestionarios procesados.

La totalidad de los investigados refieren no permitir afectos, mediante besos del sexo masculino, y argumentan que los hombres no se besan³, acá se manifiesta el machismo arraigado en estas personas y, se evita a cualquier costa cuestiones tales como mostrar emociones, cuidar de otras personas y del propio cuerpo, hablar sobre sentimientos, y también algo crucial para la educación de los varones: ser buenos en la escuela. Refieren que ellos como jefes de familia exhortan a sus descendientes varones a ejercer poder para ser respetados y a implantar carácter.

Sobre las desigualdades:

“En los últimos años la participación de las mujeres en el mercado laboral y en la producción agropecuaria se ha incrementado, lo que crea cambios en la estructura familiar y en las comunidades” (Ramírez, 2016). A pesar de su contribución en el gasto familiar y en la producción de alimentos, su esfuerzo no ha contribuido a eliminar las desigualdades en las áreas rurales.

El estudio aportó que el 82 % de los investigados refieren que las actividades productivas como siembra y comercialización le corresponden al sexo masculino. En este sentido aluden que las condiciones topográficas de sus fincas son muy difíciles, de ahí *lo complejo* para que la mujer se vea inmersa en las gestiones antes señaladas, además de poseer edades avanzadas como se señaló anteriormente. La fuerza femenina más joven no muestra interés por trabajar en las actividades agrícolas, al expresar que esos trabajos deben quedar para otras personas, que ellas aspiran a trabajos diferentes a las labores de campo, mientras eso llega se dedican a las tareas

³(a pesar de ser una cultura instalada en los últimos tiempos en la población juvenil en comunidades urbanas)

domésticas sin responsabilidades en las actividades que realizan las cooperativas.

Al analizar el comportamiento del espacio privado a las mujeres y público a los hombres la tendencia fue del 95 % a favor de lo primero, los resultados se muestran en la figura 82.

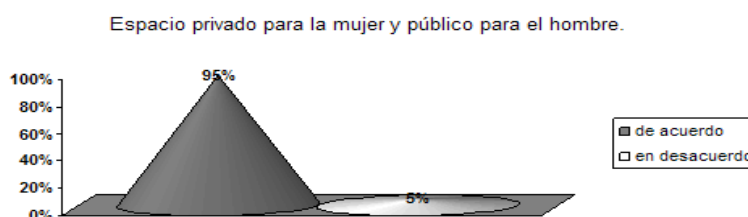


Figura 82. Designación de espacios para la mujer y el hombre atribuidos por la sociedad investigada. Fuente. Información obtenida en los cuestionarios procesados.

Consideramos que esto se debe a la cultura establecida, si se tiene en cuenta que estas comunidades presentan mayores desventajas para promover acciones de transformación, dado por las condiciones económicas y sociales que en ellas persisten.

Por otra parte, aluden las féminas estudiadas que, aunque sienten necesidades de distracción (fuera del hogar) esas costumbres le corresponden al sexo masculino. Al tomar como base los criterios negativos que surgen de las mujeres que tienen un comportamiento como tal, significa que hay que actuar sobre la realidad de las mujeres con medidas encaminadas al apoyo en el acceso a los recursos y la gestión del conocimiento, lo que requiere tener en cuenta su situación personal y laboral, para así poder poner en marcha acciones que abarquen diferentes áreas de actuación, como la promoción, formación y empleo y, que estén destinadas a mejorar la calidad de vida de las mujeres rurales.

“En esta apuesta por construir modelos impuestos socialmente, debemos inclinarnos por construir modelos alternativos que contemplen la igualdad y equidad entre ambos géneros”. Señaló el Grupo de Estudios sobre Juventud del CIPS (2015). Coincidimos con el informe presentado por La Secretaría de Desarrollo Social y Humano (2017), al considerar “que las mujeres del mundo entero se ocupan de tareas productivas y reproductivas dentro y fuera del hogar, las cuales varían de una cultura a otra y corresponden a las categorías siguientes: labores agrícolas, labores domésticas, comercio y trabajo asalariado”; sin embargo, las labores no remuneradas son altamente

subestimadas, a pesar de que son necesarias en la solución de problemáticas al interior del hogar y en las comunidades. Esta investigación arrojó que el 73 % de la población concuerda con estos criterios. Y, es cuando las féminas se descuidan de ellas en sí mismas para dedicarse a los demás, aspectos en los que se debe trabajar para erradicar estereotipos tradicionales de la sociedad en las comunidades rurales investigadas.

“Las hembras y los varones somos diferentes, eso nos hace maravillosos. Es lamentable que esas diferencias se conviertan en desigualdades” (Sevilla *et al.*, 2013). En las comunidades investigadas persisten sobrecargas en el 98 % de las féminas estudiadas en cuanto a las tareas del hogar, la crianza de los hijos/as, así como prejuicios y concepciones erróneas sobre el papel de cada miembro de la familia. Resultados similares explicó Vasallo (2015) en el Panel “En situaciones humanitarias las mujeres y adolescentes son las más vulnerables”, organizado en La Habana por el fondo de población de naciones unidas.

Sobre el desarrollo de capacidades

“Los cambios en cuanto al género son procesos sociales lentos, donde hombres y mujeres deben estar empoderados en pos de una meta, la equidad” (Salcines, 2013). Sobre esta base de progreso de capacidades se realizaron talleres para desarrollar conocimientos y habilidades con enfoque de género e incentivar el reconocimiento de la labor femenina. Los talleres se desarrollaron con la participación activa de 173 actores sociales, de los cuales 89 corresponden al sexo femenino y 84 al masculino se realizaron los talleres con enfoque de género. La figura 83 muestra momentos de la realización de algunos de ellos.



Figura 83. Momentos de realización de los talleres de género.

Fuente: equipo de Investigadores, especialistas y técnicos del proyecto.

Para la evaluación de cada taller se le dio una primera mirada a los objetivos y a las expectativas, lo aprendido, lo que compartieron e intercambiaron. A su vez reconocieron los actores sociales las

concepciones erróneas que tenían y consideraron que podrían transformar; en tanto, los hombres aportaron criterios sobre el reconocimiento y la carga de las mujeres, así como las limitaciones a la que están expuestas al proponerlas para cargos de dirección, El grupo propuso desarrollar otros talleres y sugirió que se trataran otros temas, tales como la autoestima y otros aspectos sobre género y masculinidades.

En los talleres se desarrolló un ejercicio de “lluvias de ideas”, que se enfocó en las limitaciones que tienen las mujeres para la participación en los espacios públicos de las cooperativas. Se identificaron los problemas que se exponen en la figura 84-.

Problemas que se identificaron:

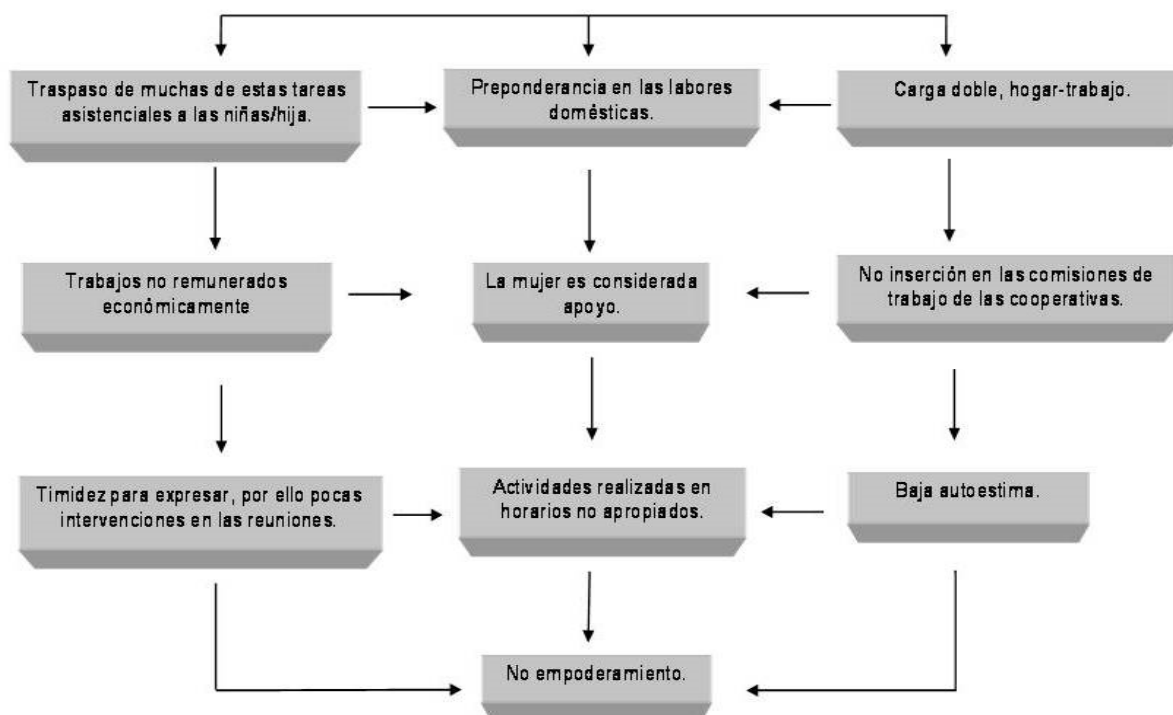


Figura 84. Problemas detectados que limitan a las mujeres para la participación en los espacios públicos de las cooperativas

Para que la investigación tenga alcance se considera fundamental la participación de los habitantes en la implementación de acciones ya que a estos le corresponde garantizar la equidad de género en el contexto en que residen.

Para atenuar los elementos antes expuestos se elaboró una perspectiva de género, la cual se evaluó y discutió con los integrantes de las juntas directivas y las organizaciones de base de las cooperativas estudiadas. La cual contempla los siguientes aspectos:

- Que se identifique por separado cuantos hombres y mujeres participan en el control de la asistencia que reflejan en las actas de las asambleas generales de asociados.
- Realización de acciones de capacitación y motivación para que las mujeres participen de forma activa, y aporten criterios en las asambleas generales.
- Análisis de brechas de género (barreras o limitaciones que pueden tener las mujeres).
- Incorporación de mujeres a las comisiones de trabajo que organiza la cooperativa.
- Creación de una cantera de reserva en la que exista equidad ente hombres y mujeres.
- Organización de un plan para la preparación de agricultores/as por cultivo, y realizarlo con enfoque de género, y que el mismo tenga implícito el horario a realizarse para propiciar la participación femenina.
- Realización de un levantamiento sobre la situación económica y social de agricultores/as, así como evaluar vivienda, salud, ingresos etc.
- Promoción de intercambios de experiencias y socialización de conocimientos y habilidades aprendidas entre los distintos actores de las diferentes cooperativas y la ANAP en cada municipio de los estudiados.
- Implicación de las organizaciones de la comunidad en las actividades de la cooperativa (priorizar la Federación de Mujeres Cubanas).
- Organización de visitas de grupos de estudiantes de secundaria a las cooperativas, para propiciar la motivación del trabajo agrícola como una posible opción más de futuro.
- Promoción de la incorporación al trabajo en las cooperativas de personal joven. (*Las mujeres más jóvenes se muestran más activas en cuanto a la participación*).
- Realización de actividades deportivas, recreativas y culturales para la atracción de mujeres jóvenes.

Estudio con la población juvenil en la comunidad “La Cuabita”.

La investigación se realizó con la concepción de aprender haciendo, a partir de experiencias vivenciales, generadas en la práctica cotidiana para propiciar el cambio transformador en actores juveniles con una perspectiva de género.

En los últimos tiempos, los medios de comunicación, en nuestro país, han promovido la divulgación de contenidos relacionados con el Cambio Climático y la conservación de la biodiversidad; por

medio de spots, animados, mensajes educativos y documentales, los que se dirigen a toda la población y se enfatiza en los más jóvenes.

Sobre la vulnerabilidad de las mujeres jóvenes:

Entender las diferencias entre quién decide, usa, controla y tiene acceso a los recursos, así como quién es el responsable de que haya alimentación, vestuario, insumos, aseo, etc., puede contribuir a iniciativas y resultados más efectivos en el cuidado del medio ambiente, que colaboren con el crecimiento económico, la mitigación de los impactos adversos del cambio y variabilidad proyectados.

Consideran los investigados que la vulnerabilidad ante desastres está íntimamente vinculada a las desigualdades de género, y aluden que las mujeres son más vulnerables (figura 85)

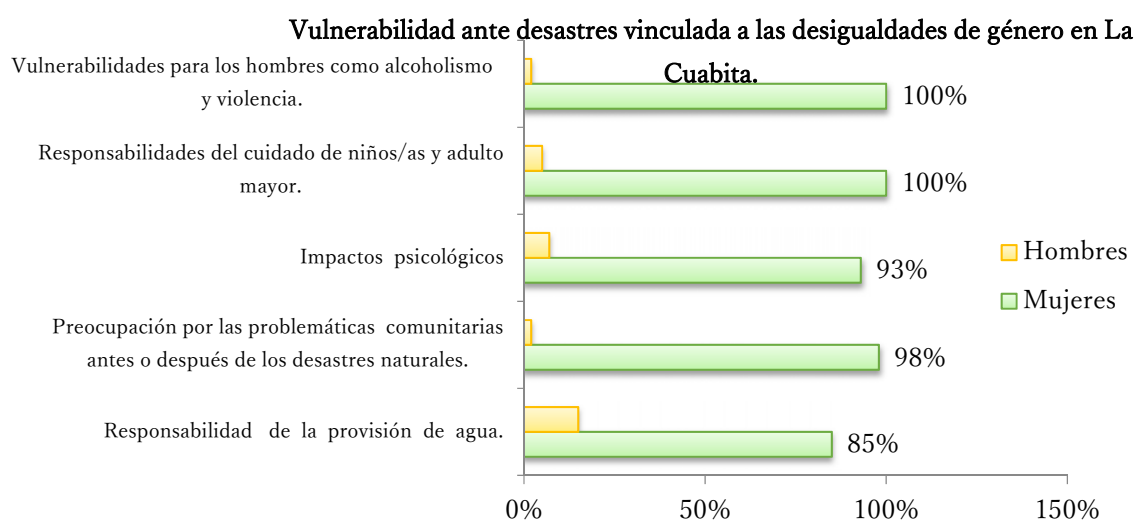


Figura 85. Vulnerabilidad ante desastres vinculada a las desigualdades de género en La Cuabita.

Fuente. Obtenidos en los talleres realizados.

Como se muestra en la figura 85, la responsabilidad de la provisión de agua en esta comunidad es para las mujeres jóvenes casadas o no, dado que la familia de forma tradicional lo tiene reconocido así, lo que influye en un mayor esfuerzo físico de éstas, y tienen a la vez jornadas más cargadas lo que constituye un estereotipo a seguir por las niñas. A pesar del trabajo que se desarrolla junto a los actores sociales todavía se necesita mayor sensibilización en cuanto a igualdad de derechos y deberes para hombres y mujeres.

Cabe destacar, que al evaluar con este colectivo juvenil la preocupación por las problemáticas comunitarias antes o después de los desastres naturales, se evidenció con claridad que es una tarea de mujeres, dado que los hombres se interesan por las labores productivas y los desastres provocados a sus fincas, Estas féminas aluden que atienden a niñas, niños y personas de la tercera edad en los lugares de evacuación, sea en casa de vecinos, familiares o el círculo social de la cooperativa y, se encargan de motivar a la familia para levantar ánimos y reducir tensiones.

Referido a impactos psicológicos, aspectos a los que muchos no le dan importancia, pero son medulares en la calidad de vida de las personas de forma general y de las mujeres en lo particular, es oportuno señalar por ejemplo las condiciones de los baños en los lugares de evacuación, y los recuerdos personales como cartas, fotos, libros, entre otros. Estos aspectos constituyen vulnerabilidades.

En muchas sociedades, las mujeres asumen la principal responsabilidad de la crianza de los hijos e hijas y el cuidado de ancianos y enfermos. La vida de la mujer es afectada fuertemente por su vida reproductiva, la cual tiene una clara y directa influencia en su estado de salud, las oportunidades de acceso a la educación y al empleo y en los ingresos propios y de su familia.

En esta comunidad las mujeres se casan muy jóvenes y, generalmente tienen una edad inferior que la del hombre, la subordinación de ésta al marido es más intensa y sin lugar a dudas, condiciona fuertemente sus posibilidades de educación y de trabajo retribuido, 17 de las féminas con las que se realizaron intercambios refieren no estar incorporadas al trabajo remunerado, y explican que se han visto afectadas por las explicaciones dadas con anterioridad.

El alcoholismo y la violencia generan insatisfacciones, violencia sexual, acoso y heridas no visibles en algunos casos, pero si psicológicas, que se traducen en estados de ánimos negativos y comportamientos no adecuados en la sociedad. Las mujeres son responsables en un 90% del cuidado de las personas mayores y de los niños/as, esto complica o más bien limita su traslado, por lo que deberán permanecer mayor tiempo en la comunidad.

Visión de jóvenes ante el cambio climático para el cuidado de la biodiversidad:

Los jóvenes tienen ante sí importantes desafíos en una sociedad cada vez más compleja, si aceptamos que el cambio climático provoca grandes desastres naturales (inundaciones, huracanes, sequías extremas, aumento de la desertificación, etc.), entonces la visión de los jóvenes es fundamental, para poder transformar comportamientos sobre todo en condiciones de montaña.

La investigación indagó sobre tres indicadores que se muestran en la tabla 68 referido a la visión de jóvenes ante el cambio climático para enfrentar y reducir los riesgos y las vulnerabilidades.

Tabla 68. Visión de jóvenes de La Cuabita ante el cambio climático en.

Indicadores	Criterios	
	Mujeres	Hombres
Prevención	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Integración de factores dentro de la comunidad. ✓ No todas las personas tienen interés por el cambio climático. ✓ Intercambio de conocimientos y experiencias. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Manejo y conservación de la biodiversidad. ✓ Atención a los focos contaminantes. ✓ Integración de grupos de trabajo. ✓ Disminución del empleo de plaguicidas tóxicos.
Preparación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las acciones no involucran generalmente a niños, niñas, adolescentes y jóvenes. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No se tratan temas ambientales.
Recuperación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Promoción de iniciativas y acciones que contribuyan a un desarrollo sostenible con participación comunitaria. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realización de acciones de educación ambiental.

Fuente: ejercicios de participación realizados.

