

**CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DEL DISEÑO Y MANEJO
DEL CULTIVO DE HELICONIAS EN RISARALDA**

**NATALIA BOHÓRQUEZ BEDOYA
CÓDIGO: 1088239685**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
PROGRAMA MAESTRÍA EN ECOTECNOLOGÍA
PEREIRA
2014**

**CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DEL DISEÑO Y MANEJO
DEL CULTIVO DE HELICONIAS EN RISARALDA**

**NATALIA BOHÓRQUEZ BEDOYA
CÓDIGO: 1088239685**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar por el título:
Magíster Scientiae en Ecotecnología**

**Director
Ph.D Andrés Alberto Duque Nivia**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
PROGRAMA MAESTRÍA EN ECOTECNOLOGÍA
PEREIRA
2014**

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado 1

Jurado 1

Pereira, 3 de junio de 2014

DEDICATORIA

*A mis padres y hermana, fuente inagotable de apoyo y amor
A mi hijo Juan Miguel, el tesoro más grande y bello de mi existencia*

AGRADECIMIENTOS

Al Gran Espíritu, Arquitecto de la vida, por proporcionarme esta experiencia con la maestría en Ecotecnología, que me permitió hacer transformaciones profundas en mi forma de percibir el mundo y de estar en él.

A mi director de tesis Andrés Duque Nivia, quien tiene el poder de potenciar con paciencia y fuerza las capacidades individuales de quien busca su apoyo. Mil gracias por ver, crear, guiar y perseverar, siempre en la justa medida. Usted es parte fundamental de esas transformaciones.

A los floricultores que participaron en la investigación, por abrirme tan amablemente las puertas hacia el conocimiento del cultivo de heliconias, desde su propia visión y experiencia. Fue un disfrute absoluto descubrir tanta belleza en sus cultivos.

A los ingenieros agrónomos Rodrigo Ramírez y Natalí Vásquez, personas maravillosas, por ser fuente de conocimiento y apoyo al proyecto.

A Colciencias y su programa Jóvenes Investigadores e Innovadores, y al grupo de investigación en Biodiversidad y Biotecnología de la facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, por proveer los recursos para llevar a cabo esta investigación.

A los evaluadores del proyecto Ingenieros Ana María López y Juan Carlos Camargo, por contribuir a cerrar este ciclo de aprendizaje de la mejor manera.

A los amigos del alma, siempre ahí, acompañando procesos y respetando ritmos.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| DEDICATORIA | 4 |
| AGRADECIMIENTOS..... | 5 |
| 1. RESUMEN | 11 |
| 2. INTRODUCCIÓN | 12 |
| PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN..... | 14 |
| OBJETIVOS..... | 15 |
| Objetivo General..... | 15 |
| Objetivos Específicos | 15 |
| 3. MARCO TEÓRICO..... | 15 |
| 3.1. Flores Tropicales y Heliconias | 15 |
| 3.2. Ecología, Ingeniería Ecológica y Agroecología..... | 17 |
| 3.2.1. Principios de la ingeniería ecológica | 22 |
| 3.2.2. Principios de la Agroecología..... | 24 |
| 3.2.3. Agroecología e ingeniería ecológica: convergencias y divergencias.. | 26 |
| 3.2.4. Biodiversidad y agrobiodiversidad..... | 30 |
| 3.2.5. Diversidad genética (intraespecífica) | 34 |
| 4. METODOLOGÍA..... | 36 |
| 4.1. Zona de estudio | 36 |
| 4.2. Requerimientos, fuentes e instrumentos de recolección de información .. | 38 |
| 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 43 |
| 5.1. DEFINICIÓN DE LOS AGROECOSISTEMAS..... | 44 |
| 5.1.1. Componentes de los agroecosistemas estudiados | 46 |
| 5.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL CULTIVO DE HELICONIAS | 52 |
| 5.2.1. Aspectos socioeconómicos | 52 |
| 5.3. DISEÑO Y MANEJO DEL CULTIVO DE HELICONIAS..... | 59 |
| 5.3.1. Diseño del cultivo | 59 |
| 5.3.2. Fertilización | 61 |
| 5.3.3. Manejo de plagas y enfermedades | 65 |

| | |
|--|-----|
| 5.3.4. Manejo de arvenses | 70 |
| 5.3.5. Diversidad genética y específica (práctica predominante) | 73 |
| Análisis de la diversidad genética del cultivo de heliconias..... | 79 |
| 5.3.6. Manejo de residuos vegetales (práctica predominante) | 90 |
| Análisis residuos vegetales en el suelo | 95 |
| 5.4. PRINCIPIOS DE LA INGENIERÍA ECOLÓGICA Y LA AGROECOLOGÍA RELACIONADOS CON EL CULTIVO DE HELICONIAS..... | 101 |
| 6. CONCLUSIONES..... | 106 |
| 7. RECOMENDACIONES | 107 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 109 |
| 9. ANEXOS | 120 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pag. |
|---|-------------|
| Figura 1. Requerimientos de información para descripción del agroecosistema. . | 42 |
| Figura 2. Diagrama de flujo del Agroecosistema. | 45 |
| Figura 3. Otras especies del orden Zingiberales y follajes..... | 46 |
| Figura 4. Guadales | 48 |
| Figura 5. Bosque secundario | 48 |
| Figura 6. Fuentes de agua..... | 49 |
| Figura 7. Asociación de heliconias con cítricos con fines comerciales | 50 |
| Figura 8. Asociación de heliconias con follajes..... | 51 |
| Figura 9. Bordes en lillygrass (<i>Lilly grass</i>) | 51 |
| Figura 10. Tamaño del predio y tamaño del cultivo de heliconias..... | 53 |
| Figura 11. Canales de comercialización utilizados | 55 |
| Figura 12. Necesidades de investigación | 58 |
| Figura 13. Criterios de selección de cultivares..... | 60 |
| Figura 14. Comentarios de algunos agricultores respecto a fertilización | 64 |
| Figura 15. Biomasa aérea formando un túnel..... | 71 |
| Figura 16. Diferencias morfológicas observables de 4 cultivares de <i>H. bihai</i> | 73 |
| Figura 17. Riqueza de especies y cultivares..... | 74 |
| Figura 18. Especies y frecuencias en los cultivos..... | 76 |
| Figura 19. Cantidad de especies y cultivares por predio | 78 |
| Figura 20. Porcentaje de sitios por especie | 79 |
| Figura 21. Procesos que subyacen a los posibles efectos directos e indirectos de la diversidad genética en las propiedades ecológicas de las poblaciones, las comunidades y los ecosistemas | 80 |
| Figura 22. Diferencias morfológicas observables de 4 cultivares de <i>H. caribaea</i> .. | 81 |
| Figura 23. Heliconias y colibríes | 84 |
| Figura 24. Opinión sobre la alta diversidad de cultivares sembrada..... | 88 |
| Figura 25. Disposición de residuos en las calles del cultivo | 92 |
| Figura 26. Repique de residuos vegetales..... | 93 |
| Figura 27. Comentarios de los agricultores sobre calidad del suelo | 94 |
| Figura 28. Integración de manejo de residuos vegetales y bioarquitectura | 96 |
| Figura 29. Efectos ecológicos del mulch..... | 97 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Principios básicos de la ingeniería ecológica..... | 22 |
| Tabla 2. Principios de diseño de la ingeniería ecológica | 23 |
| Tabla 3. Principios de la ingeniería ecológica propuestos por Bergen et al. (2001) | 24 |
| Tabla 4. Principios de la agroecología propuestos por Reijntjes et al., (1992) y retomados por Altieri y Nicholls..... | 24 |
| Tabla 5. Principios propuestos por el grupo de investigación en agroecología de la Universidad de California Santa Cruz..... | 25 |
| Tabla 6. Cuadro comparativo agroecología e ingeniería ecológica | 27 |
| Tabla 7. Ubicación de los predios estudiados..... | 37 |
| Tabla 8. Generalidades de los predios estudiados | 37 |
| Tabla 9. Tipo de fertilización del cultivo de heliconias | 63 |
| Tabla 10. Frecuencia de fertilización del cultivo de heliconias..... | 64 |
| Tabla 11. Frecuencia de realización de análisis de suelos | 65 |
| Tabla 12. Enfermedades y plagas que más atacan los cultivos estudiados | 66 |
| Tabla 13. Manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de heliconias | 67 |
| Tabla 14. Principales prácticas preventivas de plagas y enfermedades..... | 67 |
| Tabla 15. Plaguicidas de mayor presencia en los predios | 68 |
| Tabla 16. Manejo de arvenses en el cultivo de heliconias | 71 |
| Tabla 17. Diversidad de cultivares y especies de Heliconia en cada cultivo..... | 75 |
| Tabla 18. Variedades con mayor presencia en los cultivos | 76 |
| Tabla 19. Especies con más de 10 epítetos identificados por la Sociedad Internacional de Heliconias..... | 77 |
| Tabla 20. Ejemplo de distribución abundancia por especie | 78 |
| Tabla 21. Ejemplos representativos que ilustran los efectos de la mezcla de cultivares en el control de plagas y enfermedades en diferentes cultivos..... | 86 |
| Tabla 22. Resumen de prácticas del cultivo de heliconias a la luz de los principios de la ingeniería ecológica y la agroecología | 101 |

ANEXOS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Anexo 1: Esquema entrevista aspectos de diseño y manejo | 120 |
| Anexo 2: Esquema entrevista aspectos socio económicos | 128 |
| Anexo 3: Respuesta de los agricultores a preguntas abiertas | 129 |
| Anexo 4: Detalle de especies y cultivares en cultivos estudiados..... | 139 |

1. RESUMEN

En Colombia y específicamente en el departamento de Risaralda el sector de las flores y follajes tropicales constituye una alternativa productiva en crecimiento y con alto potencial de mercado tanto nacional como internacional. Algunos estudiosos de este cultivo, lo han considerado como una alternativa de bajo impacto ambiental, teniendo en cuenta el reducido consumo de agroquímicos, la baja generación de residuos contaminantes y la escasa mecanización del cultivo; sin embargo se identifica que es insuficiente la información científica que sustenten estas afirmaciones. Esta investigación pretende estudiar y analizar el diseño y el manejo del cultivo de heliconias en Risaralda, con el fin de establecer las características ecológicas del mismo, es decir, si hay coherencia con los principios ecológicos que proponen disciplinas como la agroecología y la ingeniería ecológica que sustentan adecuadas relaciones con el ecosistema circundante (y que podrían conducir a la sostenibilidad ecológica) y por tanto un bajo impacto en él.

Se encontró que el 83% de los cultivos tienen al menos 3 especies de heliconias sembradas, el 79% al menos 4 cultivares sembrados y el 25% tienen entre 16 y 20 cultivares, identificando que existe una alta diversidad específica y genética (medida con la diversidad de cultivares) teniendo en cuenta que el 79% de los cultivos tiene un área menor a 4 hectáreas. El 71% de los cultivos se abonan con materia orgánica. El 75% de las fincas visitadas manejan las plagas y enfermedades con un sistema integrado que enfatiza en la prevención, manifestando usar únicamente los químicos como una última medida de control, por su parte las labores culturales como el deshoje, el deshije y la cosecha continua juegan un papel importante tanto en la productividad como en el manejo de plagas y enfermedades. El material vegetal es el principal residuo sólido proveniente del proceso productivo, el 88% lo esparcen en las calles del cultivo. El 80% manejan las arvenses alternando diversos sistemas de manejo: herbicidas, manual y guadaña, únicamente en parches requeridos, ya que los residuos vegetales sobre el suelo actúan como inhibidores del crecimiento de arvenses.

El manejo del cultivo de heliconias en Risaralda se acopla a diversos principios ecológicos, destacándose la alta biodiversidad, la conservación del suelo a través de residuos vegetales como mulch y la baja utilización de agroquímicos como plaguicidas y herbicidas. Estas características tejen una intrincada red de efectos ecológicos beneficiosos promoviendo interacciones y sinergias entre los componentes del sistema y posibilitando su sostenibilidad.

2. INTRODUCCIÓN

La relación sociedad naturaleza que ha predominado desde la Revolución Industrial, está enmarcada en la creencia de que a través de la ciencia y la tecnología, el hombre puede trascender la naturaleza y desde fuera de ella dominarla (Bateson, 2000) , muestra de ello es que la producción agrícola moderna se lleva a cabo, como un proceso industrial dependiente de insumos externos, en el que las plantas asumen el papel de mini-fábricas donde el suelo es un soporte inerte cuya fertilidad se puede sustituir por agroquímicos, el agua y el aire son solo insumos productivos y la eficiencia de la productividad se incrementa mediante la manipulación genética, obviando el rol de la biodiversidad (Gliessman, 2002; Guzmán et al., 2000). A pesar de que este modelo (llamado agricultura de “revolución verde”) ha incrementado la productividad para alimentar la creciente población mundial, se han evidenciado las dificultades, tanto ambientales como sociales, para ser sustentable en el largo plazo, dado que erosiona las bases que lo sostienen: suelo, agua, biodiversidad, estructuras sociales y a su vez genera una alta dependencia de insumos externos, mayormente no renovables (Gliessman, 2002).

A raíz de los problemas ambientales actuales generados por el accionar del ser humano, que amenazan su calidad de vida e incluso su supervivencia, han surgido diversas disciplinas que buscan generar alternativas que puedan llevar a una interacción hombre-naturaleza sostenible en el tiempo. Muchas de estas alternativas están basadas en la ecología, como ciencia que ofrece conocimientos y herramientas para entender los sistemas naturales y con ello el desarrollo de posibles vías para acoplar los sistemas humanos a ellos, minimizando impactos negativos de la influencia humana sobre la naturaleza. La generación de reales opciones para el uso sostenible de los ecosistemas por el ser humano implica una comprensión de cómo estos ecosistemas contribuyen al bienestar humano y cómo funcionan en su forma más amplia y fundamental, así como una comprensión de las necesidades de gestión críticas para el mantenimiento de la sostenibilidad en un momento actual de creciente escasez de recursos, especialmente de energía, y de variabilidad ambiental (Day Jr, Hall, Yáñez-Arancibia, & Pimentel, 2009).

Dadas estas necesidades, parafraseando a Holdridge (1987): la ecología debe estudiar los efectos a largo plazo del dominio humano en la tierra, debe entender los resultados alcanzados por los diversos tipos de uso de la tierra y por otras actividades, por tanto, no debe contentarse sólo con estudiar la vegetación natural y la vida silvestre, sino que debe unir todo ese conocimiento con la información pertinente a los resultados de la actividad humana como especie dominante. Por ello, adicional a rol explicativo y descriptivo, el rol propositivo de la ecología se vuelve indispensable en la identificación de nuevas rutas sostenibles en la relación hombre-naturaleza.

Diversas disciplinas basadas en la ecología han nacido con este enfoque propositivo. La ingeniería ecológica y la agroecología son dos de ellas, y son consideradas en el mundo científico como bases adecuadas para la gestión sostenible de los ecosistemas (Day Jr et al., 2009). Ambas basan su estudio e intervención sobre los ecosistemas, en el conocimiento profundo de los principios ecológicos que los gobiernan. Aunque existen muchas otras disciplinas con este enfoque, estas dos darán la base teórica para analizar un sistema particular: el cultivo de heliconias.

El cultivo de heliconias es considerado interesante y pertinente para esta investigación debido a su alto potencial de crecimiento en la región y a su corta edad como alternativa productiva, siendo importante la articulación con la academia, en este caso buscando identificar cómo se está configurando dicho cultivo a nivel ambiental, generar nuevo conocimiento al observarlo y describirlo desde la perspectiva ecológica y poder visualizar posibles desarrollos e investigaciones pertinentes.

Se afirma que en Colombia esta alternativa productiva ha evolucionado alrededor de procesos respetuosos con el medio ambiente, relacionados principalmente con la baja generación de residuos contaminantes, tanto en la cosecha como en la poscosecha y con el uso reducido de plaguicidas y mecanización en el cultivo en comparación con las flores tradicionales (Díaz, 2006), sin embargo no existen suficiente investigación que sustente estas aseveraciones.

Identificar si las actuales prácticas y diseños agrícolas (componentes, estructura espacial y temporal) se acoplan a principios ecológicos que han sido identificados por diversas disciplinas (ingeniería ecológica y agroecología) para lograr ecosistemas sostenibles, es un primer paso para detectar cuáles cambios deberían hacerse con el fin de disminuir el daño que se causa o cuáles características deberían ser mantenidas y mejoradas por los beneficios ambientales que generan. Se propone entonces en este proyecto conocer y entender, desde la perspectiva ecológica, las características del cultivo de heliconias relacionadas esencialmente con el diseño del cultivo y con las prácticas aplicadas en su manejo, teniendo en cuenta el contexto socioeconómico en el que está inmerso y con una visión ecosistémica que exige ampliar la mirada hacia interacciones más allá de los límites del cultivo, es decir, identificando relaciones con ecosistemas adyacentes o anidados y efectos directos e indirectos sobre ellos.

El cultivo comercial de heliconias y en general Zingiberales en Colombia tiene aproximadamente 20 años (Duque, Isaza, Arias, Ramírez & Patiño, 2011) y se impulsó en la década de los 2000 como una opción de diversificación de la economía cafetera en época de crisis; hoy en día las flores tropicales se perfilan como una cadena productiva en desarrollo, con alta capacidad de gestión empresarial (Díaz, Ávila & Oyola, 2002), generadora de empleo e ingresos a nivel regional y nacional (Ramírez, 2010). Los departamentos de Risaralda, Quindío,

Caldas y Valle del Cauca, han sido líderes en el proceso de consolidación de sector; favorecidos por las idóneas condiciones climatológicas y de suelos para el cultivo, poseen las mayores áreas sembradas en heliconias y los mayores volúmenes de producción del país (Duque, 2010).

En el área de estudio existen pequeños y medianos productores con áreas sembradas en heliconias que van desde las 0,3 ha hasta más de 7 ha. En la región Centro-Occidente, Valle del Cauca se caracteriza por ser el departamento con el mayor número de hectáreas dedicadas a cultivos de heliconias con 289, en el Eje Cafetero aproximadamente 330 hectáreas se dedican al cultivo, siendo Risaralda el departamento más representativo con 176 hectáreas sembradas, le sigue Caldas con 120 hectáreas (Alarcón, 2011).

Se podría decir entonces que la presencia de la comunidad académica se justifica como generadora de aportes valiosos a los procesos de desarrollo y potenciación de esta alternativa productiva, específicamente en Risaralda. Se espera que este trabajo genere una caracterización representativa de las prácticas de manejo utilizadas y del diseño de los cultivos estudiados, y que esta información y el análisis realizado sean de utilidad para la cadena productiva de flores y follajes en la satisfacción de necesidades de información e investigación y en el reconocimiento de aspectos sobre los cuales sea pertinente generar estrategias o indagar con mayor profundidad.

Identificar o corroborar potenciales beneficios del cultivo de heliconias, tanto a nivel ecológico como a nivel socio-económico, es fundamental como insumo y soporte para:

- Construir la imagen de las heliconias colombianas ante el cliente nacional e internacional, teniendo en cuenta que los consumidores están interesados en productos que sean amigables con el medio ambiente.
- Proveer elementos al sector para solicitar financiación a entidades gubernamentales y privadas que apoyan proyectos ambientalmente apropiados.
- Estimular y fortalecer las motivaciones y creencias que orientan las acciones sociales hacia una relación con la naturaleza que beneficie a ambos.
- Promover el manejo ecológico del cultivo de heliconias.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Desde una perspectiva ecológica ¿cuáles son las características de diseño y manejo del cultivo de heliconias en Risaralda?

OBJETIVOS

Objetivo General

Estudiar las características ecológicas del diseño y manejo del cultivo de heliconias y su contexto socio-económico en Risaralda.

Objetivos Específicos

- Identificar el diseño y el manejo del cultivo de heliconias en Risaralda.
- Describir las condiciones sociales y económicas asociadas al cultivo de heliconias en Risaralda.
- Analizar los efectos ecológicos de las prácticas más predominantes en el cultivo de heliconias en Risaralda.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Flores Tropicales y Heliconias

Duque (2012) pone claridad sobre lo que se conoce como flores tropicales dentro del sector floricultor, indicando que:

Las “flores tropicales” es una categoría empleada para distinguir dentro de la floricultura, a los cultivos de “campo abierto”, sin mayores exigencias de invernadero, llevando a cabo prácticas agrícolas de bajo impacto y soportados ecológicamente por la diversidad. Otra manera de mencionar las flores tropicales es refiriéndose a las Zingiberales y afines, lo que significa que en el grupo de las “tropicales” se hallan las familias botánicas perteneciente al orden de las Zingiberales, de la que hace parte la familia de las heliconias (Heliconiaceae). En la categoría de “afines”, podemos encontrar las palmas (Arecaceae), los anturios (Araceae), orquídeas (Orchidaceae), tifas (Tiphaceae) y bromelias (Bromeliaceae), etc. De otra parte, al ser mencionadas las flores tropicales en las cifras de productos de exportación se incluye en la categoría de “otras”, al lado de rosas, crisantemos, astromelias, pompones y otras, así como una categoría de “miscelánea”.