Como se aprecia, la población juvenil estudiada tiene claridad sobre como accionar ante los desafíos del cambio climático, no obstante hay que empoderarlos para que aporten a la comunidad con proyectos de impacto socio ambiental e intercambien información a nivel local, así como aumenten la concienciación sobre el cambio climático y los efectos que este tendrá en sus vidas, en las de sus amigos y en su comunidad.

La investigación aportó que los niños y las niñas como es lógico, se ven perjudicados también por el cambio climático, de hecho serán ellos quienes deberán vivir su impacto, pero también son los más olvidados en las conversaciones que versan sobre el tema, por lo cual hay que actuar con premura.

Las personas estudiadas refirieron que la naturaleza de las relaciones entre mujer rural y medio ambiente se encuentra, sobre todo, en el uso y manejo de los recursos naturales, en especial leña y agua, necesarios para preparar el alimento para la familia. El deterioro del medio ambiente implica

una mayor carga de trabajo para la mujer. Al mismo tiempo, el limitado acceso a los recursos y medios de producción la obligan a sobre-explotar los recursos naturales disponibles.

En el marco de la investigación se indagó ¿en qué medida las féminas jóvenes tienen conocimientos y se preparan para enfrentar desastres ocasionados por el cambio climático y a su vez proteger la biodiversidad? (La figura 86 muestra las respuestas a la interrogante)

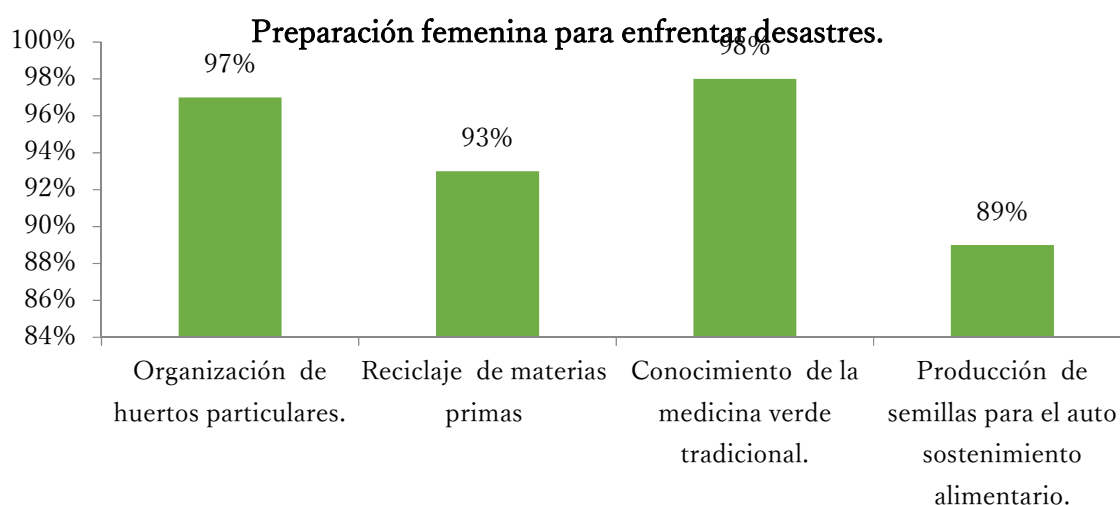


Figura 86. Preparación femenina para enfrentar desastres.

Fuente. Obtenidos en los talleres realizados.

Sin lugar a dudas, los programas que apuntan a garantizar la seguridad alimentaria y lograr un desarrollo sostenible tendrá mayores posibilidades de éxito, si valorizan e incorporan los conocimientos que tienen las mujeres al respecto y aseguran su participación en el proceso.

Acciones vinculadas a niños y niñas:

En la escuela primaria Pastor Martínez Rodríguez de la comunidad La Cuabita, se constituyó un círculo de Interés por 15 niños y 13 niñas de los grados 4to, 5to y 6to de la escuela, sobre temas asociados a biodiversidad y género, con el marcado propósito de mejorar sus relaciones interpersonales e intergeneracionales, el cual se nombró *"construyendo con enfoque de género"*.

En esta etapa de la investigación se realizó un concurso vinculado al medio ambiente, observado desde las visiones femeninas y masculinas, se contó con la colaboración de integrantes del grupo

gestor de la comunidad La Cuabita (ver Figura 87).



Figura 87. Trabajos con el círculo de interés con la colaboración del grupo gestor en la Cuabita.

Fuente: equipo de Investigadores, especialistas y técnicos del proyecto.

Las escuelas desempeñan un papel de suma importancia en la construcción de las relaciones de género. Con un colectivo preparado en temas como este se puede transformar el presente desde la visión de género basado en la equidad, sobre todo en estas comunidades rurales donde el trabajo es fundamentalmente forzoso.

Acciones con la comunidad:

Se muestran en la figura 88 momentos de la realización de los talleres con actores y actoras de la comunidad La Cuabita.



Figura 88. Talleres realizados con actores sociales en La Cuabita.

Fuente: equipo de Investigadores, especialistas y técnicos del proyecto.

Los talleres propiciaron motivación a las personas de la comunidad para la construcción colectiva acerca de las relaciones de género y, la visión de la población juvenil ante el cambio climático para el cuidado de la biodiversidad y, determinaron las aspiraciones con respecto a las relaciones de género, en torno a la vida cotidiana, individual, familiar, y laboral.

Si no podemos proporcionarles a los jóvenes, hoy y aquí, la sociedad que necesitan y merecen, debemos al menos intentar ofrecerles modelos de conducta que reflejen nuestro compromiso con el cambio, para que les sea menos difícil afrontar la discriminación que, de hecho, les estamos heredando a estos actores jóvenes y que incide de forma diferente ante los efectos del cambio climático y la preservación de la biodiversidad.

Es hora de analizar los efectos reales de los valores masculinos dominantes sobre otras personas en las familias, el trabajo y también sobre sí mismos. El negarse a hablar, a admitir debilidad y a mostrar vulnerabilidad, así como las prácticas de control y dominio sobre otras personas, son tácticas exitosas de poder, pero también son los puntos que provocan efectos negativos en los hombres.

Todas estas reflexiones deben ocurrir aquí y ahora porque ni las mujeres ni los hombres que somos parte del tejido de este embrión de nación llamado Cuba, que ha establecido políticas en función de la igualdad podemos permitir que no se construyan mejores relaciones de género a favor de la sociedad, que propicie armonía con la biodiversidad. La reflexión y el cambio deben darse también porque no debemos seguir la convivencia en la ignorancia mutua sobre “el otro sexo”; porque debemos dejar de vernos como sexos opuestos si compartimos la misma tierra, el mismo techo, y posiblemente la misma cama y los mismos ideales de libertad, de hermandad, de solidaridad. Porque debemos cuestionar, combatir y transformar esta arrogancia patriarcal que sólo conseguirá postergar aún más la cosecha de la equidad en esta comunidad.

13. CARACTERIZACIÓN DE LA PERCEPCIÓN Y EL MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD POR LOS ACTORES SOCIALES.

A nivel internacional los estudios de percepción ambiental tienen como principal escenario zonas rurales debido a la importancia del uso y conservación de los recursos naturales. En nuestro país, también se han desarrollado estudios de este tipo, debido a la necesidad de conocer cómo perciben los pobladores de comunidades montañosas su entorno y en qué grado estos se sienten comprometidos con el uso racional y protección de los recursos naturales.

La humanidad enfrenta hoy en día uno de los más grandes y profundos problemas, el deterioro progresivo del ambiente, lo cual puede traer consigo además de las severas afectaciones a los ecosistemas naturales, alteraciones en la dinámica de las relaciones sociales y más grave aún, el riesgo de que desaparezca la especie humana. Al respecto, Castro (1992) expresó “Una importante

especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de sus condiciones naturales de vida: el hombre. (...) Páguese la deuda ecológica y no la deuda externa. Desaparezca el hambre y no el hombre... Mañana será demasiado tarde para hacer lo que debimos haber hecho hace mucho tiempo". Molina *et al.* (2011) argumentó que "los conflictos socio ambientales constituyen un importante fenómeno de las relaciones sociales y económicas existentes en torno al uso, acceso y aprovechamiento de los recursos naturales".

En los últimos tiempos se han incrementado los estudios relacionados con la percepción y el manejo de la biodiversidad por actores sociales para su prevención, en donde los estudios de percepción se han constituido en una importante herramienta que contribuye a explicar estos fenómenos sociales.

Se desarrolló la investigación en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, con especial énfasis hacia el este, donde coinciden importantes áreas de interés para la conservación de la biodiversidad, como son el Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) "Cuchillas del Toa" (Reserva de la Biosfera), la cuenca hidrográfica Toa y el Parque Nacional Alejandro de Humboldt.

Entre la biodiversidad y la sociedad existe una relación dialéctica, por lo que están íntimamente relacionadas; la biodiversidad le proporciona a la sociedad una cantidad incalculable de beneficios y a su vez la sociedad, según el tratamiento que le dé a la biodiversidad puede causarle muchos daños o puede contribuir a su conservación.

Nos planteamos como premisa principal caracterizar las percepciones ambientales y el manejo de la biodiversidad de diferentes grupos sociales a partir del significado e importancia que para ellos adquiere el medio, teniendo en cuenta además en qué medida estos son capaces de identificar los problemas ambientales que los afectan y actuar en aras de solucionarlos y a su vez fortalecer el conocimiento sobre el manejo de la biodiversidad que poseen los actores sociales de estas comunidades.

Los actores de las 41 fincas de los agroecosistemas cafetaleros, cocoteros, cacaoteros y silvopastoriles, evidenciaron una alta percepción de qué es el medio ambiente y, qué elementos lo componen. El 83% de ellos reconoció a los elementos sociales y culturales, como parte de ese medio.

La Figura 89 muestra los criterios de actores sociales referidos a la identificación de los principales problemas medioambientales que afectan la calidad de vida en estas comunidades.

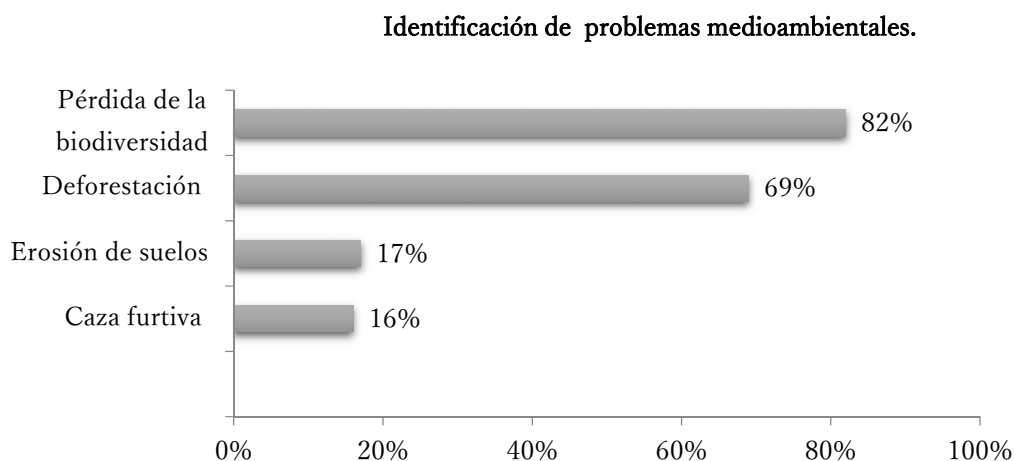


Figura 89. Identificación de los principales problemas medioambientales.

Fuente: Encuestas aplicadas.

Las personas señalan que la caza furtiva incide en estas comunidades, fundamentalmente en la avifauna silvestre, y destacan el azulejo, tomeguín de la tierra y del pinar, el negrito, la paloma rabiche y aliblanca, la gallina de guinea, la torcaza, el ruiseñor, entre otros.

Begué *et al.* (2014) plantearon que “en esta región del país predominan pendientes alomadas y erosión fuerte, la que se agrava por las abundantes precipitaciones de la zona”. La población en estudio refirió que la erosión afecta a la fertilidad de los suelos y, explicaron que en estas comunidades las personas dependen de los suelos para sobrevivir y ello incide en lo productivo y por ende en lo económico. La erosión trae consigo emigración y daños al ecosistema, reconocido de esta forma por agricultores.

La deforestación desde las experiencias vivenciales de los actores sociales, tienen muchos efectos negativos para el medio ambiente. El impacto más dramático es la pérdida del hábitat de algunas especies de plantas y animales. Por otra parte la tala de árboles sin una eficiente reforestación resulta en un serio daño al hábitat, en pérdida de biodiversidad y en aridez. Para evitar la deforestación se insiste en la siembra de árboles, para lo cual se sensibilizaron a los agricultores con un papel preponderante en estos ecosistemas.

Sobre la pérdida de biodiversidad la población del estudio refirió que antes tenían mayor diversidad de animales y plantas, así como abundancia de estos, y en los recorridos que realizan por los diferentes ecosistemas en las cuales ellos habitan se nota como aspecto importante la extinción de algunas especies, (ver tabla 69) y la pérdida o el deterioro de los ecosistemas, esto es causado por la desaparición de eslabones en las cadenas alimenticias y por los ciclones tropicales.

Tabla 69. Especies de plantas en peligro por tipo de agroecosistemas.

Agroecosistemas	Nombre común	Nombre científico
Café	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco
	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
	Guayacán	<i>Tabebuia chysantha</i>
	Abrojo	<i>Tribulus terrestris</i>
	Palo de Rosa	<i>Salpiniavisicaria</i> L.
Coco	Caña fístula	<i>Cassia fistula</i> L
	Lengua de las mujeres	<i>Pilea nummu lavifolia</i>
Cacao	Guanillo	<i>Dedyme panak</i>
	Guanábana	<i>Annona muricata</i>
Silvopastoriles	Níspero	<i>Manilkara huberi</i>
	Amansaguapo	<i>Savia sessiliflora</i> Willd
	Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i>
	Toronja	<i>Citrus grandis</i>
	Copal	<i>Tetragastris cubensis</i>
	Canela	<i>Dicypellum caryophllatum</i>
	Saca cebo	<i>Vernonia auratoides</i> Bleas
	Palo brasil	<i>Paubrasilia echinata</i>
	Marañón de sierra	<i>Magnolia cubensis</i> Urb
	Cuabilla	<i>Croton lucidus</i> L

Fuente: inventarios realizados en las 41 fincas estudiadas por técnicos del proyecto.

La población en estudio explicó que al hombre transformar bosques, matorrales, pastizales en campos agrícolas, ganaderos, carreteras y otros se destruye el hábitat de muchas especies. Sin embargo, predominan especies endémicas de la fauna que no disminuyen su población, dado que su base de alimentación es más amplia que otras especies y tienen alto grado de reproducción, tal

es el caso del totí, el cao montero, carpintero verde, entre otros.

“Hasta este momento han sido más los daños que los beneficios que han proporcionado las sociedades a la biodiversidad, debido al uso indiscriminado que han hecho de la misma, lo que ha provocado la pérdida de un gran número de especies de animales y vegetales y los ecosistemas asociados, que son de gran importancia para el desarrollo y mantenimiento de la sociedad y el desarrollo humano” (Martínez, 2017). Las problemáticas ambientales constituyen un tema de vital importancia en la sociedad actual, por lo que se deben aunar fuerzas en el empeño de conservar el entorno y hacer más sostenible la vida en el planeta.

Al respecto Botta (2016) señaló que “entre la biodiversidad y la sociedad existe una relación dialéctica, por lo que están íntimamente relacionadas; la biodiversidad le proporciona a la sociedad una cantidad incalculable de beneficios y a su vez la sociedad, según el tratamiento que le dé a la biodiversidad puede causarle muchos daños o puede contribuir a su conservación”. Por ello se motivó a los actores a reconocer el papel que de conjunto con las instituciones y el gobierno local deben desempeñar, hay que resaltar la necesidad de implementar programas de Educación ambiental que no solo estén dirigidos a los niños/as, sino que incluyan además al resto de los pobladores.

La satisfacción de nuestras necesidades, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, constituye la base del desarrollo sostenible, de ahí la importancia de implementar acciones y alternativas sostenibles para todos/as, que permitan la coexistencia del ser humano con su ambiente.

Sobre el manejo de la biodiversidad:

Desde una percepción sociológica se analizó con la población estudiada tres temas acerca de la biodiversidad lo que arrojó los siguientes resultados que se muestran en la figura 90.

“Los ecólogos están de acuerdo sobre los impactos del ser humano en la biosfera. La deforestación, la erosión y desertificación, y las extinciones de especies son algunos ejemplos” (Lugo, 2001). Explicaron los actores sociales que una de las acciones que permite proteger la biodiversidad es no arrojar desechos sólidos ni líquidos en los ríos para disminuir la contaminación, la no tala de árboles, realizar el manejo de los cultivos sin sobre-explotación. No fomentar el tráfico ilegal de especies. Y sobre todo concientizar a las personas que el impacto creciente de las actividades humanas en la naturaleza provoca pérdida en la biodiversidad.

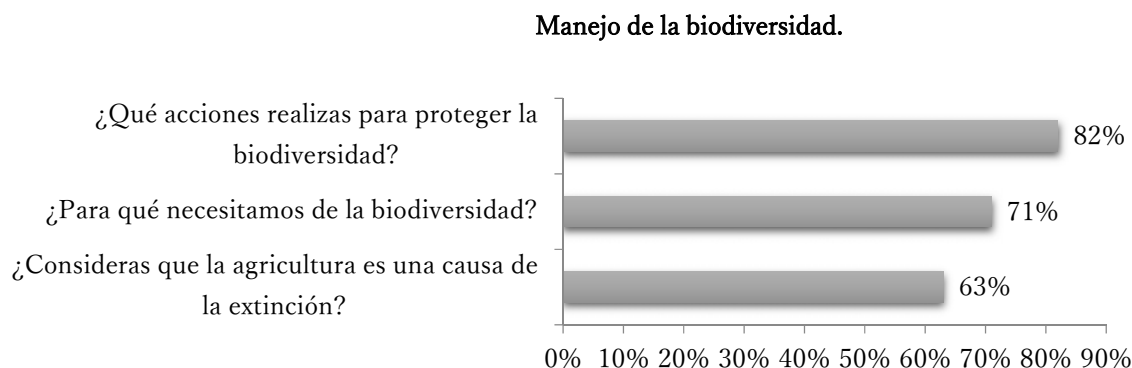


Figura 90. Manejo de la biodiversidad.

Fuente: Instrumentos aplicados.