Por su parte, todas las especies vegetales conocidas con el nombre genérico de platanillos están botánicamente clasificadas en el orden Zingiberales, el cual se distribuye a lo largo de los trópicos y subtrópicos, en regiones desde muy húmedas a estacionalmente secas y en alturas inferiores a los 2400 msnm. Este orden se encuentra dividido en 8 familias: Musaceae (plátanos y bananos), Zingiberaceae

(ginger, maracas, bastones, cardamomo), Costaceae (cañahuate, matandrea), Marantaceae (calateas, bihaos), Cannaceae (achiras), Strelitziaceae (aves del paraíso, palmas del viajero), Lowiaceae (Orchidantha) y Heliconiaceae (heliconias).

Las heliconias son el único género de la familia de las heliconiaceas, presenta de 225 a 250 especies en el mundo, posee condiciones agronómicas interesantes como su alta resistencia al ataque de plagas y enfermedades, amplia rusticidad, además su fácil propagación y largos períodos de floración; así mismo presentan amplias posibilidades florísticas y durabilidad sobresaliente, características que las convierten en un renglón de amplias perspectivas en la producción y comercialización de flor cortada (Jerez, 2007).

Según Maza (2006) las investigaciones sobre heliconias han tenido especial interés por los inventarios y aspectos ecológicos de las especies, una conclusión interesante es que Colombia es el país con mayor número de especies, aproximadamente 93, más de 48 de ellas endémicas. Así mismo se ha avanzado en el campo de la Biotecnología, con relación al cultivo in vitro de especies nativas y comerciales. También a nivel agronómico se ha recopilado valiosa información sobre las diferentes condiciones de luz, fertilización, riego y productividad de variedad de especies comerciales.

Así mismo, en los últimos años, debido a la implementación de nuevos cultivos comerciales de las flores tropicales del orden Zingiberales, varias instituciones del estado y privadas, como el instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, la CAF Corporación Andina de Fomento, Proexport Colombia, entre otros, han realizado estudios de mercado para identificar las oportunidades y amenazas de las flores tropicales colombianas en diferentes nichos nacionales e internacionales.

Como apunta Díaz (2006), en el estudio que realizan el CAF, el instituto Alexander von Humboldt y otros, sobre biocomercio, en el caso de las flores tradicionales (de invernadero) Colombia es un país con una amplia experiencia exportadora. Colombia se ha consolidado en las últimas décadas como el segundo exportador mundial de flores con una presencia del 16 % en el mercado global. Del total de las flores que se cultivan en Colombia, el 97% va a la exportación y los principales receptores son Estados Unidos (76 %), Rusia (5 %), Japón (4 %) e Inglaterra (3%) (El espectador, 2013). Aproximadamente El 33% de las exportaciones corresponden a rosas, el 12% corresponde a clavel, el 6% a miniclavel, el 8% a crisantemos y pompones y el 5% a alstroemerias. Las demás flores representan el 36% de las exportaciones de flores colombianas (GRI, 2010) donde las flores tropicales representan entre 3% y 5% de las exportaciones totales de flores de Colombia (La República, 2010).

Debido a las condiciones climatológicas y a la condición de sus suelos, los departamentos con mayor producción de heliconias en Colombia son: Antioquia,

Valle del Cauca, Quindío, Risaralda y Cundinamarca. En estos departamentos, se han identificado alrededor de 5 asociaciones que integran alrededor de 100 productores, con áreas sembradas entre 1 y 20 hectáreas, allí las secretarías de agricultura, las cámaras de comercio, universidades y las Corporaciones Autónomas Regionales, han dedicado recursos al fomento de cultivos estos cultivos (Díaz, 2006). En el 2008, se abrió una nueva Regional Centro Occidente (Risaralda, Caldas, Quindío y Valle del Cauca) de la Asociación Colombiana de Exportadores de Flores ASOCOLFLORES, mostrando la importancia que habían venido tomando las flores tropicales en la región (Rocha, 2010).

En la región Centro-Occidente se ha venido registrando un creciente desarrollo en la producción de heliconias, fortalecido por la diversidad en pisos térmicos y la vocación agrícola. En los departamentos de la zona ya existen varias empresas exportadoras que en la actualidad venden heliconias a mercados como Estados Unidos, Alemania, Francia e Inglaterra, entre otros.

3.2. Ecología, Ingeniería Ecológica y Agroecología

El origen de la palabra ecología es reciente, se deriva del griego oikos que significa 'casa' y fue propuesta por primera vez por el biólogo alemán Ernst Haeckel en 1869, quien la definió como el estudio científico de las interacciones entre los organismos y su medio ambiente (Begon, Townsend, & Harper, 2006), entendiendo este último como la composición de todos aquellos factores y fenómenos fuera del organismo que influyen en él, ya sean físicos y químicos (abióticos) u otros organismos (bióticos). Anterior a esto, durante el renacimiento de la biología en los siglos XVIII y XIX, muchos estudiosos habían contribuido a este campo, aunque no se empleaba la palabra ecología.

La ecología ha experimentado un desarrollo gradual, en el curso de la historia. Antes de 1970 la ecología era considerada principalmente como una subdisciplina de la biología, y aunque conserva fuertes raíces en esa ciencia, ha surgido desde ella como una disciplina en esencia nueva, de manera integral, que relaciona los procesos físicos y biológicos; como señalan Odum, Barrett, & Ortega (2006):

En un principio este campo se dividió de manera bastante rígida según líneas taxonómicas (como ecología vegetal y ecología animal), pero el concepto de comunidad biótica de Frederick E. Clements y Victor E. Shelford, los conceptos de cadena alimenticia y reciclaje de materiales de Raymond Linderman y G.Evelyn Hutchinson..., entre otros, ayudaron a establecer la teoría fundamental para el campo unificado de la ecología general (p. 3).

Según (Odum et al., 2006) la mejor manera para delimitar la ecología moderna es considerando el concepto de *niveles de organización*, visualizados como una gama ecológica y como una jerarquía ecológica extendida, que comienza con partículas

subcelulares y continúa subiendo a través de células, tejidos y órganos; la ecología trata los tres niveles siguientes: el organismo individual, la población (que consiste en individuos de la misma especie) y la comunidad (que consiste en un mayor o menor número de poblaciones de especies) (Begon et al., 2006). En el nivel de los organismos, trata cómo los individuos se ven afectados por (y cómo afectan a) su entorno. A nivel de la población, la ecología se refiere a la presencia o ausencia de determinadas especies, su abundancia o escasez, y las tendencias y fluctuaciones en su número. La ecología de comunidad se trata de la composición y la organización de las comunidades ecológicas. Los ecólogos también se centran en las rutas seguidas por la energía y la materia y su movimiento entre los elementos vivos y no vivos en una categoría adicional de organización: el ecosistema, que incluye a la comunidad con su entorno físico. Barret, Peles & Odum (1997) por su parte, además de los niveles mencionados agrega otros tres niveles superiores: paisaje, bioma y ecosfera.

En todos los niveles de organización la ecología trata de explicar o entender, realizando descripciones en primera instancia, en una búsqueda de conocimiento de “tradición científica pura”, y así mismo trata de predecir lo que ocurrirá a un organismo, población, comunidad o ecosistema bajo un conjunto particular de circunstancias, y sobre la base de estas predicciones intenta controlar la situación (Begon et al., 2006); según estos autores la “tradición científica pura” que prevalecía en la ecología ha cambiado drásticamente en 20 años, fundamentalmente, porque los ecólogos han respondido a la necesidad de dirigir gran parte de su investigación a los muchos problemas del medio ambiente que se han vuelto cada vez más apremiantes. Actualmente estos científicos están preocupados no sólo con las comunidades, poblaciones y organismos en la naturaleza, sino también con los ambientes creados por los humanos y con las consecuencias de la influencia humana sobre la naturaleza.

No solo la ecología debe hacer cambios hacia roles más propositivos, actualmente se plantea la necesidad de fortalecer el anclaje de otras ciencias y disciplinas en la ecología, es decir, esforzarse por la comprensión adecuada de los fundamentos ecológicos para estudiar y proponer alternativas viables de sustentabilidad (Gliessman et al., 2007; Riechmann, 2006), es necesario un acercamiento mutuo. En ese sentido a la ingeniería también le ha llegado el momento de nuevos paradigmas que reconozcan la necesidad de desarrollos tecnológicos más en sintonía con los ecosistemas naturales, involucrando cuestiones y soluciones a escala de ecosistemas y de paisaje (Mitsch & Jørgensen, 2003).

Un ejemplo de este cambio de paradigmas en la ingeniería y en la ecología, es el nacimiento de la ingeniería ecológica, la cual, utilizando los principios básicos de la ciencia y los fundamentos de la ingeniería en formas innovadoras, busca proveer bienestar humano y al mismo tiempo proteger el medio ambiente natural (Gattie, Smith, Tollner, & McCutcheon, 2003). Mitsch y Jørgensen (2003) plantean esta necesidad de unión entre ingeniería y ecología teniendo en cuenta que las

soluciones tecnológicas que se llevan a cabo hoy en día, básicamente consisten en mover los contaminantes de un lugar a otro, surgiendo como efecto secundario otros problemas de contaminación a gran escala.

La ingeniería ecológica es conocida ampliamente como: "*el diseño de los ecosistemas sostenibles que integran la sociedad humana con su medio natural para el beneficio de ambos*" proporcionada por Mitsch & Jørgensen (2004), también existen otras definiciones descritas por diferentes autores que según concluye Castaño (2012) tienen en común el uso de procesos existentes en la naturaleza que puedan ser usados o copiados directamente para proveer una función o servicio deseado, siendo esto posible únicamente con un profundo conocimiento de los procesos naturales en los ecosistemas. La ingeniería ecológica es ingeniería en el sentido de que implica el diseño del entorno natural a través de enfoques cuantitativos y se trata de ecología en el sentido de que su principal herramienta son la diversidad animal y vegetal existente en los ecosistemas (Mitsch & Jørgensen, 2003).