Refirieron las personas del estudio que el uso y beneficio de la biodiversidad ha contribuido de muchas maneras al desarrollo de la cultura humana, y representa una fuente potencial para subvenir a necesidades futuras. Y que en estos ecosistemas hay que ser agradecidos ya que son sitios reservas de la biosfera y de gran importancia.

“El término biodiversidad se refiere a la variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman. Comprende también la gama de ecosistemas, de especies y de sus poblaciones, así como las diferencias genéticas entre los individuos que las constituyen. La diversidad genética confiere a los organismos pequeñas distinciones que determinan una sobrevivencia y reproducción diferencial, las cuales permiten la evolución de las especies a través de los procesos de selección natural” (Jiménez, 2016). Al indagar sobre la agricultura como fuente de extinción, las personas en el estudio señalaron que esta causa un gran impacto al convertir ecosistemas diversos en tierras de cultivo.

A pesar de conocer sobre la protección a los recursos naturales existen factores que inciden desde la antropización. “Las actividades humanas, como la agricultura, modifican las características originales de los ecosistemas. Algunas de estas actividades cambian la composición de especies o su abundancia, otras modifican completamente al ecosistema” (Mexi, 2018). Además, los

plaguicidas mal utilizados pueden envenenar a muchos organismos y no solo a las plagas, así como la caza, exterminio y explotación de animales. Elementos que se trabajan con los actores sociales a través de la participación comunitaria.

14. ACCIONES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL A TRAVÉS DE INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS ENTRE LOS DIFERENTES ACTORES SOCIALES

Las acciones de educación ambiental a través de intercambio de experiencias entre los diferentes actores sociales, así como realización de talleres, campañas de bien público y ferias agropecuarias se efectuaron durante el periodo que el proyecto se ejecutó; se realizaron en fincas de los agricultores, en círculos sociales de las cooperativas y en aulas, en dependencia de las posibilidades que tenían los agricultores y los estudiantes, se aprovecharon los espacios propicios para estas actividades, las capacitaciones se realizaron después del diagnóstico y se articularon con saberes de agricultores y las propuestas del proyecto.

Círculos de interés

Los círculos de interés constituyeron una vía para el desarrollo de conocimientos en niños y niñas asociados a la creatividad desde las acciones de educación ambiental del proyecto, se desarrollaron a corto, mediano y largo plazo. Los estudiantes mostraron interés hacia aspectos que conocían sobre la biodiversidad de forma preliminar y deseaban conocer de manera más amplia, y tuvo como rasgo distintivo lo afectivo que acompañó y dio colorido a las actividades que realizaron con los estudiantes, marcadas por sus intereses desde lo particular. El proyecto tuvo a su cargo la creación de seis (6) círculos de interés, la tabla 70 muestra datos estadísticos de las acciones realizadas y los principales temas que se abordaron por escuelas, así como los estudiantes que participaron en las actividades.

Los círculos de interés propiciaron un fortalecimiento de la vocación de los estudiantes, y con ellos se desarrollaron: intenciones profesionales, el talento, la inteligencia y la creatividad de los participantes, lo que se demostró mediante los concursos realizados en estas escuelas primarias.

Tabla 70. acciones realizadas en los círculos de interés en las comunidades estudiadas.

Escuelas primarias.	Comunidad.	Grado	Participación en actividades.			Conferencias y capacitaciones impartidas en las diferentes escuelas.
			Sexo		Total	
			H	V		
Pastor Martínez.	La Cuabita	5to y 6to.	11	9	20	Conservación de la biodiversidad (suelo, agua, aire). Consumo de alimentos sanos. Educación ambiental.
Pastor Martínez.	La Cuabita	4to 5to y 6to.	13	15	28	Biodiversidad y género. Educación ambiental.
Alfredo Miguel Aguayo.	La perrera	5to y 6to	6	5	11	Creación de viveros con especies forestales, frutales y medicinales. Educación ambiental.
Camilo Cienfuegos Gorriarán.	Quiviján	6to	9	5	14	El uso de microorganismos benéficos. Educación ambiental.
Centro mixto José Marcelino Grajales.	Las municiones	3ro, 4to y 5to	10	15	25	Conservación de la flora. Educación ambiental.
Clodomira Acosta.	Vega grande	4to	3	2	5	Protección de los bosques y la fauna. Educación ambiental.
Total	5	3ro, 4to, 5to y 6to.	52	51	101	14 temas.

Fuente: Elaboración de autoras a partir de acciones realizadas.

En la figura 91 se muestran momentos de las capacitaciones impartidas en las diferentes escuelas.



Figura 91. Acciones de capacitación con estudiantes.

Tomada: por las autoras.

Tabla 71. Principales temas de las acciones de capacitación en los talleres de sensibilización con

los agricultores.

Año	Temas	Participantes	
		Agricultores	Actores sociales
2016	<ul style="list-style-type: none"> - Situación de la biodiversidad en estos agroecosistemas, especies amenazadas. - Microorganismos benéficos. - Prácticas agroecológicas. - Multiplicación y conservación <i>in vitro</i> de genotipos autóctonos de la biodiversidad agrícola (Ñame, malanga y plátano fruta). - Propuestas de manejo y conservación de suelos como base para el manejo sostenible de tierra. - Educación ambiental. 	35	23
2017	<ul style="list-style-type: none"> - Protección de la biodiversidad. - Fuentes alternativas de alimentos potencialmente utilizables en la alimentación animal en agroecosistemas productivos de montaña. - Educación ambiental. - Implementación de prácticas agroecológicas. - Aprovechamiento de la biodiversidad - Elaboración de fertilizantes orgánicos (humus; compost; bocashi; Microorganismos Eficientes) - Educación ambiental. 	38	46
2018	<ul style="list-style-type: none"> - Situación de la biodiversidad en estos agroecosistemas, especies amenazadas de la flora. - Recomendación de cultivares de ñame, malanga y yuca para incrementar la biodiversidad agrícola en la montaña. - Protección de especies de la flora y la fauna. - Fuentes alternativas de alimentos potencialmente utilizables en la alimentación animal en agroecosistemas productivos de montaña. 	41	58

	<ul style="list-style-type: none"> - Multiplicación y conservación <i>in vitro</i> de genotipos autóctonos de la biodiversidad agrícola (Ñame, malanga y plátano fruta). - Manejo y conservación de suelos como base para el manejo sostenible de tierra. - Educación ambiental. - Educación popular ambiental. 		
--	---	--	--

Fuente: Investigadores, especialistas y técnicos del proyecto.

En la figura 92 se muestran momentos de la realización de algunas de las capacitaciones y talleres.



Figura 92. capacitaciones impartidas y talleres de sensibilización.

Tomada: por las autoras.

Ferias agropecuarias.

El proyecto organizó seis (6) ferias de biodiversidad en estos agroecosistemas, en el caso de Yateras se contó con la presencia del agroecólogo y el Miembro del Buró que atiende la esfera agroalimentaria en la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños del municipio así, como los

agricultores y sus familiares de cada comunidad en estudio. En estas ferias se mostraron los principales productos agropecuarios autóctonos de cada finca y se socializaron experiencias de campesinos con conocimientos sobre la producción de semillas. En la figura 93 se muestran productos agropecuarios exhibidos en las ferias realizadas.



Figura 93. Ferias de biodiversidad.

Tomada: por las autoras.

Campañas de bien público.

Durante la investigación se realizaron tres (3) campañas de bien público con el objetivo de socializar las experiencias de los agricultores, ésta estuvo amparada con una estrategia creativa de comunicación, participación y motivación de actores sociales en estos agroecosistemas.

Las campañas fueron inclusivas, y para ello nos apoyamos en materiales diversos como plegables, pancartas, otros que se utilizan de forma tradicional en estas comunidades como la divulgación en las bodegas y círculos sociales de informaciones referidas al cambio desde lo individual hacia lo colectivo.

Con las campañas se buscó fomentar un compromiso continuo y valorizar el aporte individual sobre las prácticas agroecológicas en estos agroecosistemas, las potencialidades medicinales de los componentes de la flora y la fauna y el cuidado de la biodiversidad y fueron efectuadas una en cada año de ejecución del proyecto. Los temas centrales en cada campaña se muestran en la tabla 72.

Tabla 72. Datos sobre las campañas y objetivos en los agroecosistemas.

Campaña	Objetivo
Prácticas agroecológicas en nuestros agroecosistemas.	Alcanzar la productividad de los cultivos y la conservación de los recursos naturales, así como la puesta en acción de una serie de tecnologías sencillas.
Potencialidades medicinales de los componentes de la flora y la fauna.	Incrementar la utilización de la medicina verde en condiciones de montaña de la flora y las secreciones y toxinas de origen natural de la fauna.
Cuidado de la biodiversidad.	Garantizar la conservación y el manejo adecuado de la diversidad de Flora y fauna presente en cada agroecosistema.

Fuente: Equipo de investigadores, especialistas y técnicos del proyecto.

Con las campañas realizadas se crearon mensajes educativos y se logró la socialización del proyecto en estas comunidades de montaña.

CONCLUSIONES

1. Los sistemas agroforestales en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa se caracterizan por poseer una compleja estructura en su cobertura arbórea, lo cual es típico de cultivos con poco nivel de tecnificación y, a la vez es reflejo del uso múltiple de los recursos por parte de los agricultores, los que se integran a procesos culturales, sociales, económicos y ambientales, los cuales en su conjunto favorecen la consolidación de sistemas productivos sostenibles.

En el diseño de sistemas agroforestales sostenibles deben considerarse tres aspectos importantes: Los relacionados con la estructura del cultivo, los relacionados con el manejo y los socioeconómicos.

Con relación a la estructura de estos agroecosistemas es importante entender cómo contribuyen a la conservación y al funcionamiento de estos ecosistemas, y una estrategia que puede favorecer la protección de los recursos naturales es estimulando la incorporación de agricultores a los mecanismos de pago que se realizan por actividades de conservación de suelos y por el Fondo Nacional de Desarrollo Forestal.

En cuanto al manejo, los agroecosistemas, en particular los cafetaleros y cacaoteros, que se establecen bajo sombra pueden ser manejados en función de maximizar el rendimiento productivo; sin embargo, en general se observó la falta de manejo integral en la gran mayoría de las fincas, debido a las condiciones socioeconómicas y a la falta de capacitación. Con la aplicación de un enfoque agroecológico es posible alcanzar un manejo donde se optimice el rendimiento y se contribuya a la conservación de los recursos naturales.

Por último, cabe destacar que estos agricultores están organizados en cooperativas bajo la atención directa de la ANAP y, que esta organización social es un factor vital para capitalizar la riqueza natural y la excelente calidad de los productos agroforestales en la región.

2. Los agroecosistemas de montaña constituyen importantes nichos para la conservación de la biodiversidad agrícola, la cual constituye fuente de alimento, tanto para el hombre como para los animales, y contribuyen a la economía familiar. A pesar de ello, muchos agroecosistemas poseen una biodiversidad simplificada, aun cuando clasifican como tradicionales, los cuales se caracterizan por múltiples asociaciones de cultivos y de especies animales.

3. La estructura de la vegetación en los sistemas agroforestales es la base para la conservación de varias taxa de la flora y la fauna, pero es necesario determinar que especies de plantas leñosas son clave para ello. Por lo tanto, se recomienda que la selección de especies de árboles se haga no solo con un criterio económico o utilitario, sino también con un criterio ecológico, es decir, que se prefieran especies nativas de la vegetación regional, que tengan diámetros grandes (área basal) y que sean especies con frutos comestibles dispersados por animales. Todos esos criterios son básicos para que estos sistemas tengan un aporte importante en la conservación biológica.

En el paisaje estudiado, dentro de los distintos usos del suelo, los componentes alfa y beta de la flora arbustiva y arbórea presentan variación espacial por lo tanto influyen en la biodiversidad regional. Al nivel de paisaje las islas están altamente anidadas y presentan una organización, no al azar, en sus interacciones, lo que se identifica como una característica que mantiene la biodiversidad y la coexistencia de las especies en las comunidades. La estructura de los ensamblajes y las probabilidades de ocurrencia de las especies pueden servir para mejorar los programas de conservación en las áreas de estudio.

Es necesario considerar no solamente a los fragmentos de bosque remanentes sino también a diversos usos del suelo característicos de la región, principalmente a los agroecosistemas. Aun así, para conservar la diversidad regional será importante completar estos estudios e integrar la diversidad agrícola y sociocultural de esta región.

4. Los agroecosistemas de montaña constituyen sistemas productivos económicamente importantes, que funcionan como refugio para diversas especies de orquídeas epífitas y una condición esencial para que funcionen como reservorios de orquídeas es mantener árboles de gran porte y remanentes de los bosques originales, es por ello que en orden de importancia para la conservación de orquídeas se encuentran los agroecosistemas de café, cacao y silvopastoril.
5. Los sistemas agroforestales que mantienen cierta diversidad vegetal, una adecuada cobertura arbórea y un bajo uso de agroquímicos puede favorecer la presencia de representantes de la fauna, tales como hormigas, anfibios, coleópteros y aves, los cuales desempeñan un importante rol ecológico en estos sistemas

La complejidad ambiental y estructural en algunos tipos de agroecosistemas, que en algunos aspectos se asemeja a la del bosque original, favorece la preservación de algunas especies de la fauna. Sin embargo, una fracción importante de estas especies parecen estar restringidas a estos ambientes. Por este motivo, es importante también promover la conservación de las áreas que aún conservan fragmentos del bosque original en la región.

6. La metodología empleada permitió evaluar el manejo y la salud del cultivo y el suelo para la medición de la sostenibilidad en las fincas seleccionadas, así como la propuesta para la construcción de una estrategia innovadora y verdaderamente agroecológica de conversión que combina la diversificación de cultivos y el mejoramiento orgánico del suelo.

Los resultados de la caracterización indican la necesidad de implementar un diseño con enfoque agroecológico para incrementar la productividad de los cultivos y la estabilidad del agroecosistema.

7. El veneno de *Rhopalurus junceus* (Scorpiones: Buthidae) presentó variación intraespecífica en las masas moleculares de 3 a 10 kDa entre distritos fitogeográficos y clases sexuales, del sector *Moanicum*, del Oriente de Cuba, y estos resultan descriptores taxonómicos adecuados para la diferenciación del veneno de las poblaciones del sector *Moanicum* del Oriente de Cuba.

Se aislaron y secuenciaron dos péptidos bloqueadores de canales de K^+ (α -KTx1.18 y α -KTx2.19) y una insectotoxina de Na^+ (RjAa12), que constituyen moléculas nuevas para la ciencia

No existió correspondencia entre las distancias fenotípicas del veneno con las variables ambientales, tampoco están relacionadas con las distancias geográficas entre poblaciones del sector fitogeográfico *Moanicum*.

El veneno de *Rhopalurus junceus* no es tóxico para los ratones, inyectado por vía intraperitoneal en dosis de hasta 200 mg / 20 g de peso corporal, pero si es tóxico para insectos a dosis de 10 μ g/g por animal.

El veneno causa efectos típicos alfa y beta en los canales de Na^+ , a través de la técnica de parche y pinzamiento en células de neuroblastoma *in vitro*. También afecta las corrientes de K^+ conducidas por los canales ERG.

El componente principal (RjAa12f) se secuenció completamente mediante degradación de Edman. Contiene 64 residuos de aminoácidos y cuatro puentes disulfuro, similares a otras toxinas conocidas de escorpiones.

El veneno de *R. junceus* no posee actividad de fosfolipasa y antimicrobiana y mostró variación intraespecífica en la actividad hialuronidasa de las poblaciones del sector *Moanicum*.

8. Los valores de pH, Demanda Química de Oxígeno, Oxígeno Disuelto, Nitratos y Nitritos en las aguas de abasto a los agroecosistemas muestreados de los municipios de Yateras y Manuel Tames, estuvieron dentro del intervalo esperado para aguas corrientes no contaminadas.
9. El tamizaje fitoquímico realizado a las especies seleccionadas, mostró como grupos de metabolitos más frecuentes a los triterpenos/esteroides, los compuestos fenólicos y los flavonoides, seguidos de los carbohidratos y glicósidos.

Los grupos de metabolitos detectados se encuentran dentro de los más frecuentemente asociados a funciones ecológicas de importancia para las plantas, así como a actividades biológicas de interés agrobiológico y médico – farmacéutico, lo que evidencia las potencialidades de las especies en estudio como fuente de sustancias bioactivas.

Los extractos crudos obtenidos a partir de semillas de las especies *C. reticulata* y *C. aurantium* inhibieron significativamente el crecimiento micelial del hongo fitopatógeno *Curvularia* sp., mientras que el extracto de *A. americana* resultó activo frente a las cepas de *Mycosphaerella* sp. y *Colletotrichum tropicale*.

Los extractos crudos de las especies *C. paradisi* (semillas) y *E. pulcherrima* inhibieron significativamente el crecimiento micelial de *Fusarium* sp., observándose el mayor efecto inhibitorio al aplicar el extracto de *C. Paradisi*.

10. Se entregaron 6 propuestas de formulaciones de dietas a campesinos a partir de los recursos locales disponibles en cada patio o finca para dos especies de animales (aves y cerdos), ya que son las de mayor abundancia en estos predios campesinos. Se brindaron algunas recomendaciones prácticas a tener en cuenta a la hora de formular las raciones.

11. La trazabilidad y factores asociados a la cultura agroproductiva proporcionaron la socialización de saberes sobre la biodiversidad en agroecosistemas de montaña, lo que garantizó a su vez identidad y valores a las nuevas generaciones.
12. El desarrollo de procesos educativos a nivel de base incidió en la preparación de actores/as, lo que generó espacios de intercambio de los grupos gestores en cada comunidad, y facilitó los procesos reales de participación comunitaria y la protección de la biodiversidad.

La visión de los jóvenes ante el cambio climático tiene una perspectiva amplia en la comunidad La Cuabita, tanto las mujeres como los hombres pueden contribuir desde su especificidad y considerar el cuidado hacia la biodiversidad, la adaptación y mitigación como una cuestión de género.

13. Los actores sociales de las comunidades estudiadas tienen alta influencia sobre la percepción ambiental, y estas cualidades produjeron impresiones diferentes sobre el medio ambiente lo que propició que interactuaran entre sí hacia la protección de la biodiversidad.
14. La realización de acciones de educación ambiental a través de intercambio de experiencias entre los diferentes actores sociales, así como realización de talleres, campañas de bien público, ferias de biodiversidad y otras acciones de capacitación y sensibilización de agricultores y actores sociales incidió en la *transformación sociocultural con participación comunitaria a partir del rescate, revalorización y promoción de saberes relacionados con la biodiversidad en estos agroecosistemas de montaña.*

ANEXOS

Anexo 1. Especies de árboles ≥ 5 cm dap (individuos/ha) registradas en agroecosistemas cafetaleros y bosques del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa.

Especies	Sitios de muestreo																	
	Agroecosistemas cafetaleros															Bosques		
	JRL	EML	ABP	JRM	ERP	GCa	EVa	OPR	DAR	MPG	EML	PLA	AOB	HLV	UMV	Rco	RCo1	B. Nat
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	3	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amyris balsamifera</i> L.	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Andira inermis</i> (W.Wright) DC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Annona squamosa</i> L.	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	0	0	0	0	12	0	0	0	0	8	0	0	0	4	8	0	0	0
<i>Ateleia gummifera</i> (DC.) D.Dietr.	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bactris cubensis</i> Burret	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
<i>Bonnetia cubensis</i> (Britt.) Howard	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
<i>Caesalpinia</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calophyllum antillanum</i> Britton	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	9	0	0	0
<i>Calophyllum utile</i> Bisse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
<i>Calyptronoma plumeriana</i> (Mart.) Lourteig	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
<i>Canella winterana</i> (L.) Gaertn.	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Castilloa elastica</i> subsp. <i>elastica</i>	3	0	0	0	8	0	0	0	0	35	35	17	20	19	0	0	0	0
<i>Cecropia peltata</i> L.	2	0	0	38	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cedrela odorata</i> L.	4	0	0	0	4	0	7	0	0	8	0	0	0	0	4	0	0	0

P-211-LH-005-017 BIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Anexo 1. Especies de árboles ≥ 5 cm dap (individuos/ha) registradas en agroecosistemas cafetaleros y bosques del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa (Cont.)

Especies	Sitios de muestreo																	
	Agroecosistemas cafetaleros															Bosques		
	JRL	EML	ABP	JRM	ERP	GCa	EVa	OPR	DAR	MPG	EML	PLA	AOB	HLV	UMV	Rco	RCo1	B. Nat
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	2	0	0	3	0	0	0	0	0	10	20	3	11	9	0	0	0	0
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L.	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Citharexylum spinosum</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	14	21	2	0	1	0	0	0
<i>Citrus xaurantiifolia</i> (Christm.) Swingle	5	0	0	32	9	0	0	3	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
<i>Citrus xaurantium</i> L.	3	9	38	0	0	34	0	0	33	1	0	0	0	0	8	0	0	0
<i>Citrus aurantium</i> var. <i>limonum</i> Wight & Arn.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	0	1	11	4	0	0	0
<i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr.	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Citrus medica</i> L.	0	0	26	0	0	0	0	20	3	10	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	0	0	0	26	4	0	0	5	0	9	0	0	0	0	10	0	0	0
<i>Clusia rosea</i> Jacq.	2	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clusia tetragyna</i> Vesque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
<i>Cocos nucifera</i> L.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>Crescentia cujete</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>Cupania americana</i> L.	5	0	0	0	19	0	27	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Cyathea parvula</i> (Jenm.) Proctor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39

P-211-LH-005-017 BIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Anexo 1. Especies de árboles ≥ 5 cm dap (individuos/ha) registradas en agroecosistemas cafetaleros y bosques del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa (Cont.)

Especies	Sitios de muestreo																	
	Agroecosistemas cafetaleros															Bosques		
	JRL	EML	ABP	JRM	ERP	GCa	EVa	OPR	DAR	MPG	EML	PLA	AOB	HLV	UMV	Rco	RCo1	B. Nat
<i>Damburneya coriacea</i> (Sw.) Trofimov & Rohwer	1	6	23	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	111
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diospyros grisebachii</i> (Hiern) Standl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Echites umbellatus</i> Jacq.	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	4	0	0	47	0	40	0	0	0	2	25	33	12	23	52	0	0	0
<i>Eugenia monticola</i> (Sw.) DC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	14	1	2	0	0	0
<i>Ficus americana</i> subsp. <i>americana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Ficus membranacea</i> Wright	4	6	11	9	0	0	0	0	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleum	1	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1	1	0	0	28	54	36	0	0	17	43	51	21	33	24	0	0	0
<i>Handroanthus chrysanthus</i> subsp. <i>chrysanthus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	1
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
<i>Jacaranda coerulea</i> (L.) Griseb.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	26	42	18	0	0	0	54
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	7	9	25	0	0	40	0	47	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lantana camara</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	13	20	17	0	0	0	0
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0

P-211-LH-005-017 BIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Anexo 1. Especies de árboles ≥ 5 cm dap (individuos/ha) registradas en agroecosistemas cafetaleros y bosques del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa (Cont.)

Especies	Sitios de muestreo																	
	Agroecosistemas cafetaleros															Bosques		
	JRL	EML	ABP	JRM	ERP	GCa	EVa	OPR	DAR	MPG	EML	PLA	AOB	HLV	UMV	Rco	RCo1	B. Nat
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	11	9	22	8	0	0	0
<i>Magnolia cubensis</i> Urb.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mammea americana</i> L.	0	0	0	0	4	0	0	0	0	8	0	0	0	0	9	0	0	0
<i>Mangifera indica</i> L.	1	0	0	8	8	0	0	0	0	10	30	11	17	30	19	0	0	0
<i>Manilkara jaimiqui</i> subsp. <i>emarginata</i> (L.) Cronquist	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen	0	2	14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Morus alba</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
<i>Musa paradisiaca</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	46	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrciaria floribunda</i> (West ex Willd.) Berg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	0	1	3	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ocotea cuneata</i> (Griseb.) Gomez de la Maza	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Persea americana</i> Mill.	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Picramnia pentandra</i> Sw.	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Pictetia nipensis</i> (Urb.)Beyra & Lavin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pinus cubensis</i> Griseb.	1	0	0	17	0	0	41	0	0	0	0	0	12	1	0	0	0	0
<i>Pithecellobium histrix</i> (A.Rich.) Benth.	0	0	0	0	0	0	8	0	0	9	0	0	0	0	12	70	0	60
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E.Moore & Stearn	0	1	10	0	0	0	0	1	5	3	0	0	0	0	0	0	0	11

P-211-LH-005-017 BIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Anexo 1. Especies de árboles ≥ 5 cm dap (individuos/ha) registradas en agroecosistemas cafetaleros y bosques del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa (Cont.)

Especies	Sitios de muestreo																	
	Agroecosistemas cafetaleros															Bosques		
	JRL	EML	ABP	JRM	ERP	GCa	EVa	OPR	DAR	MPG	EML	PLA	AOB	HLV	UMV	Rco	RCo1	B. Nat
<i>Protium cubense</i> (Rose) Urb.	0	2	10	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prunus occidentalis</i> Sw.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Psidium guajava</i> L.	1	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rauwolfia tetraphylla</i> L.	1	10	25	0	0	0	0	0	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Roystonea regia</i> (Kunth) O.F.Cook	4	0	0	0	19	26	25	9	0	9	0	0	0	0	20	0	0	0
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Senna pallida</i> (Vahl)H.S.Irwin & Barneby	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Senna tora</i> (L.)Roxb.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
<i>Sideroxylon jubilla</i> (Ekman ex Urb.) T.D.Penn.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	1	0	8	0	0	0	0	0	10	11	0	0	0	0	11	0	0	0
<i>Spondias mombin</i> Jacq.	4	0	0	0	9	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Swietenia macrophylla</i> G. King	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	2	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	0	0	0
<i>Tabebuia angustata</i> Britton	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tabebuia dubia</i> (C. Wright) Britton ex Seibert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Tabebuia moensis</i> Britton	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
<i>Talipariti tiliaceum</i> (L.) Fryxell	1	0	0	0	0	0	25	0	0	4	0	0	0	0	0	0	70	0

P-211-LH-005-017 BIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Anexo 1. Especies de árboles ≥ 5 cm dap (individuos/ha) registradas en agroecosistemas cafetaleros y bosques del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa (Cont.)

Especies	Sitios de muestreo																	
	Agroecosistemas cafetaleros															Bosques		
	JRL	EML	ABP	JRM	ERP	GCa	EVa	OPR	DAR	MPG	EML	PLA	AOB	HLV	UMV	Rco	RCo1	B. Nat
<i>Terminalia molinetii</i> Maza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4	11	28	29	1	0	0	0
<i>Terminalia tetraphylla</i> (Aubl.) Gere & Boatwr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
<i>Trema micrantha</i> (L.) Bl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Trichilia hirta</i> L.	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	19	9	5	4	5	0	0	0

P-211-LH-005-017 BIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Anexo 1. Especies de árboles ≥ 5 cm dap (individuos/ha) registradas en agroecosistemas cacaoteros, cocoteros y silvopastoriles del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa

Especie	Sitios de muestreo															
	Silvopastoril			Cocotero											Cacaotero	
	GI-EJT	ABP	ABP1	EBB	ABP2	ABP3	ORC	RamSM	RafSM	VML	WST	AAC	EAH	OPe	AMC	ORC1
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alsophila aspera</i> (L.) R. Br.	0	24	27	35	30	29	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Andira inermis</i> (W.Wright) DC.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Argythamnia cubensis</i> Britton & P.Wilson	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	0	25	1	4	0	0	0	19	0	2	0	0	0	0	0	8
<i>Ateleia gummifera</i> (DC.) D.Dietr.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Bactris cubensis</i> Burret	4	28	38	32	38	53	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
<i>Caesalpinia violacea</i> (Mill.)Standl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
<i>Calophyllum antillanum</i> Britton	8	0	52	0	0	0	39	0	0	10	0	0	0	7	0	0
<i>Calyptrogyne occidentalis</i> (Sw.) M.Gomez	0	16	15	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J. Presl	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cedrela odorata</i> L.	0	0	9	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	6	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Citrus xaurantiifolia</i> (Christm.) Swingle	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
<i>Citrus xaurantium</i> L.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Citrus aurantium</i> var. <i>limonum</i> Wight & Arn.	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	3
<i>Clusia rosea</i> Jacq.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

P-211-LH-005-017 BIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Anexo 1. Especies de árboles ≥ 5 cm dap (individuos/ha) registradas en agroecosistemas cacaoteros, cocoteros y silvopastoriles del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa.

Especie	Sitios de muestreo															
	Silvopastoril			Cocotero											Cacaotero	
	GI-EJT	ABP	ABP1	EBB	ABP2	ABP3	ORC	RamSM	RafSM	VML	WST	AAC	EAH	OPe	AMC	ORC1
<i>Clusia tetrastigma</i> Vesque	1	0	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cocos nucifera</i> L.	0	0	0	42	37	33	41	52	38	44	50	34	41	0	0	0
<i>Copernicia baileyana</i> León	0	23	49	29	70	64	56	54	68	31	65	67	56	56	35	48
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
<i>Cyathea parvula</i> (Jenm.) Proctor	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diospyros grisebachii</i> (Hiern) Standl.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erythroxylum rotundifolium</i> Lunan	0	0	0	0	0	0	0	38	0	6	0	0	0	0	35	24
<i>Eugenia ligustrina</i> (Sw.) Willd.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eugenia monticola</i> (Sw.) DC.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ficus membranacea</i> Wright	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	11	25	1	0	0
<i>Ficus trigonata</i> L.	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	5	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0
<i>Guettarda cueroensis</i> Britton	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
<i>Ilex macfadyenii</i> (Walpers) Rehder	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Jacaranda arborea</i> Urb.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lantana camara</i> L.	0	11	1	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Linociera domingensis</i> (Lam.) Knobl.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

P-211-LH-005-017 BIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Anexo 1. Especies de árboles ≥ 5 cm dap (individuos/ha) registradas en agroecosistemas cacaoteros, cocoteros y silvopastoriles del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa.

Especie	Sitios de muestreo															
	Silvopastoril			Cocotero											Cacaotero	
	GI-EJT	ABP	ABP1	EBB	ABP2	ABP3	ORC	RamSM	RafSM	VML	WST	AAC	EAH	OPe	AMC	ORC1
<i>Magnolia cubensis</i> Urb.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
<i>Mammea americana</i> L.	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mangifera indica</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Manilkara jaimiqui</i> subsp. <i>emarginata</i> (L.) Cronquist	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Musa paradisiaca</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musa paradisiaca</i> L.1	0	29	0	30	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	64
<i>Musa paradisiaca</i> L.2	0	0	0	0	0	0	0	44	43	0	0	0	0	0	39	12
<i>Myrciaria floribunda</i> (West ex Willd.) Berg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Petitia domingensis</i> Jacq.	0	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pinus cubensis</i> Griseb.	0	4	9	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pithecellobium histrix</i> (A.Rich.) Benth.	8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0
<i>Pseudosamanea cubana</i> (Britton & Rose) Barneby & J.W.Grimes	0	5	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Psidium guajava</i> L.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rauwolfia tetraphylla</i> L.	0	6	6	1	0	0	0	0	0	0	0	15	0	9	0	0
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	8	22	0	14	0	0	0	3	6	24	0	0	0	7	0	16

P-211-LH-005-017 BIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Anexo 1. Especies de árboles ≥ 5 cm dap (individuos/ha) registradas en agroecosistemas cacaoteros, cocoteros y silvopastoriles del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa.

Especie	Sitios de muestreo															
	Silvopastoril			Cocotero											Cacaotero	
	GI-EJT	ABP	ABP1	EBB	ABP2	ABP3	ORC	RamSM	RafSM	VML	WST	AAC	EAH	OPe	AMC	ORC1
<i>Senna tora</i> (L.)Roxb.	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M. Perry	0	0	0	0	0	0	46	0	0	21	0	0	0	38	0	0
<i>Tabebuia angustata</i> Britton	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Talipariti tiliaceum</i> (L.) Fryxell	18	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	1	0	0
<i>Theobroma cacao</i> L.	0	13	1	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	54	250
<i>Thouinia trifoliata</i> Poit.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichilia hirta</i> L.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Xolisma microphylla</i> Britton	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 2. Listado de los anfibios inventariados en fincas agroforestales de montaña.

No.	Nombre vulgar	Nombre Científico	Yateras							M. Tames	Sagua de Tánamo			Baracoa			
			Erlán	Aracelio	Calderín	Oscar	Diego	G.I EJT	Jorge	Roilán	Manolo	Maikel	Ramón	Wilfredo	Olga	Ángel	Elia
1.	Rana Toro	<i>Rana cartabella</i>	2	2	1	5	2	0	0	5	2	6	2	2	25	23	25
2.	Rana platanera	<i>Osteopilus septentrionalis</i>	10	25	15	21	30	10	7	17	20	25	10	25	5	3	10
3.	Sapo	<i>Bufo taladai</i>	2	3	1	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0
4.	Sapo timbalero	<i>Bufo peltocephalus</i>	3	2	2	0	0	0	0	0	7	3	0	0	0	0	0
5.	Rana	<i>Eleutherodactylus acmonis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	2	3	3	4	3
6.	Rana	<i>Eleutherodactylus orientalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3	3	2	4	2	4
Total			3558	3508	17	32	19	26	32	10	7	22	42	45	17	32	37

Anexo 3. Listado de hormigas inventariadas en quince fincas agroforestales de montaña.

No.	Nombre vulgar	Nombre Científico	Yateras							M. Tames	Sagua de Tánamo			Baracoa			
			Erlán	Aracelio	Calderín	Oscar	Diego	G.I EJT	Jorge	Roilán	Manolo	Maikel	Ramón	Wilfredo	Olga	Ángel	Elia
1.	Bibijagua	<i>Atta insularis Guér.</i>	1000	1250	958	1500	1000	1000	1000	1000	1250	987	1500	1200	1000	1256	1236
2.	Hormiga leona	<i>Pheidole megacephala (Fabr.)</i>	500	354	452	500	425	0	0	500	542	647	500	524	500	456	500
3.	Hormiga brava	<i>Solenopsis germinata (Fab)</i>	525	500	418	0	0	25	45	0	0	0	0	0	0	0	0
4.	Hormiga loca	<i>Paratrechina longicornis (Latri.)</i>	623	456	540	0	0	0	0	654	354	542	0	0	654	630	635
5.	Hormiga	<i>Paratrechina vividula Nylander</i>	654	400	400	0	0	50	15	0	456	482	0	00	0	0	0
6.	Bibijoa	<i>Wasmania auropunctata</i>	256	548	500	250	243	0	0	250	0	0	250	230	250	456	452
Total			3558	3508	3268	2250	1668	1075	1060	2404	2602	2658	2250	1954	2404	2798	2823

Anexo 4. Listado de coleópteros inventariados en fincas agroforestales de montaña

No.	Nombre vulgar	Nombre Científico	Yateras					M. Tames	S.Tánamo			Baracoa			
			Erlán	Aracelio	Calderín	Oscar	Diego	Roilán	Manolo	Maikel	Ramón	Wilfredo	Olga	Ángel	Elia
1.	Escarabajos	<i>Stenodontes chevrolati, G</i>	50	24	45	15	11	20	15	10	25	11	15	11	10
2.	Escolítidos	<i>Xyleborus perforans</i>	25	10	12	3	2	0	6	3	2	2	2	1	2
3.	Bréntidos	<i>Brentus vulneatus B</i>	16	5	10	0	0	0	7	4	2	3	2	2	2
Total			91	39	67	18	13	20	28	17	29	16	19	14	14

Anexo 5. Listado de aves inventariadas en fincas agroforestales de montaña

No.	Nombre vulgar	Nombre científico	Erlán	Oscar	G.I EJT	Jorge	Roilán	Manolo	Wilfredo	Olga	Total
1	Achuela	<i>Quiscalus niger</i>	9	0	0	15	11	0	0	10	45
2	Aguaita caimán	<i>Butorides viresens</i>	6	6	0	4	3	2	0	0	21
3	Aparecido San diego	<i>Cyannerpes cyaneus</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	2
4	Arriero	<i>Saurothera merlini</i>	5	5	3	6	4	5	5	2	35
5	Aura	<i>Cathartes aura</i>	16	4	0	24	9	15	10	6	84
6	Biente – veo	<i>Vireo altiloquus</i>	0	0	16	22	0	25	14	0	77
7	Big. Chica	<i>Parula americana</i>	5	6	0	0	8	0	0	11	30
8	Big. rayada	<i>Mniotilta varia</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
9	Bijirita trepadora	<i>Maiotilta varia</i>	0	0	0	3	2	2	0	0	7
10	Bijirita Azul	<i>Dendroica caerulea</i>	13	12	0	3	13	0	8	4	53
11	Bijirita Peregrina	<i>Vermivora peregrina</i>	7	10	5	0	0	0	0	0	22
12	Bobito chico	<i>Contopus caribeaus</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	3
13	Bobito grande	<i>Myiarchus sagrae</i>	4	0	4	7	0	0	0	0	15
14	Cabrero	<i>Spindalis zena</i>	5	0	4	9	5	0	0	4	27
15	Caga leche	<i>Butorides virescens</i>	0	0	0	0	0	0	5	0	5
16	Candelita	<i>Setophaga ruticilla</i>	7	8	0	7	7	3	7	2	41
17	Cao Montero	<i>Corvus nasicus</i>	66	24	25	0	0	27	35	12	189
18	Caretica	<i>Geothlypis trichas</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
19	Caretita	<i>Geothlypis trichas</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	4
20	Carp. de Paso	<i>Sphyrapicus varius</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2
21	Carpinterito	<i>Sphyrapicus varius</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2

Anexo 5. Listado de aves inventariadas en fincas agroforestales de montaña (Cont.)