El énfasis de la ingeniería ecológica es utilizar la complejidad ecológica y los ecosistemas vivos para resolver problemas ambientales, por ende, para utilizar procesos ecológicos con objetivos específicos, la ingeniería debe basarse directamente en la ciencia de la ecología. Este es un nuevo enfoque tanto para los ingenieros como para los ecólogos, y por ello se producen controversias en las cuales surge el reto de romper los estereotipos de la ecología y la ingeniería y combinar las fuerzas de ambas disciplinas (Kangas, 2004).

Varios autores utilizan los términos ingeniería ecológica y ecotecnología como similares y hasta sinónimos. Uhlmann (1983) citado por Mitsch & Jørgensen (2003) y Straskraba, (1993) definen la ecotecnología como la "utilización de medios tecnológicos para la gestión de los ecosistemas, con base en la comprensión profunda de los principios ecológicos, para reducir al mínimo los costos de estos medios y su daño al medio ambiente". Straskraba (1993) llamó ecotecnología a "la transferencia de los principios ecológicos a la gestión ecológica", por su parte este autor señala que "ecotecnología es en un sentido más amplia [que ingeniería ecológica], debido a que la gestión del medio ambiente se considera no sólo la creación y restauración de los ecosistemas", objetivos fundamentales de la ingeniería ecológica. En esta investigación se hablará de ingeniería ecológica debido a que se tiene acceso a una base teórica más delimitada construida por las escuelas de ingeniería ecológica principalmente de Estados Unidos, comparada con la que se cuenta sobre ecotecnología.

Aunque el nombre ingeniería ecológica ha existido desde la década de 1960 acuñado por el ecólogo Howard T. Odum, la práctica sólo ha evolucionado con decididos esfuerzos en las últimas tres décadas; en China desde mediados de la década de 1980 y en América del Norte y Europa desde mediados de la década de 1990.

Actualmente, hay señales que indican que la idea misma y el uso de la ingeniería ecológica están creciendo, entre ellos las publicaciones, congresos científicos y grupos de investigación creados alrededor de la disciplina (Barot, Lata, & Lacroix, 2012). Sin embargo, diversos autores hablan sobre los grandes desafíos que debe afrontar esta disciplina con el fin de ampliarse al máximo grado posible y convertirse en una herramienta estándar para las sociedades humanas para enfrentar los retos de la sostenibilidad, teniendo en cuenta que las prácticas propuestas siguen careciendo de reconocimiento y aplicación generalizada (Brüll et al., 2011).

Mitsch, (2012) uno de los pioneros e impulsores de la ingeniería ecológica, enuncia varias conclusiones a las que llegó después de revisar el progreso en los últimos 35 años del desarrollo en el mundo:

- Ha habido un progreso notable en el desarrollo de los principios y prácticas de ingeniería ecológica. Las limitaciones ahora parecen estar relacionados con las regulaciones sociales y disciplinarias y la falta de aceptación por parte de las disciplinas tradicionalmente ligadas.
- La ingeniería ecológica necesita pensar la ingeniería no lineal. Todavía hay poca aplicación del **auto-diseño**. Todavía no está claro si el auto diseño será aceptado en el paradigma de la ingeniería actual.
- Los programas académicos de ingeniería ecológica controlados por los ingenieros, en última instancia fallan porque los rígidos requisitos de acreditación convertirán el campo a prácticas tradicionales de ingeniería, debido también a la falta de formación en ingeniería ecológica. Los ecologistas, que no han sido particularmente activos en el desarrollo de este campo o el establecimiento de sus programas académicos, tienen que involucrarse.
- Ingenieros y científicos tanto deben reconocer que la Madre Naturaleza (auto-diseño) y el Padre Tiempo (existen demoras) son los encargados de diseñar los ecosistemas funcionales.

A pesar de los grandes retos este científico está convencido de *si alguna vez hubo una transdisciplina cuyo tiempo ha llegado, esa es la ingeniería ecológica*.

Por otro lado, así como la ingeniería y la ecología han estado distanciadas, durante el siglo XX la ecología y la agronomía también lo estuvieron; el análisis ecológico de los sistemas agrícolas es reciente. Gliessman (2002) realiza una síntesis de la historia de la agroecología, en la que se distinguen distintos episodios importantes que se resumen a continuación: en los años 30 se propuso el término agroecología para indicar la aplicación de la ecología a la agricultura, pero no se desarrolló. A finales de los 50 el concepto de ecosistema atrajo nuevamente el interés en la Ecología de Cultivos, esta vez bajo la forma de Ecología Agrícola, esto generó un marco de referencia coherente, pero pocos lo aprovecharon. Años 60-70 se intensificó el interés debido a investigación en áreas de: ecología de comunidades

y poblaciones, enfoques a nivel de sistemas y el aumento de la conciencia ambiental. En los 70s las bases de la agroecología crecieron rápidamente. A inicios de los años 80s la agroecología emergió como una disciplina distinta y única para el estudio de agroecosistemas, con el fin de enfrentar los problemas, causados por la agricultura moderna convencional.

A medida que la agroecología se desarrollaba y su influencia crecía, esta disciplina contribuyó al desarrollo del concepto de sostenibilidad en la agricultura. Hoy la agroecología continua creciendo y unificando disciplinas. Por un lado, representa el estudio de los procesos ecológicos en los agroecosistemas; por otro lado actúa como un agente de cambio que busca la transformación social y ecológica que debe ocurrir para que la agricultura se desarrolle realmente sobre bases sostenibles (Gliessman, 2002).

La agroecología es reconocida como el estudio holístico de los agroecosistemas, incluidos todos los elementos ambientales y humanos. Se centra en la forma, la dinámica y las funciones de sus interrelaciones y los procesos en los que están involucrados. La superficie dedicada a la producción agrícola, por ejemplo, es vista como un sistema complejo en el que también se producen procesos ecológicos encontrados en condiciones naturales, por ejemplo, ciclo de nutrientes, interacciones depredador-presa, competencia, simbiosis y cambios sucesionales. Implícita en la investigación agroecológica está la idea de que, mediante la comprensión de estas relaciones y los procesos ecológicos, los agroecosistemas pueden ser manipulados para mejorar la producción y para producir de forma más sostenible, con menos impactos ambientales y sociales negativos y menos insumos externos (Altieri, 1995).

En el corazón de la estrategia de la Agroecología está la idea de que un agroecosistema debe imitar el funcionamiento de los ecosistemas locales mostrando un ciclo de nutrientes cerrado, una estructura compleja y un aumento de biodiversidad (Altieri, 2002). La idea de la agroecología es ir más allá del uso de prácticas alternativas y desarrollar agroecosistemas con la mínima dependencia de alto agroquímicos e insumos energía, con énfasis en los sistemas agrícolas complejos en los que las interacciones ecológicas y sinergismos entre los componentes biológicos proporcionan los mecanismos para los sistemas de patrocinar su propia fertilidad del suelo, la productividad y la protección de los cultivos (Altieri & Nicholls, 2000).

Se podría decir que los ecólogos tienen una rica historia de la descripción de los ecosistemas y sus funciones, pero no están tan bien entrenados en la solución de los problemas ecológicos. Estos nuevos campos, como la ingeniería ecológica y la agroecología, se relacionan con la solución de los problemas ecológicos (Day Jr et al., 2009), de hecho ambas se han desarrollado con este fin.

3.2.1. Principios de la ingeniería ecológica

Varios autores han propuesto principios para guiar la aplicación de la ingeniería ecológica, entre ellos Bergen, Bolton, & L. Fridley (2001); Kangas (2004); Mitsch & Jørgensen (2003, 2004). A continuación se muestran los propuestos por Mitsch y Jørgensen (Tabla 1), los cuales, en conjunto distinguen la ingeniería ecológica de los enfoques ingenieriles más convencionales para resolver los problemas ambientales:

Tabla 1. Principios básicos de la ingeniería ecológica

| Principios |
|--|
| 1. Está basada en la capacidad de auto-diseño de los ecosistemas |
| 2. Puede ser la “prueba ácida” de las teorías ecológicas |
| 3. Se basa en la planteamientos sistémicos |
| 4. Conserva las fuentes de energía no renovables |
| 5. Soporta la conservación biológica |

Fuente: Mitsch & Jørgensen (2004)

El auto-diseño es la piedra angular de la ingeniería ecológica (Mitsch & Jørgensen, 2004). El auto-diseño es la propiedad de los sistemas de reorganizarse en ambientes que son inherentemente muy variables y no homogéneos, y también de desarrollar redes flexibles con un potencial mucho mayor para la adaptación, que los sistemas con un diseño impuesto por el ser humano. El auto-diseño es importante en tiempos de escasez de energía porque los ecosistemas ecológicamente diseñados tienden a cuidarse a sí mismos y demandan menos energía (Day Jr et al., 2009), Mitsch & Jørgensen (2003) aseguran que cuando un ecosistema es construido, debería ser capaz de sustentarse a si mismo indefinidamente a través del auto-diseño, con solo una modesta cantidad de intervención, funcionando con energía solar, sin depender de energía fósil.

La ingeniería ecológica sostiene que se requiere trabajar simbióticamente con la naturaleza, haciendo uso de los servicios que presta pero reconociendo la necesidad de conservarla. La idea de la conservación biológica (principio #5) es tan importante que requiere convertirse en un objetivo del diseño, no sólo en su posible resultado (Mitsch & Jørgensen, 2003).

Mitsch y Jørgensen (2004) presentan también 19 **principios de diseño** (Tabla 2) aplicables a la ingeniería ecológica que están derivados de la teoría ecológica de los ecosistemas. Los principios deben ser aplicados siempre que se tomen decisiones sobre el uso de la ingeniería ecológica y en la gestión ambiental. Aunque los principios que presentan a continuación son basados en conceptos ecológicos que han tenido un fuerte record de verificación en campo y representan muchos años de investigación, deben continuarse verificando y expandiendo (tal como lo explicita el principio 2 de la Tabla 1: la ingeniería ecológica puede ser la “prueba ácida” de las teorías ecológicas).