No.	Nombre vulgar	Nombre científico	Erlán	Oscar	G.I EJT	Jorge	Roilán	Manolo	Wilfredo	Olga	Total
22	Carpintero jabado	<i>Melanerpes supersiliaris</i>	12	9	0	14	6	12	8	3	64
23	Carpintero verde	<i>Xiphidiopcus percussus</i>	5	2	4	7	2	4	8	0	32
24	Carta cuba	<i>Todus multicolor</i>	5	6	12	0	7	6	2	0	38
25	Censerenco	<i>Tiaris canora</i>	10	0	0	0	0	0	0	0	10
26	Cernícalo	<i>Falco sparverius</i>	10	4	0	16	5	2	4	0	41
27	Chichinguaco	<i>Quiscalus niger</i>	0	0	0	0	0	0	23	0	23
28	Codorniz	<i>Colinus virginianus</i>	7	0	0	0	0	13	0	0	20
29	Cotorra	<i>Amazona leucocephala</i>	12	12	10	12	18	12	5	5	86
30	Gallina de guinea	<i>Numida meliagrís</i>	3	7	0	0	0	7	0	0	17
31	Gallineta Azul	<i>Porphirula martinica</i>	2	2	0	0	2	4	1	0	11
32	Gallineta roja	<i>Gallinula choropus</i>	0	4	0	0	5	0	0	0	9
33	Garza azul	<i>Egretta caerulea</i>	5	3	0	2	4	0	3	0	17
34	Garza Blanca	<i>Egresa thula</i>	19	27	0	9	17	12	19	0	103
35	Garzon	<i>Ardea alba</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	2
36	Gavilán colilargo	<i>Accipiter gundlachi</i>	7	3	0	1	0	2	6	0	19
37	Gavilán de monte	<i>Buteo jamaicensis</i>	9	0	0	0	1	5	8	3	26
38	Golondrina de Cueva	<i>Petrochelidon fulva</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2
39	Guanabá Real	<i>Nyctanassa violaceus</i>	2	2	0	0	2	2	0	0	8
40	Guareao	<i>Aramos guarauna</i>	4	7	0	0	0	3	0	0	14
41	Guincho	<i>Pandion haliaetus</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	2
41	Judio	<i>Crotophaga ani</i>	9	7	0	5	13	0	9	7	50

Anexo 5. Listado de aves inventariadas en fincas agroforestales de montaña (Cont.)

No.	Nombre vulgar	Nombre científico	Erlán	Oscar	G.I EJT	Jorge	Roilán	Manolo	Wilfredo	Olga	Total
42	Lechuza	<i>Tyto alba</i>	15	0	0	1	0	1	0	0	17
43	Martín pescador	<i>Megaceryle alcyon</i>	0	0	0	0	0	0	2	2	4
44	Negrilo	<i>Melophyrtha nigra</i>	10	8	5	8	0	0	11	8	50
45	Paloma aliblanca	<i>Zeinaida asiatica</i>	17	0	0	8	0	0	7	0	32
46	Paloma perdiz	<i>Stanoenas cyanosephala</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	4
47	Paloma rabiche	<i>Zenaida macroaura</i>	0	0	0	9	0	10	0	0	19
48	Pitirre guatívere	<i>Tirannus caudifasciatua</i>	11	0	0	16	0	0	0	0	27
49	Pitirre guatívere	<i>Ttrannus caudifasciatus</i>	0	0	0	16	0	0	11	8	35
50	Pitirre real	<i>Tirannus cubensis</i>	0	0	0	0	0	4	4	0	8
51	Querequete	<i>Choifeiles gundluchii</i>	5	4	0	2	4	0	0	0	15
52	Ruiseñor	<i>Miadestes elisabeth</i>	4	6	9	0	5	6	0	0	30
53	Sabanero	<i>Sturnella magna</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2
54	Señorita de monte	<i>Seiurus aurocapilla</i>	2	0	0	0	0	2	3	0	7
55	Señorita de río	<i>Seiurus motacilla</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	8
56	Sijú Cotunto	<i>Otus laurencio</i>	6	2	0	0	0	0	0	4	12
57	Sijú platanero	<i>Glaucidium sijú</i>	2	5	0	0	3	2	0	2	14
58	Sinsonte	<i>Mimus poliglutus</i>	0	6	0	0	4	0	0	0	10
59	Solibio	<i>Icterus melanopsis</i>	11	8	0	9	7	11	17	8	71
60	Tocororo	<i>Priotelus temnurus</i>	7	10	7	14	12	12	9	6	77
61	Torcaza C. Morada	<i>Patagioenas scuamosa</i>	8	0	0	0	0	6	3	0	17

Anexo 5. Listado de aves inventariadas en fincas agroforestales de montaña (Cont.)

No.	Nombre vulgar	Nombre científico	Erlán	Oscar	G.I EJT	Jorge	Roilán	Manolo	Wilfredo	Olga	Total
62	Torito	<i>Geotrigon montana</i>	2	0	0	5	0	3	6	0	16
63	Totí	<i>Dives atroviolaceus</i>	44	0	0	37	19	42	27	16	185
64	Viudito	<i>Tiaris olivaceus</i>	11	0	0	17	13	0	0	9	50
65	Zorzal Real	<i>Turdus plumbeus</i>	0	9	8	6	14	14	12	11	74
66	Zunzún	<i>Chlostilbon riicordii</i>	5	7	6	1	0	7	12	3	41
TOTAL			445	239	118	315	227	283	314	146	2087

Anexo 6. Tiempo de retención (TR), masa molecular (MM) de los componentes del veneno de *R. junceus*.

TR (min)	Nipense	Cristalense	Moaense	Baracoense	Purialense	Yaterense
2.84					466	
4.20					2435	
6.03-6.98			5360		6432	3215
8.71-12.79	724		2174			2173
16.83-17.4	496, 461					
20.02-21.73	566, 473		2548		5175	
23.61-25.75	519, 2547	2546				
26.26-26.56	2646	2646		3554		
30.00-31.35	862	3554		4036, 3873, 4139, 4195 3947, 4033		*4033, 4144
31.51-31.96		4003	3925	4837, 4943		3944
32.07-32.97	3554	4056	*4835, 3963		*3875, 3983, 4143, 3945	
33.07-34.65	1005, 4003	5208, 4031 3944			*5208, 5769	*1922, 4010
35.02-35.7	*4056, 3961, 3872					
36.16-37.03	3871	3945	*3360, 4274	*4199, 4271, 4298	6005, *6095	*4271, 4198
37.09-37.72	*3945, 4031	7903	*4048, 6544	*4048, 7081	*4199, 4297	*4710, 4297, 4047, 6543
37.92-39.04			7087, 7163, 7053	7196	*7192, 7305, 6242	7080

Anexo 6. Tiempo de retención (TR), masa molecular (MM) de los componentes del veneno de *R. junceus* (Cont.)

TR (min)	Nipense	Cristalense	Moaense	Baracoense	Purialense	Yaterense
40.03-40.78	7904	*6558, 7069, *6543, 4047	7101	*7115, 4184, 4182	7086	*7100, 7265, 7099, 7110
41.16-41.98	6573, *7121		*4183, 7542, 4871, 4597		*7101, 7375	*4181, 7430
42.05-42.87	4047	7054, *7086	6366	12735, *7285, 7397, 9264	4183, 7482	4467, *6366, 6949
43.20-43.94	*6544, 7081, 4048	7101		3716, 8040	*6367, 6477, *7394, 7509	7285
44.17-44.88	*7233, 7989	7433	7032, 7061, 7090	7039, 7427, 7355	7433	7031, 7061, *7086, 8042,
44.95-45.87	7267, 7101, *7432, 7372, 4182		8199, *7136, 7079	10196,12236, 14080, 14275, 17140	7034, *7355, 8196	*7355, 7115, 7136, 7079
46.05-46.99	4595, 7058	6372, 7408	7093, 7128, 7180	7402	*7040, 7313, 7058	7128, 6934, 7179
47.11-47.93	7418, *7286	*7062, 8197, 7299	*8081, 7655, 7539, 7973	7973	*7128, 7431	*7431, 7109, 7971
48.13-49.01	7062	*7403, 7145	6910, *6861	*6860, 13722	*7109, 7947, 6993	6994, 6861
49.11-49.86	7088, 7432	*7094, 7129, 6535	*6625, 6994, 7959, 6924	6926, 7162	6861	7960

Anexo 6. Tiempo de retención (TR), masa molecular (MM) de los componentes del veneno de *R. junceus* (Cont.)

TR (min)	Nipense	Cristalense	Moaense	Baracoense	Purialense	Yaterense
49.93-50.60	7403	*7430, 7973		14946, 15925, 16923, 18770, 19755	6925	6925
50.73-51.13	7430	7972,	*7160, 6970, 7233, 7039			7161
51.22-51.66	7180, 7082	6912, *6993	*14465, 15894	7264, 7280	7162	7041
51.79-52.27	7109	6861	*7263, 7898		7947	7946, 7263
52.29-52.91	6861, *6925	6925			7280	7280
53.19-53.52	7161, 6972					14560
54.34-55.83	6909, 7946, 7352, *7263	7040, 7162			6899	*6897, 7281
56.25-58.14		8089	8088	8090	8088	8090

Anexo 7. Tiempo de retención y masas moleculares de los componentes del veneno por clases sexuales del escorpión *R. junceus*

Hembras de <i>Rhopalurus junceus</i>		Machos de <i>Rhopalurus junceus</i>	
TR	Masas Moleculares (Da)	TR	Masas Moleculares
3.24	ND	3.40	ND
3.37	ND	4.02	1188.75*; 1390.70
3.80	ND	4.70	ND
4.20	ND	5.47	ND
4.69	ND	8.87	ND
8.26	2183.66	9.10	363.17*; 415.21; 776.38; 8215.17
9.15	362.18*; 724.36; 776.40	9.68	ND
11.92	ND	16.30	519.30; 586.30; 711.58; 981.50; 1019.52; 1056.84
16.03	415.22*; 619.32	16.72	623.34; 752.39; 865.47*; 1033.55; 1207.59; 1279.68
17.18	2433.05; 254.14*; 2740.24; 2811.30; 2857.33; 3181.46	16.88	ND
19.78	1188.78*; 1220.73; 1308.79	17.44	637.53*; 2645.16
20.29	3553.49; 8215.39*	19.90	ND
21.20	4001.92*; 4328.12; 4639.25	20.15	1105.59; 1478.78; 3553.40*; 3895.52; 3967.61
21.98	4002.91; 4055.20*; 4118.02; 4152.17; 4204.05; 4248.30; 4380.40; 4502.36; 4789.04; 4932.47	21.05	1055.54; 1084.85; 2020.02*; 4001.83; 4314.00; 4416.03
23.02	1200.75; 3770.96; 3870.03*; 4196.23; 4506.35; 4628.35; 4944.51	21.86	ND

Anexo 7. Tiempo de retención y masas moleculares de los componentes del veneno por clases sexuales del escorpión *R. junceus*

Hembras de <i>Rhopalurus junceus</i>		Machos de <i>Rhopalurus junceus</i>	
TR	Masas Moleculares (Da)	TR	Masas Moleculares
23.17	3490.68; 3887.99; 3944.79; 4030.03*; 4356.24 ; 4682.45	23.36	3869.94; 3923.61; 4029.94*; 4296.10; 4337.81; 4444.15
25.15	1922.95*; 4314.92; 7900.93	23.59	3944.89*
23.45	3744.86; 3945.00*; 4211.17; 4256.19; 4394.18	24.94	1065.57; 1178.66*; 1592.87; 7900.71; 8399.90
26.03	942.51*; 3070.47; 3273.55; 3403.61; 4015.69; 4086.73; 7096.30; 7289.42; 7901.87	27.01	4045.79*; 6542.97
27.19	3946.84; 4045.92; 4197.79; 4297.89*; 4707.98; 6542.19	27.86	7052.13*; 7116.11; 7269.24
27.42	3572.63; 3800.75; 4046.89*; 4650.00; 6144.22	28.12	6544.00; 7053.10; 7088.06*; 7126.00
27.74	2980.50; 3082.23; 3262.58; 4296.89; 7079.33*; 7405.53; 7715.65	28.80	6273.74; 7085.17*; 7183.14; 7231.27; 7279.27; 7351.33; 7411.37; 9342.25
28.43	3368.17; 3406.12; 7053.27; 7088.23*; 7146.23; 7186.19; 7231.46; 7724.54	29.19	6904.08; 7100.07*; 7157.08; 7186.11; 7265.40; 7577.58
28.83	7085.41*; 7411.59; 7557.69; 7651.58; 7736.78; 9342.53	29.56	3902.81; 4180.84; 4251.88; 4594.10; 5119.25; 5440.56; 5717.57; 6271.88; 6409.98; 6738.07; 6982.19; 7014.17; 7292.39; 7370.42; 7429.56*; 7623.58; 7695.63; 7818.70; 8060.65; 11092.26
29.23	7265.6*; 7316.52; 7430.66; 7511.50; 7591.80; 7832.75; 8000.44; 8076.85	31.06	6366.84*; 6781.04; 6945.12; 7030.12; 7068.06; 7283.30; 7321.25; 7405.39

Anexo 7. Tiempo de retención y masas moleculares de los componentes del veneno por clases sexuales del escorpión *R. junceus*

Hembras de <i>Rhopalurus junceus</i>		Machos de <i>Rhopalurus junceus</i>	
TR	Masas Moleculares (Da)	TR	Masas Moleculares
29.76	4180.94; 4594.22; 6982.37; 7370.60; 7695.80; 8060.85*; 8387.05; 8698.17; 11092.55	31.76	3714.68; 5212.39; 5439.55*; 5682.68; 5765.75; 7060.11; 7372.29; 7537.36
31.07	6366.02; 7255.36; 7283.50*; 7385.39; 7478.60; 7609.70; 8053.92	32.26	7114.09; 7297.32; 7354.13; 7418.49; 7563.48; 7609.50; 8195.77*; 8462.93; 8521.96; 8833.08
31.95	3714.76; 4026.95; 4983.37; 5439.68; 5682.82; 7033.28; 7086.29*; 7286.30; 7418.68; 7537.54; 7839.60; 7902.78; 8038.93; 8195.99; 8305.08; 8365.13; 8454.15; 8676.26	32.54	6210.06; 7039.01*; 7135.11; 7401.52; 7538.18; 7633.30; 8056.67; 8554.85
32.55	7039.13*; 7135.22; 7305.28; 7676.44; 8056.80	33.19	6081.94; 6691.18; 7092.06*; 7217.24; 7517.23; 7980.65
32.96	7190.27; 7400.69*; 7667.85; 7727.88	33.47	6933.99; 7128.01*; 7263.32; 7368.11
33.76	7263.52*; 7594.77	33.75	6877.97; 7108.12; 7178.10; 7273.27; 7400.50*
34.06	7108.30*; 7309.31; 7428.71; 7571.43; 7741.91; 8068.11	34.13	7428.52*; 7971.56
35.09	4045.93; 6845.14; 6924.18; 7116.26*; 7401.68; 7754.58	34.48	4831.23; 6859.98; 6910.01; 6992.94; 7428.64*; 7754.75
36.23	6970.30*; 7237.42; 7269.48; 7297.50; 7311.48	35.03	1533.73; 6860.02*; 7496.29
36.45	4045.91; 4236.70; 6544.18; 7294.31; 7946.82*; 8361.00; 9671.84; 11705.38; 16762.30; 16926.37; 17070.10; 18227.74	35.33	1670.77; 3978.74; 4045.84; 6924.04*; 7197.34; 7261.38 ; 7520.59

Anexo 7. Tiempo de retención y masas moleculares de los componentes del veneno por clases sexuales del escorpión *R. junceus*

Hembras de <i>Rhopalurus junceus</i>		Machos de <i>Rhopalurus junceus</i>	
TR	Masas Moleculares (Da)	TR	Masas Moleculares
36.96	7279.35*; 7945.80	36.27	6970.05; 7160.09*; 7945.57
37.51	7278.34*; 7473.44; 7692.55; 7915.65	37.29	7262.22*; 7528.38; 7599.56; 7676.42
38.67	6328.07; 6594.25; 6655.26; 6897.13*; 7605.73; 7931.95	37.67	7278.14*; 7294.14; 7309.14; 7589.33; 7946.52; 8212.67; 8258.70
40.22	7371.59; 7900.87; 8016.87; 8088.89*; 8118.86; 8401.07	40.67	8088.66*; 8282.76; 8354.81; 8414.85; 8555.97
46.81	ND	46.66	ND
53.94	7429.74	53.53	ND

*Masa molecular común entre hembras y machos

Anexo 8. Matrices de distancias fenotípicas y ambientales.

	TEMPERATURA MEDIA					
	<i>Nipense</i>	<i>Cristalense</i>	<i>Moaëense</i>	<i>Baracoëense</i>	<i>Purialense</i>	<i>Yaterense</i>
<i>Nipense</i>	0.00	70.45	45.88	53.45	18.42	21.97
<i>Cristalense</i>	70.45	0.00	56.35	20.25	54.39	57.58
<i>Moaëense</i>	45.88	56.35	0.00	43.48	37.41	33.33
<i>Baracoëense</i>	53.45	20.25	43.48	0.00	37.01	41.11
<i>Purialense</i>	18.42	54.39	37.41	37.01	0.00	15.20
<i>Yaterense</i>	21.97	57.58	33.33	41.11	15.20	0.00
	TEMPERATURA MÍNIMA					
	<i>Nipense</i>	<i>Cristalense</i>	<i>Moaëense</i>	<i>Baracoëense</i>	<i>Purialense</i>	<i>Yaterense</i>
<i>Nipense</i>	0.00	62.18	40.69	66.00	15.03	44.06
<i>Cristalense</i>	62.18	0.00	35.93	13.05	70.09	53.10
<i>Moaëense</i>	40.69	35.93	0.00	38.44	46.62	33.60
<i>Baracoëense</i>	66.00	13.05	38.44	0.00	72.97	53.60
<i>Purialense</i>	15.03	70.09	46.62	72.97	0.00	47.51
<i>Yaterense</i>	44.06	53.10	33.60	53.60	47.51	0.00
	TEMPERATURA MÁXIMA					
	<i>Nipense</i>	<i>Cristalense</i>	<i>Moaëense</i>	<i>Baracoëense</i>	<i>Purialense</i>	<i>Yaterense</i>
<i>Nipense</i>	0.00	62.60	37.32	59.19	40.51	38.75
<i>Cristalense</i>	62.60	0.00	27.36	10.21	26.22	27.10
<i>Moaëense</i>	37.32	27.36	0.00	24.37	12.22	8.90
<i>Baracoëense</i>	59.19	10.21	24.37	0.00	22.58	24.27
<i>Purialense</i>	40.51	26.22	12.22	22.58	0.00	12.52
<i>Yaterense</i>	38.75	27.10	8.90	24.27	12.52	0.00
	PRECIPITACIONES					
	<i>Nipense</i>	<i>Cristalense</i>	<i>Moaëense</i>	<i>Baracoëense</i>	<i>Purialense</i>	<i>Yaterense</i>
<i>Nipense</i>	0.00	1940.12	2586.62	2949.16	2102.27	1622.34
<i>Cristalense</i>	1940.12	0.00	2116.32	2516.04	1440.94	1598.62
<i>Moaëense</i>	2586.62	2116.32	0.00	2789.86	2384.89	2313.13
<i>Baracoëense</i>	2949.16	2516.04	2789.86	0.00	2622.95	2732.27
<i>Purialense</i>	2102.27	1440.94	2384.89	2622.95	0.00	1504.97
<i>Yaterense</i>	1622.34	1598.62	2313.13	2732.27	1504.97	0.00
	HUMEDAD RELATIVA					
	<i>Nipense</i>	<i>Cristalense</i>	<i>Moaëense</i>	<i>Baracoëense</i>	<i>Purialense</i>	<i>Yaterense</i>
<i>Nipense</i>	0.00	73.80	113.41	48.26	80.81	43.75
<i>Cristalense</i>	73.80	0.00	118.39	72.86	69.80	74.53
<i>Moaëense</i>	113.41	118.39	0.00	119.46	123.33	117.14
<i>Baracoëense</i>	48.26	72.86	119.46	0.00	69.14	43.94
<i>Purialense</i>	80.81	69.80	123.33	69.14	0.00	74.34
<i>Yaterense</i>	43.75	74.53	117.14	43.94	74.34	0.00

BIBLIOGRAFÍA

1. Abdel-Rahman MA., Omran MAA, Abdel-Nabi IM, Ueda H, McVean A. 2009. Intraspecific variation in the Egyptian scorpion *Scorpio maurus palmatus* venom collected from different biotopes. *Toxicon* 53: 349-59.
2. Abi-Saab, Rosana. 2012. Evaluación de la calidad del suelo, en el sistema productivo orgánico La Estancia, Madrid, Cundinamarca. Utilizando indicadores de Calidad de Suelos. Trabajo de grado para obtener el título de: ecólogo, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
3. Adhikari, Y.P., Fischer, A. y Fischer, H.S. 2016. Epiphytic orchids and their ecological niche under anthropogenic influence in central Himalayas, Nepal. *Journal of Mountain Science* 13 (5): 774-784.
4. Aiprakash P, Ayaprakasha G, Chidambara M, Mahadev B, Bhimanagouda P. 2010. Characterization of *Citrus aurantifolia* bioactive compounds and their inhibition of human pancreatic cancer cells through apoptosis. *J. Microchemical.* 94: 108–117.
5. Almeida-Neto, M. Guimarães, P. Guimarães, P.R. Jr. 2008. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. *Oikos* 117:1227–39.
6. Altieri M. A. y Nicholls C. I. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Rev. Ecosistemas* 16 (1): 3-12.
7. Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. En: Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. 64: 17-24, Costa Rica.
8. Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. 2008. Suelos Saludables, Plantas Saludable. La evidencia agroecológica. LEISA revista de agroecología.
9. Altieri, M.A. 1987. *Agroecology: The Scientific Basis of Alternative Agriculture*. Segunda Edición. Westview Press. Boulder CO. 227 p.
10. Altieri, M.A. 1999. AGROECOLOGIA Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan–Comunidad. Montevideo.
11. Alvarado, K. *et al.* 2013. Situación socio-tecnológica-productiva del cultivo del cocotero en Baracoa, Cuba. *Pastos y Forrajes*, vol. 36, no. 2, pp. 252-261.
12. Anderson, M. J. 2001. A new method for non - parametric multivariate analysis of variance. *Austral ecology* 26(1): 32-46.
13. Anuario Estadístico de Yateras y Manuel Támes. 2017. Disponible en <http://www.onei.cu> consultado el 29 de junio de 2018.

14. APHA AWWA WEF. 2005. Standard Methods for the examination of water and wastewaters 21th edition. USA.
15. Arrázola G, Grané Nuria, Dicenta F. 2014. Importancia de los glucósidos cianogénicos en el sabor de frutos de almendros (*Prunus dulcis* Miller) y su incidencia en la agroindustria. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 8(1): 57-66.
16. Atmar, W. & B. D. Patterson 1993. The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat. *Oecologia*, 96: 373-382.
17. Azeria, E. & J. Kolasa. 2008. Nestedness, niche metrics and temporal dynamics of a metacommunity in a dynamic natural model system. *Oikos* 117: 1006-1019.
18. Baquero, J. E. 2015. Inventario y monitoreo de biodiversidad en fincas bananeras y forestales de platanera en Río Sixaola SA. Corredor Biológico Talamanca Caribe. Proyecto de Asistencia Profesional. Noviembre 2014 – Febrero 2015.
19. Barrantes Mejía, Fernando A. 2008. Caracterización de la Gallina Criolla de la Región Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca, Colombia. 4 pp.
20. Bartok, A, Toth A, Somodi S, Szanto TG, Hajdu P, Panyi G. 2014. Margatoxin is a non-selective inhibitor of human Kv1.3 K⁺ channels. *Toxicon* 87:6-16.
21. Batista, CV, del Pozo L, Zamudio FZ, Contreras S, Becerril B, Wanke E, Possani LD. 2004. Proteomics of the venom from the Amazonian scorpion *Tityus cambridgei* and the role of prolines on mass spectrometry analysis of toxins. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*. 803(1): 55-66.
22. Batista, CVF, Román-González, S, Salas-Castillo, SP, Zamudio, FZ, Gómez-Lagunas, F, Possani, LD. 2007. Proteomic analysis of the venom from the scorpion *Tityus stigmurus*: biochemical and physiological comparison with other *Tityus* species. *Comp. Biochem y and Physiol*. 146: 147-157.
23. Bednarek, MA, Bugianesi RM, Leonard RJ, Felix JP. 1994. Chemical synthesis and structure function studies of margatoxin, a potent inhibitor of voltage dependent potassium channel in human T lymphocytes. *Biocem Biophys Res Commun*. 198: 619-625.
24. Begué, G. *et. al.* 2014. Plan de Manejo área protegida de recursos manejados Cuchillas el Toa (2014-2020). Guantánamo, Cuba: Unidad de Servicios Ambientales Alejandro de Humboldt.
25. Betancourt, P. *et al.* 2005. Organic Matter and soil characterization during restoration processes with cover crop on temperate areas of México. Disponible: <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/art139148.pdf>
26. Bloch, C.P. Higgins, C.L. & Willig, M.R. 2007. Effects of large scale disturbance on metacommunity structure of terrestrial gastropods: temporal trends in nestedness. *Oikos*

116:395–406.

27. Borhidi, A. 1996. *Phytogeography and Vegetation Ecology of Cuba*. Akademiai Kiado, Budapest, 923 pp.
28. Borhidi, A., Muñiz, O. 1986. The phytogeographic survey of Cuba: 2. Floristic relationships and phytogeographic subdivision. *Acta Botanica Hungarica* 32 (1-2): 3-48.
29. Bosmans, F y Tytgat, J. 2007. Voltage-gated sodium channel modulation by scorpion alpha- toxins. *Toxicon* 49:142-58.
30. Botta, M. 2016. hacia un enfoque social de la biodiversidad. *Papel de las universidades para su conservación vol. 3, nº 28*. Universidad de oriente.
31. Bustillos, G. 1999. *Investigación acción participativa*. Asociación de Pedagogos de Cuba. Ciudad de la Habana. 12-26, 60-67 p.
32. Caballero, T. 2005. *La comunidad. Aspectos conceptuales*. La Habana. Editorial Caminos. 167. p.
33. Cao, J. 2002. El Alacrán Colorao Alerta Roja [sic]. *Flora y Fauna*, 6(1): 42-43.
34. Carcamo-Noriega, EN., Olamendi-Portugal T., Restano-Cassulini R., Uribe-Romero SJ., Becerril B., Possani, LD. 2018. Intraspecific variation of *Centruroides sculpturatus* scorpion venom from two regions of Arizona. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 638: 52-57.
35. Castilla, C. 2010. *Socialización para la participación social en instituciones de educación superior*. Tesis Maestría. CLACSO-FLACSO, La Habana.
36. Castillo GA. 2015. *Evaluación de la actividad citotóxica de limonoides de semillas de cítricos extraídos con CO₂ supercrítico*. Guadalajara, JAL. (Tesis en opción al Doctorado en Ciencia y Tecnología en la Especialidad de Procesos Agroindustriales).
37. Castro, F. 1992. Palabras pronunciadas durante la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro, el 12 de junio: consultado en <http://www.cubadebate.cu> consultado el 26 de septiembre de 2018.
38. Catch - Pérez, M. J., Andrade, J. L., Cetzal - Ix, W. y Reyes - García, C. 2016. Environmental influence on the inter - and intraspecific variation in the density and morphology of stomata and trichomes of epiphytic bromeliads of the Yucatan Peninsula. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 441-458.
39. Cayuela, L. 2016. ¿Qué es el escalamiento multidimensional no métrico? Curso 3 de R. <https://curso-r-uah2009.wikispaces.com/3.+Escalamiento+multidimensional>. Consultado el 13 de Diciembre de 2016.
40. Cestèle, S., Qu, Y., Rogers, J.C., Rochat, H., Scheuer, T., Catterall, W.A. 1998. Voltage sensor-trapping: enhanced activation of sodium channels by beta-scorpion toxin bound to the S3–S4 loop in domain II. *Neuron* 21(4): 919-931.

41. Cevallos, MA., Navarro-Duque C., Varela-Julia M., Alagon AC. 1992. Molecular mass determination and assay of venom hyaluronidases by sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis. *Toxicon* 30(8): 925-930.
42. Cid-Urbe, J.I., Jiménez-Vargas., J.M., Zamudio, F.Z., Possani, L.D. 2017. Comparative proteomic analysis of female and male venoms from the Mexican scorpion *Centruroides limpidus*: Novel components found. *Toxicon* 125: 91-98.
43. CIPS-CIGEA. 2000. Metodología para el estudio de las percepciones ambientales. Ciudad de La Habana. Consultado el 27 de septiembre de 2018.
44. Colwell, R. K. & J. A. Coddington 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society, (Series B)*, 345: 101-118.
45. Colwell, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
46. Colwell, R. K. 2016. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1. User's Guide and application.
47. Conde R, Zamudio F, Becerril. 1999 Phospholipin, a novel heterodimeric phospholipase A2 from *Pandinus imperator* scorpion venom. *FEBS. Lett*, 460, 447-450.
48. Cook, R. R. & J. F. Quinn 1995. The influence of colonization in nested species subsets. *Oecologia*, 102: 413-424.
49. Cordeiro, FA., Amorim, FG., Anjolette, FA., Arantes, EC. 2015. Arachnids of medical importance in Brazil: main active compounds present in scorpion and spider venoms and tick saliva. *The Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*. 21: 24.
50. Cornell, R. 1997. "La organización social de la masculinidad", en T. Valdés y J. Olavarría (editores): *Masculinidad/es. Poder y Crisis*, Ediciones de las Mujeres, no. 24, Santiago, Chile.
51. Corzo, G, Diego-García, E, Clement, H, Peigneur, S, Odell, G, Tytgat, J, Possani, LD, Alagon, A. 2008. An insecticidal peptide from the therapsid *Brachypelma smithi* spider venom reveals common molecular features among spider species from different genera. *Peptides* 29: 1901-1908.
52. Cueto, R. 1986. Apuntes para una historia del cultivo del cocotero en Cuba I. Desde 1492 hasta 1959. Especial referencia a la región de Baracoa. Monografía. 15p.

53. Cueto, R. *et al.* 2004. Historia del cultivo de cocotero (*Cocos nucifera* L) en Cuba: su origen en la región de Baracoa, [Consultado en junio de 2007]. Disponible en internet [http: <www.fao.org/docrep>](http://www.fao.org/docrep).
54. Cvetnic Z, Vladimir-Knezevic S. 2004. Antimicrobial activity of grapefruit seed and pulp ethanolic extract. *Acta Pharm.* 54:243–250.
55. Chao, A. 2018. Good-Turing (species data and richness estimates) Online: Software for richness estimates. Program published at <https://chao.shinyapps.io/GoodTuring/>.
56. Chao, A., Ma, K. H., and Hsieh, T. C. 2016. iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity. Program and User's Guide published at <https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/>.
57. Chaparro, O. S. 2018. Estructura de la comunidad de orquídeas (Orchidaceae) en tres coberturas vegetales en un ecosistema altoandino, Boyacá, Colombia. Trabajo de grado para optar al título de biólogo. Universidad De La Salle. Bogotá. Colombia. 54p.
58. Chazdon, R. L., R. K. Colwell, J. S. Denslow & M. R. Guariguata 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forest of northeastern Costa Rica. En: F. Dallmeier & J.A. Comiskey (eds.) *Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modelling*, pp. 285-309. The Parthenon Publishing Group, Francia.
59. Churata Diana E, Ramos D, Moromi Hilda, Martínez Elba, Castro A, García Ruth. 2016. Efecto antifúngico de *Citrus paradisi* “toronja” sobre cepas de *Candida albicans* aisladas de pacientes con estomatitis subprotésica. *Rev. Estomatol. Herediana.* 26(2).
60. Damon, A., Almeida, C., Valle, J., Bertolini, V. y López, J. 2015. Ravines as refuges for Orchidaceae in South-Eastern México. *Botanical Journal of the Linnean Society* 178: 283-297.
61. De la Rosa-Manzano, E., Andrade, J., Zotz, G. y Reyes-García, C. 2014. Respuestas fisiológicas a la sequía, de cinco especies de orquídeas epífitas, en dos selvas secas de la península de Yucatán. *Botanical Sciences* 92 (4): 607-616.
62. de Nooy, W., Mrvar, A., and Batagelj, V. 2018. *Exploratory Social Network Analysis with Pajek: Revised and Expanded Edition for Updated Software.* Third Edition. New York: Cambridge University Press. 334p.
63. De Sousa, L., Borges, A., Vásquez-Suárez, A., Op den Camp, H.J., Chadee-Burgos, R.I., Romero-Bellorín, M., Espinoza, J., De Sousa-Insana, L., Pino-García, O. 2010. Differences in venom toxicity and antigenicity between females and males *Tityus nororientalis* (Buthidae) scorpions. *J. Venom. Res.* 1: 61-70.
64. Delgado, E., Rosales, F., Trejos, J., Villalobos, M. y Posacasangre, L. 2010. Índice de

- calidad y salud de suelos para plantaciones bananeras en cuatro países de América Latina y el Caribe. *Rev. Bioagro* 22(1): 53-60.
65. Díaz-García, A., Morier-Díaz L., Frion-Herrera Y., Rodríguez-Sánchez H., Caballero-Lorenzo Y., Mendoza-Lianes D., Riquenes-Garlobo Y., Fraga-Castro J.A. 2013. *In vitro* anticancer effect of venom from Cuban scorpion *Rhopalurus junceus* against a panel of human cancer cell line. *Journal of Venom Research* 4: 5-12.
 66. Dislich, R. y Mantovani, W. 2015. Vascular epiphyte assemblages in a Brazilian Atlantic forest fragment: Investigating the effect of host tree features. *Plant Ecology* 217 (1): 1-12
 67. Doroteo VH, Díaz C, Terry Cecilia, Rojas Rosario. 2013. Compuestos fenólicos y actividad antioxidante *in vitro* de 6 plantas peruanas. *Rev. Soc. Quím. Perú.* 79(1): 52-58.
 68. DPPF. 2010. (Dirección Provincial de Planificación Física). Plan general de ordenamiento territorial municipio Baracoa. 232p.
 69. D'Suze, G., Sandoval, M., Sevcik, C. 2015. Characterizing *Tityus discrepans* scorpion venom from a fractal perspective. Venom complexity, effects of captivity, sexual dimorphism, differences among species. *Toxicon* 108: 62-67.
 70. Escobar, CE., Tincopa, L., Rivera., D. 2002. Purificación parcial de las toxinas HI1, HI2 Y HI3 del veneno del escorpión *Hadruroides lunatus* KOCH, 1867 (Scorpionida Vejovidae). *Rev. Perú Biol* 9(1): 3-10.
 71. Falcao, J.C., Dáttilo, W. & Rico-Gray, V. 2016. Sampling effort differences can lead to biased conclusions on the architecture of ant-plant interaction networks. *Ecological Complexity*, (25):44-52.
 72. FAO. 2010. Assessment of the Coconut Industry in Baracoa, Cuba and Strategy for its Development with Emphasis on the Processing Sector (Tillekeratne, H.A.), [Report of the Assignment Project, TCP/CUB/3201], Disponible en: Archivo ACTAF.
 73. Farias, Sarai de Lourdes. 2017. Análisis de redes de herbívoros en tres estados sucesionales en un bosque mesófilo de montaña del centro de Veracruz. Tesis presentada en opción al título de Maestra en Ecología Tropical. Universidad Veracruzana. México. 91p.
 74. Feng L, Gao R, Gopalakrishnakone P. 2008 Isolation and characterization of a hyaluronidase from the venom of Chinese red scorpion *Buthus martensi*. *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol.* 148(3): 250-257.
 75. Ferro, J. 2004. Efectos del aprovechamiento forestal sobre la estructura y dinámica de la comunidad de epífitas vasculares del bosque semidecíduo notófilo de la Península de Guanahacabibes, Cuba. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Forestales. Departamento Forestal, Facultad Forestal y Agronomía, Universidad de Pinar del Río, Cuba. 108 pp.