Tabla 2. Principios de diseño de la ingeniería ecológica

| Principios de diseño |
|---|
| 1. La estructura y funciones del ecosistema son determinadas por las variables externas (forcing functions) de un ecosistema. |
| 2. Las entradas de energía en los ecosistemas y el almacenamiento disponible de materia, son limitados. |
| 3. Los ecosistemas son sistemas abiertos y disipativos. |
| 4. Prestar atención a los factores limitantes es tanto estratégico como útil en la prevención de la contaminación o en la restauración de ecosistemas. |
| 5. Los ecosistemas tienen capacidades homeostáticas que resultan en la suavización y disminución de los efectos de las entradas muy variables. Sin embargo, esta capacidad es limitada. |
| 6. Armonizar las vías a las tasas de reciclaje de los ecosistemas para reducir los efectos de la contaminación. |
| 7. Diseñar para sistemas pulsantes donde sea posible. |
| 8. Los ecosistemas son sistemas auto-diseñados. |
| 9. Los procesos de los ecosistemas exhiben escalas de tiempo y espacio características, que deben ser consideradas en la gestión ambiental. |
| 10. La biodiversidad debe ser defendida para mantener la capacidad de auto-diseño de los ecosistemas. |
| 11. Los ecotonos, como zonas de transición o buffers, son tan importantes como lo son las membranas para las células. |
| 12. El acoplamiento entre ecosistemas debe ser utilizado donde sea posible. |
| 13. Los componentes de un ecosistema están interconectados, interrelacionados y forman una red, lo que sugiere que tanto los efectos directos como los indirectos del desarrollo del ecosistema deben ser considerados. |
| 14. Un ecosistema tiene una historia previa de desarrollo. |
| 15. Los ecosistemas y las especies son más vulnerables en sus límites geográficos. |
| 16. Los ecosistemas son sistemas jerárquicos, siendo parte de un paisaje mas amplio. |
| 17. Debido a que los procesos físicos y biológicos son interactivos, es importante determinar las interacciones físicas y biológicas y saber interpretarlas. |
| 18. La ecotecnología requiere un enfoque holístico que integre en la máxima medida todas las partes y procesos que interactúan. |
| 19. La información en los ecosistemas está almacenada en estructuras. |

Fuente: Mitsch & Jørgensen (2004)

Por su parte Bergen et al., (2001) proponen los siguientes principios de diseño (Tabla 3) para guiar la práctica de la ingeniería ecológica, en los que se resalta el concepto de diseño ingenieril y el reconocimiento de sistemas de valores a la hora de la interacción hombre-ecosistemas:

Tabla 3. Principios de la ingeniería ecológica propuestos por Bergen et al. (2001)

| Principios |
|--|
| 1. El diseño debe hacerse en consonancia con los principios ecológicos: la práctica está basada en la ciencia ecológica. |
| 2. Se diseña para el contexto específico del sitio: la ingeniería ecológica se define ampliamente para incluir todos los tipos de ecosistemas y potenciales interacciones humanas con los ecosistemas. |
| 3. Mantener la independencia de los requisitos funcionales de diseño: se incluye el concepto de diseño de la ingeniería. |
| 4. Diseñar para la eficiencia en la energía y la información |
| 5. Reconocer los valores y propósitos que motivan diseño: hay reconocimiento de un sistema de valores subyacente. |

Fuente: (Bergen et al., 2001)

3.2.2. Principios de la Agroecología

A pesar de que la agroecología es conceptualizada más allá de los principios ecológico-productivos, incorporando principios y metas sociales, culturales y políticas, en esta investigación se tendrán en cuenta principalmente sus propuestas alrededor de la dimensión ecológica. Los métodos y principios ecológicos constituyen las bases de la agroecología. Diversos autores han planteado principios ecológicos para el estudio, diseño y manejo de agroecosistemas. A continuación (Tabla 4) se muestran los propuestos por Reijntjes et al., (1992) y retomados por Miguel Altieri y Clara Nicholls (2000), autores reconocidos en el ámbito de la agroecología:

Tabla 4. Principios de la agroecología propuestos por Reijntjes et al., (1992) y retomados por Altieri y Nicholls.

| Principios |
|--|
| 1. Diversificación vegetal y animal a nivel de especies o genética en tiempo y en espacio. |
| 2. Reciclaje de nutrientes y materia orgánica, optimización de la disponibilidad de nutrientes y balances del flujo de nutrientes. |
| 3. Provisión de condiciones edáficas óptimas para el crecimiento de cultivos manejando materia orgánica y estimulando la biología del suelo. |
| 4. Minimización de pérdidas de suelo y agua manteniendo la cobertura del suelo, controlando la erosión y manejando el microclima. |
| 5. Incremento de las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la diversidad biológica agrícola que resulta en la promoción de los procesos y servicios ecológicos claves. |

Fuente: Altieri & Nicholls, (2000)

Los siguientes son los principios que propone el grupo de investigación en agroecología de la Universidad de California Santa Cruz, bajo la dirección Stephen Gliessman (Tabla 5).

Tabla 5. Principios propuestos por el grupo de investigación en agroecología de la Universidad de California Santa Cruz.

Principios

Uso de recursos renovales

- Uso de fuentes renovables de energía en lugar de fuentes no renovables.
- Uso de fijación biológica de nitrógeno.
- Uso de materiales naturales en lugar de materiales sintéticos, manufacturados.
- Uso de los recursos de la finca en lo posible.
- Reciclaje de los nutrientes en la finca.

Reducción de tóxicos

- Reducción o eliminación del uso de materiales que son potencialmente dañinos para el ambiente o la salud de los productores o consumidores.
- Uso de prácticas agrícolas que reducen o eliminan la contaminación ambiental con nitratos, gases tóxicos, u otros materiales generados por la quema o sobrecarga de los agroecosistemas con los nutrientes.

Conservación de recursos

Conservación de Suelo

- Sostenimiento de los nutrientes del suelo y de la materia orgánica.
- Reducción de la erosión.
- Minimización los disturbios.
- Uso de cultivos perennes.
- Desuso o reducción de los métodos de labranza.
- Uso de mulch o mantillo.

Conservación de Agua

- Uso eficiente de los sistemas de irrigación.

Conservación de Energía

- Uso de tecnologías eficientes energéticamente.

Conservación de recursos genéticos

- Conservación semillas.
- Mantenimiento de las herencias locales.
- Uso de las variedades criollas.

Manejo de las relaciones ecológicas

- Restablecimiento de relaciones ecológicas que ocurren naturalmente en la finca en vez de reducirlas o de simplificarlas.
 - Manejo en lugar de control de plagas, enfermedades y arvenses.
 - Uso de sistemas de cultivos múltiples o intercalados y de cultivos de cobertura.
 - Integración de sistemas vegetales y animales.
 - Provisión de refugio para las especies benéficas.
-

Reciclaje de nutrientes

- Manejo y reciclaje de nutrientes.
- Reincorporación de residuos de la cosecha a los suelos.
- Cuando los insumos externos son necesarios, sostener sus beneficios mediante el reciclaje.

Adaptación a los medioambientes locales

- Combinación de los patrones del cultivo con el potencial productivo en medio de las limitaciones físicas del paisaje de la finca.
- Adaptación del Biota
- Adaptación de plantas y animales a las condiciones ecológicas de la finca en vez de modificar la finca con el fin de resolver las necesidades de las cosechas y de los animales

Diversificar

Paisajes

- Mantenimiento de áreas no perturbadas como zonas tapón o buffer.
- Uso de pasto rotativo.

Biota

- Uso de cultivos intercalados.
- Rotación de cultivos
- Uso de policultivos.
- Integración de animales en el sistema.
- Utilización de múltiples especies y variedades de cultivos y de animales en la finca.

Para ver los principios completos incluyendo aquellos relacionados con los aspectos sociales y económicos visitar la página web.

Fuente: http://www.agroecology.org/Principles_List_sp.html

Según Altieri (2002) estos principios de la agroecología pueden ser aplicados por medio de diversas técnicas y estrategias. Cada uno de ellos tendrá diferentes efectos sobre la productividad, estabilidad y flexibilidad en el sistema de producción, en función de las oportunidades locales, las limitaciones de recursos y, en la mayoría de los casos, en el mercado. El objetivo último del diseño agroecológico es integrar los componentes de manera que se mejore la eficiencia biológica general, se conserve la biodiversidad y se mantenga la productividad de los agroecosistemas y su capacidad de auto-sostenibilidad. A nivel de paisaje el objetivo es diseñar una colcha de agroecosistemas, cada una imitando la estructura y función de los ecosistemas naturales.

3.2.3. Agroecología e ingeniería ecológica: convergencias y divergencias

Estas dos disciplinas, como dos fuertes corrientes que buscan soluciones fundamentales a los problemas surgidos de las interacciones entre los sistemas humanos y los sistemas naturales, tienen puntos de convergencia, la más fuerte de

ellas es el reconocimiento que existe de la necesidad de comprensión de los fundamentos ecológicos que operan en los ecosistemas, para lograr proponer rutas sostenibles.

A continuación se presenta un cuadro comparativo de la agroecología y la ingeniería ecológica (sin pretender ser exhaustivos) (Tabla 6), con los principales aspectos en que convergen y se diferencian estas dos disciplinas.

Tabla 6. Cuadro comparativo agroecología e ingeniería ecológica

| AGROECOLOGÍA | INGENIERÍA ECOLÓGICA |
|---|---|
| Ciencia base | |
| Ecología | Ecología |
| Origen | |
| Desde los años 20 hubo intentos por combinar agronomía con ecología. Solo es hasta inicios de los 80's que la agroecología emerge como disciplina distinta y única para el estudio de agroecosistemas y empieza a aportar al desarrollo del concepto de sostenibilidad en la agricultura y posteriormente empieza a ser agente de transformaciones sociales jugando un papel importante el estudio de sistemas agrícolas tradicionales (indígenas, campesinos). | H.T. Odum se describe a menudo como el padre de la ingeniería ecológica en la década de los 60's en Estados Unidos. Toma fuerza en los 90's como transdisciplina que pretende integrar la ecología y la ingeniería en el diseño de los ecosistemas sostenibles. |
| Objetivo principal | |
| <p>Crear agroecosistemas sostenibles.</p> <p>Abarca explícitamente también objetivos de mayor alcance en cuanto al sistema alimentario mundial con implicaciones sociales, políticas y económicas.</p> | <p>1. Restaurar ecosistemas que han sido alterados sustancialmente por las actividades humanas</p> <p>2. Diseñar, crear, restaurar, gestionar ecosistemas sostenibles que tienen valores tanto humanos y ecológicos. (Mitsch, 2012)</p> |
| Otros objetivos | |
| Disminuir el ingreso de recursos externos, basándose en energía solar y en sinergias biológicas. | Conservar recursos no renovables, basándose en la energía solar y en la auto-organización de los ecosistemas. |
| Tipo de ecosistema objetivo | |
| Enfoque en sistemas agrícolas. | Aplicaciones en cualquier tipo de ecosistema natural, perturbado por el ser humano. Su campo está dominado por estudios destinados a mejorar la calidad de las aguas (tanto en ecosistemas naturales o tratamiento de aguas residuales) y la restauración de sistemas acuáticos (Barot et al., 2012). |
| Enfoque científico | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Enfoque agroecosistémico. • Busca integrar el conocimiento científico con el tradicional. | <ul style="list-style-type: none"> • Enfoque sistémico. • Basada principalmente en el conocimiento científico y en la ingeniería. |

| • El diseño pretende imitar los sistemas naturales. | • El diseño pretende imitar los sistemas naturales |
|---|--|
| Enfoque social | |
| Tiene importantes desarrollos y raíces en los aspectos sociales. Utiliza la investigación participativa. Es altamente aceptada y reconocida en la sociedad, incluso por Naciones Unidas como propuesta para alcanzar sostenibilidad en el sistema alimentario mundial. Aceptada también como política estatal (Brasil, Cuba, España) y asumida como movimiento social en diversos países. | Su enfoque es más científico y tecnológico que social. Solo algunos estudios de ingeniería ecológica publicados, dan información sobre las palancas económicas, sociales y técnicas que podrían aumentar la sostenibilidad de las comunidades humanas. |

Fuente: Elaboración propia.