76. Froy, O., Sagiv, T., Poreh, M., Urbach, D., Zilberberg, N., Gurevitz, M. 1999. Dynamic diversification from a putative common ancestor of scorpion toxins affecting sodium, potassium, and chloride channels. *J. Mol. Evol.* 48: 187-196.
77. Galvez A, Gimenez-Gallego G, Reuben JP, Roy-Contancin L, Feigenbaum P, Kaczorowski GJ, Garcia ML. 1990. Purification and characterization of a unique, potent, peptidyl probe for the high conductance calcium-activated potassium channel from venom of the scorpion *Buthus tamulus*. *J Biol Chem.* 265: 11083-90.
78. Gangur A.N., Seymour, J.E., Liddell, M.J., Wilson, D., Smout, M.J., Northfield, T.D. 2017a. When is overkill optimal? Tritrophic interactions reveal new insights into venom evolution. *Theor. Ecol.* 11: 141-149.
79. Gangur A.N., Smout, M.J., Liddell, M.J., Seymour, J.E., Wilson, D., Northfield, T.D. 2017b. Changes in predator exposure, but not in diet, induce phenotypic plasticity in scorpion venom. *Proc.R. Soc. B* 284: 20171364.
80. García JL, Ramos R, Gómez J, Vázquez JC, Cano A. 2015. Biotransformación de esteroides con diferentes microorganismos. *Rev. Mex. Cienc. Farm.* 46(1): 52-61.
81. García María D. 2012. Estudio de la actividad antimicrobiana de extractos de naranja agria (*Citrus aurantium*) y lima dulce (*Citrus limetta*) sobre *Listeria monocytogenes* ATCC 19114. En: XIV Congreso Internacional Inocuidad de Alimentos. Guadalajara. Memorias Repositorio CIATEJ. Universidad de Guadalajara.
82. García, M y Castiñeiras, L, 2009. Biodiversidad agrícola en las Reservas de la Biosfera de Cuba.
83. García-Calvo, M., Leonard, R.J., Novick, J., Stevens, S.P., Schmalhofer, W., Kaczorowski, G.J., García, M.L. 1993. Purification, characterization, and biosynthesis of margatoxin, a component of *Centruroides margaritatus* venom that selectively inhibits voltage-dependent potassium channels. *J. Biol. Chem.* 268: 18866-18874.
84. García-Franco, J. G. y T. Toledo-Aceves. 2008. Epifitas vasculares: Bromelias y Orquídeas 69-78p. En: Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S. y Mehlreter K. (editores). 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México.
85. García-González, A., Damon, A., Riverón-Giró, R. B. Y Ávila-Díaz, I. 2016. Circular distribution of three species of epiphytic orchids in shade coffee plantations, in Soconusco, Chiapas, México. *Plant ecology and evolution* 149 (2): 189-198.
86. García-Valdés, J., Zamudio F.Z., Toro L., Possani, L.D. 2001. Slotoxin, alpha KTx1.11, a new scorpion peptide blocker of Maxi K channels that differentiates between alpha and alpha + beta (beta1 or beta4) complexes. *FEBS Lett.* 505: 369-373.

87. Gaviria Viviana, Patiño LF, Saldarriaga A. 2013. Evaluación *in vitro* de fungicidas comerciales para el control de *Colletotrichum spp.*, en mora de castilla. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.* 14(1): 67-75.
88. Geilfus, F. 2000. 80 herramientas para el desarrollo participativo. San José, C.R.: IICA. SAGAR, México. 206 p.
89. Gimenez-Gallego, G., Navia, MA., Reuben, JP., Katz, GM., Kaczorowski, GJ., García ML. 1988. Purification, sequence and model structure of charybdotoxin, a potent selective inhibitor of calcium activated potassium channels. *Proc Natl Acad Sci.* 85: 3329-33.
90. Gliessman, SR. 2000. *Agroecology*. CRC Press, Boca Raton, FL. 384 p.
91. Gliessman, SR. 2002. *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, C.R: CATIE.
92. González M, Moreno S, Salcedo SM, Pérez EC. 2015. Evaluación *in vitro* de la actividad antifúngica de extractos de agave (*Agave scabra*, Salm Dyck) sobre hongos postcosecha. *Phyton.* 84 (2).
93. Gordon D, Karbat I, Ilan N, Cohen L, Kahn R, Gilles N. 2007. The differential preference of scorpion alpha-toxins for insect or mammalian sodium channels: implications for improved insect control. *Toxicon* 49(4): 452-72.
94. Gotelli, N. J. & R. K. Colwell 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 379-391.
95. Granados, D. y López, G. F. 2002. Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 8(1): 39—48.
96. Greuter, W. y Rosa Rankin Rodríguez. 2016. *Espermatófitos de Cuba. Inventario preliminar*. Botanischer Garten & Botanisches Museum Berlin-Dahlem y Jardín Botánico Nacional, Universidad de La Habana. Parte General y Parte II. 416 p.
97. Grupo de estudios sobre juventud del CIPS. 2015. *Políticas públicas de juventud e inclusión social. El caso cuba*. Editorial ciencias sociales. La Habana, Cuba.
98. Guimarães, P. R., P. Guimarães. 2006. Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. *Environmental Modelling and Software.* 21: 1512-1513.
99. Honnay, O., M. Hermy & P. Coppin 1999. Nested plant communities in deciduous forest fragments: species relaxation on nested habitats? *Oikos*, 84: 119-129.
100. Horta CC., Magalhaes Bde., F., Oliveira-Mendes, B. B., do Carmo, A. O., Duarte, C. G., Felicori, L.F., Machado-de-Avila, R. A., Chavez-Olortegui, C., Kalapothakis, E. 2014. Molecular, immunological, and biological characterization of *Tityus serrulatus* venom hyaluronidase: new insights into its role in envenomation. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 8(2): e2693.

101. Huys, I., Dyason K., Waelkens E., Verdonck F., van Zyl J., du Plessis J., Mueller G.J., van der Walt J., Clynen E., Schoofs L., Tytgat J. 2002. Purification, characterization and biosynthesis of parabutoxin 3, a component of *Parabuthus transvaalicus* venom Eur. J. Biochem. 269: 1854-1865.
102. Inerarity, C. 2017. Manual de técnicas de participación para el trabajo grupal. Editorial caminos. La Habana. Cuba.
103. Ji, S-J., Liu, F., Li, E., Zhu, Y. 2002. Recombinant scorpion insectotoxin AaIT kills specifically insect cells but not human cells. Cell Research. 12(12): 143-150.
104. Jiménez Danela R. 2016. Representación espacial para la gestión de la calidad del agua de pozos en el municipio de Rodas de la provincia de Cienfuegos. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Construcciones. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental. (Tesis en opción al Título de Ingeniera Hidráulica).
105. Jiménez, C. 2016. Biodiversidad alerta. Casa del tiempo. Volumen V No. 36. Consultado en <http://www.uam.mx/difusion/casadeltiempo> el 5 de noviembre de 2018.
106. Jiménez-López, D. A. 2016. Determinantes ambientales en la riqueza de epífitas vasculares en un gradiente altitudinal en la Sierra Madre de Chiapas. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 64 p.
107. Johansson, D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African Rain Forest. Acta Phytogeographica Suecica 59:1-129.
108. Kalapothakis, E., Chavéz-Olórtegui, C. 1997. Venom variability among several *Tityus serrulatus* specimens. Toxicon 35 (10): 1523-1529.
109. Koschak, A., Bugianesi, R.M., Mitterdorfer, J., Kaczorowski, G.J., Garcia, M.L., Knaus, H.-G. 1998. Subunit composition of brain voltage-gated potassium channels determined by hongotoxin-1, a novel peptide derived from *Centruroides limbatus* venom. J. Biol. Chem. 273: 2639-2644.
110. Kreil G. 1995. Hyaluronidases--a group of neglected enzymes. Protein Society 4(9): 1666-9.
111. Krifi MN, El Ayeb M. 1998. An equilibrium ELISA for the dosage of *Androctonus australis garzonii* (Aag) and *Buthus occitanus tunetanus* (Bot) scorpion venoms: set up and calibration. Arch Inst Pasteur Tunis 75: 185-94.
112. Kuzmenkov A.I., Vassilevski A.A., Kudryashova K.S., Nekrasova O.V., Peigneur S., Tytgat J., Feofanov A.V., Kirpichnikov M.P., Grishin E.V. 2015. Variability of potassium channel blockers in *Mesobuthus eupeus* scorpion venom with focus on Kv1.1: an integrated transcriptomic and proteomic study. J. Biol. Chem. 290: 12195-12209.

113. Lacki, P. 1995. Adoptando nuevos métodos de enseñanza. En: Buscando soluciones para la crisis del agro. Santiago de Chile. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 47-51p.
114. Lagarde, M. 2010. *Claves feministas para la autoestima de las mujeres*. Madrid: Instituto de la Mujer. 36 p.
115. Ledo A, Condés S, Montes F. Revisión de índices de distribución espacial usados en inventarios forestales y su aplicación en bosques tropicales. *Revista Peruana de Biología*. 2012;19(1):113-124.
116. Leyva, A. 2003) MEDEBIVE a Methodology to Promote Agroecosystem Vegetable Biodiversity and ecological Technologies of production. En: Proceedings Red Científica Alemana Latinoamericana-RECALL Resource Utilization: Globalization and Local Structures. Universidad Autónoma de Nueva León Monterrey, México. p. 59-67.
117. Lezcano, Y. 014). Concepción y metodología de la educación popular. Editorial caminos. La Habana. Cuba. 53p.
118. Lima PC, Bordon KCF, Pucca MB, Cerni FA, Zoccal KF, Faccioli, LH. 2015. Partial purification and functional characterization of Ts19 Frag-I, a novel toxin from *Tityus serrulatus* scorpion venom. *The journal of venomous animals and toxins including tropical diseases*. 21:49.
119. Lobo, J.M. y Veiga, C.M. 1990. Interés ecológico y económico de la fauna coprófaga en pastos de uso ganadero. *Ecología*. 4:313.
120. Lok, S. 2006. Estudio y selección de indicadores de estabilidad del sistema suelo-planta en pastizales en explotación. Tesis Dr. La Habana, Cuba. 120 pp.
121. Loo, S.E. Mac Nally, R. & Quinn G.P. 2002. An experimental examination of colonization as a generator of biotic nestedness. *Oecologia* 132:118–24.
122. López Tania y Yurisnel Ortiz. 2003. Manual de Prácticas de Laboratorio de Farmacognosia y Química de los Productos Naturales. Universidad de Oriente. Facultad de Ciencias Naturales. Dpto. de Farmacia. Santiago de Cuba. p.55.
123. López, J. A.; Aguirre, O. A.; Alanís, E.; Monarrez, J. C.; González, M. A. & Jiménez, J. 2017. Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México. *Maderas y Bosques*. 23 (1):39-51. Disponible en: <http://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/issue/view/226>. Consultado: 23/01/2017
124. López, O., Ramírez, S. I., Espinosa, S., Villarreal, J. M. y Wong, A. 2015. Diversidad vegetal y sustentabilidad del sistema agroforestal de cacao en la región de la selva de Chiapas, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias* 2(2): 55 – 63.
125. Lores, A. 2009. Propuesta metodológica para el desarrollo sostenible de los

agroecosistemas. Contribución al estudio de la agrobiodiversidad. Estudio de caso: Comunidad “Zaragoza”, La Habana, Cuba.

126. Lugo, R. 2001. El manejo de la biodiversidad en el siglo XXI. <https://scholar.google.com/cu/scholar.um/>. Consultado el 27 de septiembre de 2018.
127. Macías, N. M. A.; Esquivel, R. y Felipe, P. 2018: Caracterización de la producción y diversificación del coco para la transformación de la matriz productiva en Manabí-Ecuador. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, (noviembre 2018). Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/11/produccion-diversificacion-coco.html>. Consultado: 18/01/19.
128. Machado, C.G. 2002. Diseño de inventario forestal continuo para la Ordenación sostenible de los bosques pluvisilvas de montaña en Guantánamo. Disponible en: www.inia.es/capf/2002. Fecha de consulta: febrero 2006.
129. Machado, M. M., Nicholls, C. I., Márquez, S. M., Turbay, S. 2015. Caracterización de nueve agroecosistemas de café de la cuenca del río Porce, Colombia, con un enfoque agroecológico. IDESIA 33(1): 69 – 83, Chile.
130. Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press, Princeton.
131. Maldonado G, Vinicio R. 2017. Efecto inhibitorio del extracto de toronja (*citrus paradisi*) en diferentes concentraciones sobre el *streptococcus mutans*. Estudio *in vitro*. Quito: UCE. Carrera de Odontología. 2017(Tesis en opción al Título de Odontólogo).
132. Mancina, C. A., y Cruz D. D (Eds.). 2017. Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas. Instituto de Ecología y Sistemática (IES). Editorial AMA, La Habana, 502 pp. ISBN: 978-959-300-129-8.
133. Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S. y Mehlterter K. (editores). 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C.(INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMAR-NAT), México, 348 p. ISBN 970-709-112-6.
134. Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. Cancer Research 27 (2): 209-220.
135. Martin, B.M., Ramirez, A.N., Gurrola, G.B., Nobile, M., Prestipino, G., Possani, L.D. 1994. Novel K⁺ channel blocking toxins from the venom of the scorpion *Centruroides limpidus limpidus* Karsch. Biochem. J. Lond. 304: 51-56.
136. Martínez, Y. 2017. Percepción comunitaria sobre la extensión forestal para la conservación de la cuenca del río Toa, Cuba. UNED research journal (I-ISSN: 659-441X) Vol. (1)

137. Más TD, Martínez AY, Rodríguez BR, Pupo TG, Rosabal NO, Olmo GC. 2017. Análisis preliminar de los metabolitos secundarios de polvos mixtos de hojas de plantas medicinales. *Rev Cubana Plant Med.* 22 (1).
138. Mateo, J. M. 2016. Regiones y paisajes geograficos de Cuba., Editorial UH, La Habana, 215p.
139. Mejri, T., Borchani., L. Srairi-Abid, A. Benkhalifa., R. Cestele., S. Regaya., I. Karoui., H. Pelhate., M. Rochat., H. EL Ayeb, M. 2003. BotIT6: a potent depressant insect toxin from *Buthus occitanus tunetanus* venom. *Toxicon* 41: 163-171.
140. Mexi, B. 2018. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manejo.html>.
141. Milián, I.; Sánchez, S.; Wencomo, H. B.; Ramírez, W. M. y Navarro, M. 2018. Estudio de los componentes de la biodiversidad en la finca agroecológica La Paulina del municipio de Perico, Cuba. *Revista Pastos y Forrajes*, 41(1): 50 -55.
142. Miller, D.W., Jones, A.D., Goldston, J.S., Rowe, M.P., Rowe, A.H. 2016. Sex differences in defensive behavior and venom of the striped bark scorpion *Centruroides vittatus* (Scorpiones: buthidae). *Integr. Comp. Biol.* 1-10.
143. MINAG. 1990. Instructivo Técnico para el cultivo del Coco, edit. CIDA, Ciudad de la Habana, 60p.
144. MINAG. 2016. Anuario Estadístico de la Producción de café, cacao y coco. Baracoa. [Folleto de archivo], edit. Empresa Agropecuaria y Coco, Baracoa, 19p.
145. Moguel P, Toledo VM. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology* 13(1):11-21.
146. Molina, Y. 2011. Percepción ambiental por los actores sociales de la reserva ecológica el gigante. *Revista forestal Baracoa vol. 30 (1), enero-junio ISSN: 0138-6441 artículo científico, pp. 79-86.*
147. Mora, D. 2012. Diálogo y transferencia dialéctica de saberes/conocimientos. *Rev. De Inv. Educ.*, vol.5, n.3.
148. Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T, manuales y tesis Vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.
149. Morey SS, Kiran KM, Gadag JR. 2006. Purification and properties of hyaluronidase from *Palamneus gravimanus* (Indian black scorpion) venom. *Toxicon* 47(2): 188-195.
150. Morrison, L.W. 2013. Nestedness in insular floras: spatiotemporal variation and underlying mechanisms. *Journal of Plant Ecology*, 6(6): 480–488.
151. Mrvar, A. & V. Batagelj. 2018. Programs for Analysis and Visualization of Very Large Networks. Reference Manual. List of commands with short explanation. version 5.06.

Ljubljana, October 1, 2018. 113p.

152. Murugan S, Anand R, Devi U. 2007. Efficacy of *Euphorbia milli* and *Euphorbia pulcherrima* on aflatoxin producing fungi (*Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*). African Journal of Biotechnology. 6(6).
153. Myklestad, A. & M. Sætersdal 2004. The importance of traditional meadow management techniques for conservation of vascular plant species richness in Norway. Biological Conservation, 118: 133–139.
154. Nava E, García C, Camacho JR, Vázquez Elba L. 2012. Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai*. 8(3): pp. 17-29.
155. Nieto, A.R., Gurrola G.B., Vaca L., Possani L.D. 1996. Noxiustoxin 2, a novel K⁺ channel blocking peptide from the venom of the scorpion *Centruroides noxius* Hoffmann. Toxicon 34: 913-922.
156. Norma Cubana. 1985. Sistemas de abastecimiento de agua. Requisitos sanitarios. NC-93-03. Cuba. 1985.
157. Novick J., Leonard R.J., King V.F., Schmalhofer W., Kaczorowski G.J., García M.L. 1991. Peptides and genes coding for scorpion toxins that affect ion-channels. Biophys. J. 59: 75-78.
158. Núñez, L. 2014. Patrones de asociación entre insectos polinizadores y palmas silvestres en Colombia con énfasis en palmas de importancia económica (tesis doctoral). Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. p. 132-133
159. Olamendi-Portugal T, Bartok A, Zamudio-Zuniga F, Balajthy A, Becerril B, Panyi G., Possani, L.D. 2016. Isolation, chemical and functional characterization of several new K⁺ channel blocking peptides from the venom of the scorpion *Centruroides tecomanus*. Toxicon 115: 1-12.
160. Olamendi-Portugal, T., Somodi, S., Fernandez, J.A., Zamudio, F.Z., Varga, Z., Panyi, G., Gaspar, R., Possani, L.D. 2005. Novel alpha-Ktx peptides from the venom of the scorpion *Centruroides elegans* selectively blockade Kv1.3 over IKCa1 K⁺ channels of T cells. Toxicon 46: 418-429.
161. Oliveira FN., Mortari MR., Carneiro FP., Guerrero-Vargas JA., Santos DM., Pimenta AM., Schwartz, EF. 2013. Another record of significant regional variation in toxicity of *Tityus serrulatus* venom in Brazil: a step towards understanding the possible role of sodium channel modulators. Toxicon 73: 33-46.
162. Omran MA, McVean A 2000. Intraspecific variation in scorpion *Leiurus quinquestriatus* venom collected from Egypt (Sinai and Aswan deserts). Toxin Rev. 19(3-4): 247-264.

163. Ordáz, E. y Pérez, O. 1998. Comportamiento de la palma de coco en cinco sistemas de producción del estado de Colima, México. *Terra Latinoamericana*, 16(3): 259-267.
164. Padilla D. y Suchini J. G. 2013. Guía para el sondeo agroecológico de suelos y cultivos. Serie técnica. Manual técnico / CATIE 112: 20 p.
165. Parada, S. 2009. El empleo de las mujeres rurales. Lo que dicen las cifras, FAO, CEPAL, Roma. 93 p.
166. Parra E, Armenteras D, Retana J. 2016. Edge Influence on Diversity of Orchids in Andean Cloud Forests. *Forests* 7(3):63-76.
167. Pérez, M.A. 2010. Sistema Agroecológico Rápido de Evaluación de Calidad de Suelo y Salud de Cultivos. Guía metodológica. Corporación Ambiental Empresarial. Bogotá, Colombia.
168. Pessini, A., T. Takao, E. Cavalheiro, W. Vichnewski, S. Sampaio, J. Giglio, E. Arantes. 2001. A hyaluronidase from *Tityus serrulatus* scorpion venom: isolation, characterization and inhibition by flavonoids. *Toxicon* 39: 1495-1504.
169. Pichardo, R. 2010. Tesis de Maestría. Evaluación de indicadores de sustentabilidad en agroecosistema frágil de montaña. Estudio de Caso. Cuba.
170. Pineda, E. & G. Halffter. 2004. Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in Mexico. *Biological Conservation*, 117: 499-508.
171. Planos, E; Vega, R y A, Guevara. 2013. Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Medio Ambiente y Tecnología. La Habana, Cuba, 430 pp.
172. Ponvert-Delisle DR. 2016. Algunas consideraciones sobre el comportamiento de la sequía agrícola en la agricultura de Cuba y el uso de imágenes por satélites en su evaluación. *Cultivos Tropicales*. 37(3).
173. Possani, LD., Becerril, B., Delepierre, M., Tytgat, J. 1999. Scorpion toxins specific for Na⁺ channels. *Eur. J. Biochem.* 264: 287-300.
174. Possani, LD., Martin, B., Svendsen, I. 1982. The primary structure of Noxiustoxin: a K⁺ Channel blocking peptide from the venom of the scorpion *Centruroides noxius* Hoffmann. *Carlsberg Res. Comm.* 47: 285-289.
175. Proveyer, C. *et al.* 2017. Selección de Lectura sobre Trabajo Social Comunitario. Editorial Popular s.a.
176. Pucca MB, Amorim FG, Cerni FA, Bordon Kde C, Cardoso IA, Anjolette FA. 2014. Influence of post-starvation extraction time and prey-specific diet in *Tityus serrulatus* scorpion venom composition and hyaluronidase activity. *Toxicon* 90: 326-36.
177. Pucca, M.B., Roncolato, E.C., Campos, L.B., Fernandes, F.S., Mendes, G.R., Bertolini,

- T.B., Cerni, F.A., Barbosa, J.E. 2011. Experimental *Tityus serrulatus* scorpion envenomation: age and sex related differences in symptoms and mortality in mice. *J. Venom. Toxins Incl. Trop. Dis.* 17 (3): 325-332.
178. Quezada MW, Rivera María del Pilar. 2015. Determinación de fitoconstituyentes de la raíz y hojas de mimosa albida procedentes de Conache. La Libertad. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Farmacia y Bioquímica. (Tesis en opción al Título de Químico Farmacéutico).
179. Quintero-Hernández V, Jiménez-Vargas JM, Gurrola GB, Valdivia HH, Possani LD. 2013. Scorpion venom components that affect ion-channels function. *Toxicon* 76: 328-42.
180. Ramanaiah M, Parthasarathy PR, Venkaiah B. 1990. Isolation and characterization of hyaluronidase from scorpion (*Heterometrus fulvipes*) venom. *Biochem Int.* 20(2): 301-310.
181. Ramirez M. 2016. Medición del desarrollo local del municipio piloto El Salvador de la provincia Guantánamo. *Revista márgenes.* Volumen 3 2016. SS. Cuba. 10p
182. Ramírez Yasenia. 2013. Actividad antifúngica in vivo de extractos de *Citrus reticulata* Blanco y *Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle frente a *Passarola fulva* (Cooke) U. Braun & Crous. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. (Tesis en opción al Título de Licenciado en Biología).
183. Reinoso. M. P. y col. 2005. Formulación de piensos Locales. Manual práctico. Universidad Central Martha Abreu de las Villas.
184. Riverón, S. P; Raquel Ponce de León; L. Reinaldo & Anairis Clavijo. 2003. Manejo y Explotación del conejo. pp: 25-61
185. Rodríguez D, Montilla, JO. 2000. Reducción de la marchitez por *Fusarium* en Tomate con extracto de semilla de *Citrus paradisi* (*CitrusPar80^{MR}*). In: Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. 46, Miami, FL (Abstract).
186. Rodríguez de la Vega, R, Possani, LD. 2004. Minireview: Current views on scorpion toxins specific for K⁺-channels. *Toxicon* 43: 865-875.
187. Rodríguez de la Vega, R.C., Barraza, R., Restano, R., Possani, L.D. 2009. Toxins active on Herg channel: structure and function. In: de Lima, M.E. (Ed.), *Animal Toxins: State of the Art. Perspectives in Health and Biotechnology.* Editora UFMG. Belo Horizonte, Brazil. 193-204.
188. Rodríguez de la Vega, R.C., Possani, L.D. 2005. Overview of scorpion toxins specific for Na⁺ channels and related peptides: biodiversity, structure-function relationships and evolution. *Toxicon* 46: 831-844.
189. Rodríguez de la Vega, R.C., Possani, L.D., 2007. Novel paradigms on scorpion toxins that affects the activating mechanism of sodium channels. *Toxicon* 49 (2): 171-180.

190. Rodríguez-Ravelo, R., Restano-Cassulini, R., Zamudio, F.Z., Coronas, F.I.V., Espinosa López, G., Possani, L.D. 2014. A K⁺ channel blocking peptide from the Cuban scorpion *Rhopalurus garridoi*. *Peptides* 53: 42-47.
191. Roldán, D. M. 2016. Propuesta de manejo de una finca para implementar sistemas agroforestales y/o silvopastoriles como herramienta de aprendizaje en la vereda de San Jerónimo municipio de Anolaima. Proyecto de Grado en la modalidad de monografía. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, D.C.
192. Romi-Lebrun R., Lebrun B., Martin-Eauclaire M.-F., Ishiguro M., Escoubas P., Wu F.Q., Hisada M., Pongs O., Nakajima T. 1997. Purification, characterization, and synthesis of three novel toxins from the Chinese scorpion *Buthus martensi*, which act on K⁺ channels. *Biochemistry* 36: 13473-13482.
193. Ruíz, T. E., Febles, G. & Alonso, J. 2003. Potencial para la producción de biomasa en sistemas con leguminosas perennes. II Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes (CD-ROM). La Habana, Cuba.
194. Salcines, M. 2013. en Investigación participativa con enfoque de género en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "Organopónico Vivero Alamar" CLACSO-FLACSO, La Habana. Cuba. 15p.
195. Sampier, R. 2013. Metodología de la investigación. McGraw Hill Interamericana Editores S.A., México. 705 p.
196. Sánchez S. y Reinés M. (2001). Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos Pastos y Forrajes Vol. 24, No. 3.
197. Sánchez, F. y Valenzuela, A. 2017. Estructura y diversidad de especies arbóreas en el sitio arqueológico "El Mirador", Selva Lacandona, Chiapas. *Revista Polibotánica* 44: 79-94.
198. Santibáñez-López, C.E., Cid-Urbe, J.I., Batista, C.V.F., Ortiz, E., Possani, L.D. 2017. Venom gland transcriptomic and venom proteomic analyses of the scorpion *Megacormus gertschi* Díaz-Najera, 1966 (Scorpiones: Euscorpidae: Megacorminae). *Toxicon* 133: 95-109.
199. Sáyago, R., Lopezaraiza-Mikel, M., Quesada, M., Álvarez-Añorve, M. Y., Cascante-Marín, A. y Bastida, J. M. 2013. Evaluating factors that predict the structure of a commensalistic epiphyte–phorophyte network. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 280 (1756): 1-9.
200. Schaffrath S., Prendini L., Predel R. 2018. Intraspecific venom variation in southern African scorpion species of the genera *Parabuthus*, *Uroplectes* and *Opisthophthalmus* (Scorpiones: Buthidae, Scorpionidae). *Toxicon* 144: 83 - 90.

201. Schorhuth, M. 1994. Diagnóstico Rural Rápido Participativo. Métodos de Diagnóstico y Planificación en la Cooperación al Desarrollo. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. GTZ. GmbH. 137 p.
202. Schroth G, Fonseca GAB, Harvey CA, Gascon C, Vasconcelos HL, Izac AMN, editores. 2004. *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Island Press, Washington, DC, 523 p.
203. Selisko, B., García, C., Becerril, B., Delepierre, M., Possani, LD. 1996 A new insect-specific toxin from *Centruroides noxius* Hoffmann: cDNA, primary structure, three-dimensional model and electrostatic surface potentials in comparison to other toxin variants. *Eur. J. Biochem.* 242: 235-242.
204. Sevilla, A. *et. al.* 2013. Más de siete colores. Editorial caminos, La Habana. Cuba. 48p
205. Shang, YF, Xu JL, Lee WJ, Um BH. 2017. Antioxidative polyphenolics obtained from spent coffee grounds by pressurized liquid extraction. *South African Journal of Botany.* 109: 75-80.
206. Solórzano, J.C. (2012). Comparación de la biodiversidad de escarabajos estercoleros (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en diferentes ecosistemas en el parque nacional Nombre de Dios, Atlántida, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 19 p.
207. Sornoza M, Ganen W. 2014. Proceso de obtención de extracto a partir de la semilla de la toronja (*citrus paradisi*) y su aplicación en desinfección de vegetales o frutas y superficies planas. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química. (Tesis en opción al Título de Ingeniero Químico).
208. Soto, I.M.; G.Z. Zavala; H.C. Camacho; J.E. López. 2002. Análisis de dos poblaciones de gallinas criollas (*Gallus domesticus*) utilizando RAPDs como marcadores moleculares. *Téc. Pec. Méx.* 40(3):275-283.
209. Soto-Medina E, Londoño-Lemos V, Díaz-Escandón D. 2015. Epiphytes from a forest type transition zone in the Choco biogeographic region, Valle del Cauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical.* 63(4):915-926.
210. StatSoft, Inc. 2007. Statistica version 7.0. Tulsa, Adv in Stat. Anl. 91 (3): 339-341.
211. Tartabull Tania, Betancourt C. 2016. La calidad del agua para el riego. Principales indicadores de medida y procesos que la impactan. *Revista Científica Agroecosistemas.* 4(1): pp. 47-61.

212. Tavares Viviane, Ramos Vânia M, Matheus S, Gorni PH, Pacheco Cláudia, Marcos R. 2017. Bioactivity of ethanolic extracts of *Euphorbia pulcherrima* on *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *African Journal of Biotechnology*. 16(13): 615-622.
213. Teruel, R. y de Armas L. F. 2012. Redescrición de *Rhopalurus junceus* (Herbst, 1800) (Scorpiones: Buthidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A)* 50: 153-174.
214. Teruel, R. y Kovařík F. 2012. *Scorpions of Cuba*. Clairon Production, Praga. 229 pp.
215. Teruel, R. y L. Montano. 2005. Los escorpiones (Arachnida: Scorpiones) del Parque Nacional “Desembarco del Granma”, Cuba. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A)* 37: 219-228.
216. Tilman D, Cassman KG, Matson PA, Naylor R, Polasky S. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418:671-677.
217. Toledo - Aceves, T., García - Franco, J. G., Hernández - Rojas, A., y MacMillan, K. 2012. Recolonization of vascular epiphytes in a shaded coffee agroecosystem. *Applied Vegetation Science* 15 (1): 99-107.
218. Tolksdorf S, McCready MH, McCullagh D, Schwenk E. 1949. The turbidimetric assay of hyaluronidase. *J Lab Clin Med*. 34(1): 74-89.
219. Torrenegra M, Granado C. 2016. Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Minthostachys Mollis*. *Orinoquia*. 2016; 20(1): 69-74.
220. Ulrich, W. 2009. Nestedness analysis as a tool to identify ecological gradients Werner Ulrich. *Ecological Questions* 11/2009: 27 – 34. DOI: 10.2478/v10090-009-0015-y.
221. Ulrich, W., Almeida-Neto, M. and N. J. Gotelli. 2009. A consumer’s guide to nestedness analysis. *Oikos* 118, 3–17.
222. Usano-Aleman J, Palá J, Díaz Silvia. 2014. Aceites esenciales: conceptos básicos y actividad antibacteriana. *Reduca (Biología)*. Serie Botánica. 7(2): 60-70.
223. Valdéz-Cruz NA., Dávila, S., Licea, A., Corona, M., Zamudio, FZ., García-Valdés, J., Boyer L, Possani, LD. 2004. Biochemical, genetic and physiological characterization of venom components from two species of scorpions: *Centruroides exilicauda* Wood and *Centruroides sulpturatus* Ewing. *Biochimie* 86(6): 387-396.
224. Valdez-Velázquez, L.L., Quintero-Hernández, V., Romero-Gutiérrez, M.T., Coronas, F.I.V., Possani, L.D. 2013. Mass fingerprinting of the venom and transcriptome of venom gland of scorpion *Centruroides tecomanus*. *PLoS One* 8, e66486.
225. Valencia D. 2017 Las orquídeas de San José de Suaita (Santander, Colombia). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. p. 19-43.
226. Vandermeer J, van Noordwijk M, Anderson J *et al*. 1998. Global change and multi-species

- agroecosystems: Concepts and issues. *Agriculture Ecosystems and Environment* 67(1):1-22.
227. Vasallo, N. 2015. Panel “En situaciones humanitarias las mujeres y adolescentes son las más vulnerables”, disponible en <https://www.google.com.cu/search>. Consultado el 25 de septiembre de 2018.
228. Velásquez L., Escobar, E. 2004. Purificación y caracterización parcial de una toxina (Hm3) del veneno de *Hadruidoidea mauryi* (Francke y Soleglad, 1980) (Scorpiones, Luridae). *Rev. Perú. Biol.* 11 (2): 153-160.
229. Villa Alejandra, Pérez Ramona, Morales HA, Basurto M, Soto JM, Martínez Esther. 2015. Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Acta Agron.* 64(2): 194 – 205.
230. Williams-Linera, G., M. Palacios-Ríos & R. Hernández-Gómez. 2005b. Fern richness, tree species surrogacy, and fragment complementarity in a Mexican tropical montane cloud forest. *Biodiversity and Conservation*, 14: 119-133.
231. Williams-Linera, Guadalupe; López-Gómez, Ana María y A. Muñiz-Castro. 2005a. Complementariedad y patrones de anidamiento de especies de árboles en el paisaje de bosque de niebla del centro de Veracruz (México). 11p. En: Halffter, G., Soberón, J., Koleff, Patricia y A. Melic (eds). 2005. Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma.
232. Wing, L. 2009. Inventario nacional de especies forestales. Nicaragua 15 julio 2009.
233. Wright, D. H. & J. H. Reeves 1992. On the meaning and measurement of nestedness of species assemblages. *Oecologia*, 92: 416-428.
234. Wright, D. H., B. D. Patterson, G. M. Mikkelsen, A. Cutler & W. Atmar 1998. A comparative analysis of nested subset patterns of species composition. *Oecologia*, 113: 1-20.
235. Xu, X, Wang XS, Xi XT, Liu J, Huang JT, Lu ZX 1982. Purification and partial characterization of hyaluronidase from five pace snake (*Agkistrodon acutus*) venom. *Toxicon* 20(6): 973-981.
236. Yamaji, N., Dai, L., Sugase, K., Andiranstsiferana, M., Hakajima, T., Iwashita, T. 2004. Solution structure of IsTX: a male scorpion toxin from *Opisthacanthus madagascariensis* (Ischnuridae). *Eur. J. Biochem.* 271: 3855-3864.
237. Zamudio, F., Saavedra R, Martin BM, Gurrola-Briones G, Herion P, Possani LD. 1992. Amino acid sequence and immunological characterization with monoclonal antibodies of two toxins from the venom of the scorpion *Centruroides noxius* Hoffmann. *European Journal of Biochemistry* 204(1): 281-92.
238. Zaykin, D.V., Pudovkin A.I. 1993. Programs to Estimate Significance of Chi-2 Values

Using Pseudo-Probability Tests. J. Hered., 84:152-152.

239. Zeng, X.C., Zhang L., Nie Y., Luo X. 2012. Identification and molecular characterization of three new K⁺ channel specific toxins from the Chinese scorpion *Mesobuthus martensii* Karsch revealing intronic number polymorphism and alternative splicing in duplicated genes. Peptides 34: 311-323.
240. Zlotkin, E., Rochat, H; Kopeyan, C; Miranda, F., Lissitzky, S. 1971. Purification and properties of the insect toxin from the venom of the scorpion *Androctonus australis hector*. Biochem 53: 1073
241. Zotz, G. y Schultz, S. 2008. The vascular epiphytes of a lowland forest in Panama—species composition and spatial structure. Plant Ecol.195, 131–141.