Como muchas disciplinas que emergen en la actualidad, la ingeniería ecológica y la agroecología también tienen enfoque sistémico, permitiendo estudiar el sitio de producción agrícola (en este caso la finca) como un ecosistema, que se denomina agroecosistema. Según Gliessman (2002) un ecosistema es un sistema funcional de relaciones complementarias entre los organismos vivos y su ambiente, delimitado por fronteras definidas arbitrariamente, en un tiempo y espacio que parece mantener un estado estable de equilibrio, pero a la vez dinámico. Los agroecosistemas se diferencian de los ecosistemas silvestres, fundamentalmente en que además de la energía solar, existen fuentes auxiliares de energía para aumentar la productividad y estas son comúnmente no renovables (combustibles fósiles), además de la fuerza de trabajo humana y animal; usualmente la biodiversidad es reducida para maximizar la producción de bienes específicos y el control del sistema es externo y orientado a objetivos particulares, en contraste con el control interno de retroalimentación de los ecosistemas silvestres. En lugar de centrarse en un componente particular del agroecosistema, la agroecología enfatiza la interrelación de todos los componentes del agroecosistema y la dinámica compleja de los procesos ecológicos (Vandermeer, 1995).

Por su parte la ingeniería ecológica afirma que se requiere pensamiento sistémico cuando se están creando o restaurando ecosistemas, *“no es el momento de pensar en la causa y el efecto lineal, sino más bien el ecosistema en su conjunto”* (Mitsch, 2012), por ello la visión sistémica es uno de sus pilares y se hace énfasis en que los ecosistemas intervenidos por los seres humanos y los ecosistemas silvestres existen como un continuo, uno junto al otro, por ende se deben analizar las interacciones entre ambos y los efectos producidos por el diseño y las prácticas usadas en el agroecosistema sobre los ecosistemas adyacentes.

En la agroecología las metodologías participativas que involucran la comunidad están bastante difundidas, mientras que para la ingeniería ecológica no, en este sentido (y ampliándose un poco) Jones (2012) hace el llamado a quienes están construyendo esta nueva disciplina: *“La investigación participativa tiene que ser la regla y no la excepción. Necesitamos aprender haciendo y hacer aprendiendo en*

colaboración con los profesionales. Tenemos que aceptar que el riesgo de la práctica basada en la comprensión científica incompleta puede ser menor que el riesgo de esperar a la certeza, y que un enfoque de prueba y error en ingeniería tiene mérito”.

A pesar de estar cercanas en sus planteamientos básicos, en una amplia revisión bibliográfica exhaustiva realizada por Barot et al., (2012), encontraron que campos relacionados con la ingeniería ecológica, como servicios ecosistémicos y agroecología, aparecen como débilmente vinculados con la ingeniería ecológica. Esto sugiere que agroecólogos no se ven a sí mismos como ingenieros ecólogos y, a la inversa, que los ingenieros ecólogos no siempre ven la prestación de servicios de los ecosistemas y la producción (por ejemplo, de alimentos) como un objetivo primordial de la ingeniería ecológica.

Estos investigadores opinan que los términos que se utilizan en el ámbito científico son importantes para estructurar la forma en que se piensa, para determinar la distribución del conocimiento entre las revistas, y para ayudar a anunciar los hallazgos de otros científicos y la sociedad. Sugieren por ende, que gestionar el nombre de la ingeniería ecológica es necesario para aumentar el desarrollo y el impacto social de las prácticas desarrolladas por ella. Así como buscar la unificación de todas las ramas de la ecología aplicada (como la agroecología), a la ingeniería ecológica, para facilitar la integración de los conocimientos científicos ecológicos.

La ingeniería ecológica, la agroecología, y otras disciplinas basadas en la ecología y con objetivos similares, constituyen bases conceptuales importantes para cambiar las actividades humanas, incluyendo las prácticas agrícolas, hacia una dirección que no ponga en amenaza la existencia humana ni de ningún otro ser vivo.

Adicionalmente es importante decir que una estrategia relevante de manejo de recursos naturales en los agroecosistemas requiere de principios ecológicos generales, como los mostrados anteriormente, pero así mismo es necesaria la adaptación de tecnologías agrícolas a las necesidades y condiciones locales. En síntesis, estos principios tienen aplicabilidad universal, pero las formas tecnológicas a través de las cuales éstos se hacen operativos, dependen de las condiciones ambientales, ecológicas y socioeconómicas prevalecientes en cada sitio (Vandermeer, 1995; Altieri & Nicholls, 2000; Gliessman, 2002). El interés de este trabajo de grado es precisamente observar cómo estos principios se hacen visibles a la luz del diseño y manejo de un sistema en particular, como lo es el cultivo de heliconias.

El diseño del agroecosistema se considera en este proyecto como la asociación específica de componentes (especies vegetales y animales) del sistema, con disposiciones detalladas en espacio y tiempo. Cuando se habla de práctica de manejo se hace referencia a cada una de las labores que se llevan a cabo en el agroecosistema, con diferentes fines: manejo de diversidad ecológica, fertilización

del suelo, manejo de plagas y enfermedades, manejo de arvenses, y manejo de residuos vegetales.

3.2.4. Biodiversidad y agrobiodiversidad

La biodiversidad se reconoce en general como uno de los pilares fundamentales de la sostenibilidad ecológica (e inclusive también para sus dimensiones económica y social), por ello se considera valioso dedicar unas páginas para esbozar algunos conceptos relacionados y tener un precedente teórico para el análisis que posteriormente se hace al cultivo de heliconias en su biodiversidad como aspecto característico.

La diversidad biológica ha sido definida formalmente por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) de las Naciones Unidas como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”

Suele describirse, cuantificarse, tratarse y utilizarse en tres niveles, Burley (2002) los describe de la siguiente manera:

Primero, comprende la *variación genética* hereditaria dentro de y entre poblaciones de una determinada especie; este nivel tiene particular interés para genetistas y mejoradores de especies y se refiere a variación cuantitativa y cualitativa de la población, variación de genotipos y frecuencias, efectos y flujos de alelos (las diversas formas mutacionales de un gen determinado). Segundo, se refiere a *variación entre especies*, que interesa en especial a taxonomistas, ecólogos y conservacionistas y tiene en cuenta el número, la abundancia o rareza y el endemismo de las especies; corrientemente se ha tomado como sinónimo del término original "diversidad" utilizado por los ecólogos teóricos al analizar la competencia y la coexistencia de las especies (Pielou, 1994). Tercero, hace referencia a la *variación entre ecosistemas* y a la forma en que las especies interactúan entre sí y con su entorno; este aspecto es por supuesto de gran importancia para los ecólogos, pero es especialmente importante para quienes se ocupan del ecosistema o el paisaje, ya que incluye la importancia mundial y local de la composición, la estructura y la función de los ecosistemas y la existencia de los llamados "puntos calientes" de variabilidad biológica.

Por su parte Gliessman (2002) explica el concepto desde la escala de ecosistema, y se refiere en términos de *diversidad ecológica*, señalando que los ecosistemas tienen otro tipo de variedad y heterogeneidad que va más allá de la predeterminada por el número de especies. Según el autor los ecosistemas tienen diversidad en el

arreglo espacial de sus componentes, como se puede ver en los diferentes niveles de doseles de un bosque. Tienen diversidad en sus procesos funcionales y diversidad en los genomas de su biota. Y debido a que los ecosistemas cambian en varias formas en el tiempo, tanto cíclica como direccionalmente, pueden presentar diversidad temporal. La diversidad consecuentemente, tiene una variedad de dimensiones, y cuando estas dimensiones son reconocidas y definidas, el concepto de diversidad por si solo es amplio y mucho más complejo y se denomina diversidad ecológica.

Recientemente, la relación entre la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas y los beneficios para la población humana que se derivan de los mismos ha sido objeto de creciente atención (CDB 2010; Reynolds, McGlathery, & Waycott, 2012; Sutherland et al., 2009; UNEP 2005). Existe un número cada vez mayor de evidencias que indican que la biodiversidad desempeña un papel fundamental en el alcance de los Objetivos de Desarrollo del Milenio: contribuye a reducir la pobreza y a alcanzar niveles de vida y bienestar humano sostenidos, por ejemplo mediante el fortalecimiento de la seguridad alimentaria y la salud humana, proveyendo aire y agua limpios y sustentando el desarrollo económico (UNEP 2007; MA 2005).

La producción agrícola también se cimienta en la biodiversidad, además de proveer la base genética de los cultivos y animales, presta una infinidad de servicios ecológicos como reciclaje de nutrientes, supresión biológica de plagas y enfermedades, control del microclima local, desintoxicación de compuestos químicos nocivos y regulación de procesos hidrológicos (Altieri & Nicholls, 2000).

Según Brussaard, de Ruiter, & Brown (2007) la biodiversidad empleada en la agricultura tiene dos componentes: el “planeado”, o sea los cultivos o tipo de ganado que el agricultor quiere producir, y el “no planeado” que corresponde a la biota que participa en el sistema, cuya mayor parte está presente en el suelo, Enjalbert et al., (2011) lo llama diversidad biológica asociada, la cual puede incluir una amplia variedad de organismos, desde aves, plantas e insectos presentes en campos a gusanos y microorganismos que viven en el suelo, tanto los considerados plagas como aquellas consideradas beneficiosas para los seres humanos.

El componente planeado, conjuntamente con las especies silvestres relacionadas, comprende el conglomerado de recursos genéticos empleados para la alimentación y la agricultura. A partir de estos nuevos planteamientos ha emergido, como nueva disciplina, la agrobiodiversidad, definida como el componente de la biodiversidad que contribuye a la producción agrícola y de alimentos (Lobo, 2008).

Frei & Becker, (2004) recopilaron de diversos autores una serie de funciones que se han atribuido a la biodiversidad agrícola presentadas por diversos autores, entre las cuales se encuentran:

- Reduce la vulnerabilidad de los agroecosistemas y aumenta la resistencia a las plagas y enfermedades.
- Constituye un recurso importante para la investigación y el mejoramiento.
- La diversidad agrícola permite el uso complementario de los recursos, incluidos los recursos naturales como la luz, el agua y los nutrientes del suelo, así como la mano de obra y el capital.
- Los agroecosistemas diversificados producen rendimientos constantes y estables, aspectos particularmente relevantes para los agricultores a pequeña escala orientados a la subsistencia con aversión al riesgo.
- Al imitar los ecosistemas naturales los agroecosistemas diversificados, en lugar de monocultivos altamente intensificados, sirven como hábitat para muchas especies.
- Las variedades locales y los sistemas diversos de cultivo múltiple contribuyen a la diversidad rural y cultural.

Las anteriores se pueden complementar con algunas funciones que expone Gliessman (2002), haciendo énfasis en el incremento de procesos biológicos e interacciones y sinergismos beneficiosos para los agroecosistemas:

- Un ensamblaje diverso de cultivos puede crear una diversidad de microclimas en un sistema cultivo, que puede ser ocupado por un amplio rango de organismos, incluyendo depredadores, parásitos benéficos y antagonistas que son importantes en el sistema en general, y que no podrían ser atraídos a un sistema uniforme y simplificado.
- Una gran diversidad hace posible varios tipos de dinámicas de poblaciones benéficas entre herbívoros y sus depredadores. Por ejemplo, un sistema diverso puede estimular la presencia de varias poblaciones de herbívoros, siendo solo algunos de ellos realmente plagas, así como la presencia de depredadores que se alimentan de todos los herbívoros. Los depredadores estimulan la diversidad entre las especies herbívoras, al mantener control sobre alguna especie en particular. Con gran diversidad de herbívoros, el herbívoro plaga no puede dominar ni perjudicar a ningún cultivo.
- La diversidad en el paisaje agrícola puede contribuir a la conservación de la biodiversidad en ecosistemas naturales que se encuentran alrededor.
- La diversidad reduce los riesgos para el productor o campesino, especialmente en áreas con condiciones ambientales impredecibles. Si en un cultivo no le va bien, los ingresos de los otros cultivos pueden compensar esa baja.

Altieri (1999) advierte que cuando estos servicios naturales mencionados se pierden, debido a acciones humanas como la simplificación biológica que implica el monocultivo y el uso inadecuado de plaguicidas, los costos ambientales y económicos son importantes. Económicamente los costos en la agricultura incluyen la necesidad de suplir a los cultivos con alto uso de insumos externos, debido a que cuando los agroecosistemas son privados de la diversidad biológica, son incapaces

de subsidiar su propia fertilidad y de regular las plagas. Cuando ocurren contaminaciones con plaguicidas y/o nitratos, los costos implican a menudo una reducción en la calidad de vida, debido a la degradación del suelo y de la calidad del agua y los alimentos, así mismo el autor sugiere que este quiebre puede ser reparado mediante el restablecimiento de los elementos homeostáticos de la comunidad a través de la adición o promoción de la biodiversidad.

Reconociendo por tanto, que la biodiversidad es esencial para satisfacer las necesidades humanas básicas de alimentación y para asegurar los medios de vida, que los agricultores administran la diversidad biológica agrícola, que muchos de los componentes de la diversidad biológica agrícola dependen de esta influencia humana, y que la agricultura en expansión constituye, a nivel mundial, la principal fuerza motriz de la disminución en la biodiversidad (Brussaard et al., 2010; IAASTD (Project), 2009) no hay dudas de que la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad y la agrobiodiversidad son unos de los desafíos más importantes que tiene que afrontar la humanidad en estos tiempos (Sarandón, 2010), y por ello es esencial planear los avances en la reducción y, de ser posible, en la reversión de su tasa de deterioro a nivel mundial.

En el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, una de las metas para 2020 es que: *las zonas destinadas a agricultura, acuicultura y silvicultura se gestionarán de manera sostenible, garantizándose la conservación de la diversidad biológica.*

En los últimos años, se ha comenzado a reconocer la interrelación que existe entre la biodiversidad y la agricultura sostenible (Sarandón, 2010). Según Gliessman (2002):

La diversidad es un producto, una medida y un fundamento de la complejidad del sistema, de ahí su habilidad para estimular un funcionamiento sostenible. La complejidad que caracteriza al sistema es la base para las interacciones ecológicas que son fundamentos clave para el diseño de agroecosistemas sostenibles. Desde una perspectiva, la diversidad del ecosistema viene a ser el resultado de las formas en que están organizados e interactúan los diferentes componentes vivos e inertes del sistema; desde otra perspectiva, la diversidad – manifestada por la complejidad de ciclos bioquímicos y la variedad de organismos vivos - es lo que hace posible organización e interacción del sistema mismo.

Esta conceptualización de Gliessman, podría relacionarse con lo que la ingeniería ecológica denomina auto-diseño, haciendo énfasis en que la biodiversidad dentro de un agroecosistema ofrece más componentes para el auto-diseño y para las capacidades de amortiguación ante perturbaciones (Sven Erik Jørgensen & Nielsen, 1996).

Por ende, las prácticas que conservan y usan de manera sostenible e incrementan la biodiversidad son necesarias en los sistemas agrícolas para asegurar la producción, la calidad de vida y la salud de los ecosistemas (Thrupp & World Resources Institute, 1998), es un principio fundamental para alcanzar la sostenibilidad. Más adelante se profundiza en los efectos ecológicos de la agrobiodiversidad y se muestran los principios que la agroecología y la ingeniería ecológica proponen alrededor de la biodiversidad en la construcción de sistemas sostenibles, sugiriendo incrementarla en todas sus dimensiones.

3.2.5. Diversidad genética (intraespecífica)

La diversidad genética intraespecífica o dentro de una especie, refleja el nivel de variación genética que se da entre individuos dentro de una población o una especie (diversidad intrapoblacional) o entre poblaciones diferentes de la misma especie (diversidad interpoblacional), esta variabilidad es la *materia prima* de la evolución por selección natural (Fisher, 1930). En este sentido la diversidad genética permite a las especies responder y adaptarse o no a las características o cambios en su entorno.

Los cambios genéticos en el contexto de la agricultura difieren mucho de los cambios genéticos que ocurren de forma natural en las poblaciones ya que el ser humano construye y manipula el ambiente en el cual las especies de interés agrícola viven, crecen y se reproducen y determina qué características son más deseables y las selecciona mediante el cultivo y propagación de las especies, cambiando la genética en la población agrícola en forma dirigida, lo que se denomina selección dirigida (Gliessman, 2002).

El uso que se ha hecho de las herramientas de mejora genética disponibles ha contribuido a la sustitución de las variedades locales tradicionales por cultivares modernos de “amplia adaptación” y genéticamente uniformes, lo cual ha llevado a una pérdida de diversidad no sostenible (Nuez, 1997). Gliessman (2002) explica que la pérdida de la diversidad genética generalizada en la agricultura convencional, se debe principalmente al énfasis en la productividad a corto plazo, tanto de rendimientos como de ganancias. La homogeneidad genética de los cultivos es consecuente con la maximización del rendimiento ya que permite la estandarización de las prácticas de manejo.

El problema consiste en que al incrementar la uniformidad genética de un cultivo, este se vuelve vulnerable al ataque de plagas y enfermedades (de Vallavieille-Pope, 2004; Finckh & Wolfe, 1997) que posteriormente adquieren resistencia tanto a los plaguicidas como a las defensas de las plantas. También el cultivo se hace más vulnerable a los cambios climáticos y a otros factores ambientales, incrementando la dependencia de los sistemas de cultivo a la intervención humana y a los insumos externos, esta situación se agrava cuando va acompañada de una disminución del

banco genético de cada cultivo, debido a que cada vez hay menos fuentes de genes para incorporar resistencia o adaptación a plagas o a cambios climáticos (Gliessman, 2002).

Gliessman (2002) recopila los principales valores y potenciales de la diversidad genética en los agroecosistemas:

- La diversidad genética en una variedad de cultivo o cultivar proporciona flexibilidad en un sistema, habilidad para adaptarse a cambios en condiciones ambientales.
- La diversidad genética en general es la materia prima para el mejoramiento genético.
- Es un componente importante de la resistencia ambiental, permitiendo proteger contra pérdidas totales debidas a enfermedades, ataque de herbívoros o variaciones imprevistas en las condiciones ambientales.
- Es también un reservorio de resistencia ambiental potencial. Algunos individuos de una variedad de cultivo genéticamente diverso, pueden tener genes o combinaciones de estos, que puedan conferir resistencia para futuros eventos o condiciones, como la dispersión de una nueva enfermedad.

Existen métodos y técnicas que permiten mantener o incrementar la diversidad genética en los sistemas agrícolas, entre éstas se encuentran la liberación directa de cultivares procedentes de las primeras generaciones de selección, el uso de mezclas de cultivares, cultivares multilínea, variedades locales, cruces compuestos, híbridos “topcross”, variedades de polinización abierta (Nuez, 1997), etc.

Para esta investigación el análisis del cultivo de heliconias, se centra en la promoción de la biodiversidad genética que promueve a través de la mezcla de cultivares, como característica clave del diseño de este cultivo, la cual según Nuez (1997) permite maximizar y estabilizar la producción agraria, además de la evidencia científica de una correlación positiva entre la diversidad de cultivares y su respuesta homeostática frente a cambios ambientales.

Actualmente hay muchos ejemplos de mezclas que contribuyen sustancialmente al control de enfermedades, al aumento y estabilidad de rendimientos de los cultivos. Aunque es sabido que no todas las mezclas producen beneficios, ni es factible en todos los casos, la necesidad de una agricultura más sostenible, basada en los modelos de ecosistemas naturales, hace que la promoción de la diversidad genética dentro de los cultivos juegue un papel más importante hoy en día (Mundt, 2002).

4. METODOLOGÍA

4.1. Zona de estudio

Se seleccionaron 24 predios, 23 ubicados en el departamento de Risaralda y uno de ellos en el municipio cercano de Manizales en Caldas (Tabla 7). Los contactos de productores de heliconias se obtuvieron a través de las bases de datos de cultivos de flores y follajes tropicales en Risaralda provistas por el ICA, Asocolflores y la CARDER, lo que incluye no solo heliconias, sino también de otro tipo de flores tropicales (por ejemplo gérberras, hortensias, girasoles, aves del paraíso, etc.) y follajes. Estas tres bases de datos se unieron y sumaron un total de 147 predios con este tipo de cultivos. Se hicieron llamadas telefónicas a cada uno de los predios de estas bases de datos y se obtuvieron los siguientes resultados: 42 de los cultivos ya habían sido erradicados a la fecha (enero 2012), en otros 42 no se pudo hacer contacto (cambio de línea telefónica, no hubo respuesta, etc.), 37 de ellos tenían otro tipo de flor o follaje diferente a heliconias, por lo que quedaban descartados de la participación en la investigación, 2 de los floricultores no estuvieron interesados en participar del estudio y finalmente 24 productores accedieron a participar de la investigación.

Se pretendía abarcar el mayor número de predios en Risaralda con el fin de identificar características comunes en el diseño y manejo del cultivo; el criterio fundamental para su selección fue la presencia de heliconias explotadas a nivel comercial, la siguiente condición para participar del estudio era la anuencia del productor, ya que era necesaria la entrada al predio y la aplicación de una entrevista.

El departamento de Risaralda está ubicado en el sector central de la región andina, centro occidente de Colombia. Su exposición geográfica está determinada por las coordenadas de sus límites extremos: entre los 5°32' y 4°39' de latitud norte y entre 75°23' y 76°18' de longitud al oeste del meridiano 0° de Greenwich. Cuenta con extensión aproximada de 3.592 km., lo que representa el 0.3% del área total del país, y hace parte del llamado Eje Cafetero (Gobernación de Risaralda, página web oficial).

El promedio de precipitación para el departamento es de 3.000 mm al año. El departamento presenta 5 pisos térmicos desde el valle de los ríos San Juan, Risaralda y Cauca, hasta el nevado de Santa Isabel; el cálido representa el 9% del total departamental, con temperaturas promedio de 24°C; el templado, entre 18 y 24°C, representa el 51% el frío, con temperaturas inferiores a 12°C, ocupa el 8%, y el nevado, que cubre el 1% del área total del departamento. Los predios que fueron parte de la investigación corresponden al piso térmico templado.

Tabla 7. Ubicación de los predios estudiados

| Municipio | Fincas visitadas |
|--------------|------------------|
| Pereira | 18 |
| Dosquebradas | 2 |
| Marsella | 2 |
| La Virginia | 1 |
| Manizales | 1 |
| TOTAL | 24 |

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 8 se muestran algunos datos básicos de cada uno de los predios: nombre, municipio donde se ubica, altura sobre el nivel del mar, tamaño y tamaño del cultivo de heliconias. También se presenta el nombre de la persona entrevistada y su relación con el predio ya sea como propietario o como encargado del manejo del cultivo. El 83% (20) de las entrevistas fueron respondidas por los propietarios de los cultivos, el restante 17% (4) fueron respondidas por los encargados de los cultivos.

Tabla 8. Generalidades de los predios estudiados

| # | Nombre Predio | Municipio | Altitud | Tamaño finca (ha) | Tamaño cultivo (ha) | Nombre entrevistado | Relación cultivo |
|----|----------------------|--------------|---------|-------------------|---------------------|----------------------|------------------|
| 1 | Bellavista | Dosquebradas | 1500 | 1,5 | 1,5 | Marta Mora | P |
| 2 | Casablanca-Sanmiguel | Pereira | 1610 | 19,2 | 1,3 | Jorge Mahe | P |
| 3 | Ecohotel Los Lagos | Pereira | 1450 | 19,2 | 7,0 | Juan Guillermo Ángel | P |
| 4 | El Arroyo | Manizales | 1200 | 8,0 | 3,0 | Leonor Echeverry | P |
| 5 | El Jalisco | Pereira | 1700 | 1,9 | 0,64 | Jorge Cardona | P |
| 6 | Gaia | Pereira | 1785 | 4,5 | 2,0 | Diana Lopera | P |
| 7 | Hda Alabama | Pereira | 1280 | 121,6 | 9,0 | Dumar Pareja | E |
| 8 | Hda Mónaco | Pereira | 1250 | 110,0 | 4,5 | Andrés Quiceno | E |
| 9 | Hacienda Pavas | Pereira | 1200 | 120,0 | 4,0 | Javier Velásquez | E |
| 10 | La Aurora | Pereira | 1615 | 2,1 | 2,0 | Fernando Figueroa | P |
| 11 | La Clemencia | Pereira | 1300 | 5,9 | 2,5 | Gladis González | P |
| 12 | La Estrella | Pereira | 1600 | 4,0 | 2,5 | Heriberto García | P |
| 13 | La Giralda | Dosquebradas | 1475 | 72,0 | 1,2 | Gloria Jaramillo | P |
| 14 | La Margarita | Pereira | 1200 | 1,4 | 0,3 | Margarita Cortés | P |
| 15 | La Pitita | Pereira | 1500 | 7,5 | 1,5 | Mercedes Ángel | P |
| 16 | La Suiza | La Virginia | 900 | 500,0 | 2,5 | José Ledesma | E |
| 17 | Las Flores | Marsella | 1522 | 5,8 | 1,5 | John Fredy Mazo | P |
| 18 | Mauritania | Pereira | 1735 | 2,6 | 1,4 | Nancy López | P |

| # | Nombre Predio | Municipio | Altitud | Tamaño finca (ha) | Tamaño cultivo (ha) | Nombre entrevistado | Relación cultivo |
|----|---------------------------|-----------|---------|-------------------|---------------------|------------------------|------------------|
| 19 | Monasterio Las Carmelitas | Pereira | 1500 | 6,0 | 3,5 | Gloria Carmenza Patiño | P |
| 20 | Portugal | Pereira | 1460 | 3,0 | 1,5 | Álvaro Arbeláez | P |
| 21 | Santa María de las Flores | Marsella | 1202 | 5,0 | 3,0 | Guillermo López Ángel | P |
| 22 | Villa Carmen | Pereira | 1640 | 28,0 | 2,9 | Nidia Restrepo | P |
| 23 | Villa Lola | Pereira | 1625 | 4,2 | 1,0 | Piedad Rodríguez | P |
| 24 | Yerbabuena | Pereira | 1350 | 25,0 | 7,0 | Carmenza Uribe | P |

P: Propietario; E: Encargado del cultivo

Fuente: elaboración propia

4.2. Requerimientos, fuentes e instrumentos de recolección de información

A través de observación directa, entrevista semiestructurada y revisión bibliográfica se recopiló la información requerida para alcanzar el objetivo de la investigación: *estudiar las características ecológicas del diseño y manejo del cultivo de heliconias y su contexto socio-económico en Risaralda*. A continuación se describe la metodología correspondiente a cada objetivo y los instrumentos de recolección de información.

Objetivos específicos 1 y 2

- *Identificar el diseño y el manejo del cultivo de heliconias en Risaralda.*
- *Describir las condiciones sociales y económicas asociadas al cultivo de heliconias en Risaralda.*

Estos dos objetivos son fundamentalmente descriptivos, para lograrlos se recolectó la información a través de observación directa y entrevista semiestructurada realizada en cada uno de los predios.

Durante la visita al predio se tomaron fotografías a lo largo de cada recorrido, las cuales se usaron para dar soporte visual a lo hallado con las entrevistas. También se realizó observación en los eventos de los productores y comercializadores de heliconias a los que se asistió (comités de la cadena productiva, conferencias científicas, reuniones de Asocolflores, etc.) con el fin de reconocer elementos organizativos del sector y del contexto socioeconómico.

Para la identificación de los requerimientos de información y el diseño de la entrevista se recurrió a la metodología MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad) desarrollada por Astier, Masera, & Galván-Miyoshi (2008); esta

metodología sugiere que para entender el diseño y manejo del agroecosistema, se requiere una juiciosa descripción de sus componentes, arreglos, prácticas y así mismo de características socioeconómicas que permiten ubicar todos los datos en un contexto particular. Describir el agroecosistema implica una mirada holística, es decir una “fotografía” del sistema en un punto particular de la historia (Astier et al., 2008).

El marco MESMIS brinda una estructura lógica adecuada, tanto para recolectar como para clasificar y exponer la información que describe al agroecosistema, Ortiz-Ávila (2008) documenta cuatro fases, de las cuales sólo las dos primeras se llevaron a cabo en esta investigación:(1) definición y (2) descripción del agroecosistema.

1. Definición del agroecosistema

Implica ubicar el sistema en un espacio y tiempo definidos, identificando: límites, subsistemas, flujos y contexto socio-ambiental. En esta investigación hubo interés en profundizar en uno de los subsistemas: cultivo de heliconias, desde su diseño espacial y temporal y desde las prácticas agrícolas empleadas, pero así mismo se hizo necesario, identificar componentes e interacciones que se dan con otros subsistemas de la finca (otros cultivos, sistema pecuario), con el subsistema silvestre (fuentes de agua, bosques, guaduales) y con el subsistema socio-económico (asociaciones, trabajadores), así como conocer las interacciones dentro de un ámbito más amplio correspondiente al mercado y a la sociedad.

El sistema se representa a través de un diagrama de flujo como herramienta fundamental para entender mejor la complejidad y el funcionamiento general del agroecosistema, como conjunto de unidades organizadas dependientes de la interacción de múltiples elementos que no pueden estudiarse de manera aislada.

2. Descripción del agroecosistema

Según Masera, Astier & López Ridaura (1999) para describir el sistema en su conjunto, los subsistemas y el contexto socio-ambiental, se requieren los siguientes tipos de información de cada una de las fincas, los cuales se recopilaban a través de la entrevista en cada predio y de observación directa en terreno:

I. Biofísica: incluye altitud, fuentes de agua en el predio y características y usos del suelo. Debido a que el objetivo de esta investigación se centra en el diseño y manejo del cultivo desde una perspectiva amplia, no se consideró necesario indagar a profundidad por los aspectos biofísicos particulares de cada finca, y se toman los datos generales de clima y pluviosidad del departamento de Risaralda, extraídos de fuentes oficiales, presentados en la sección donde se describe la zona de estudio.

II. Características de diseño y manejo: se recopiló información básica del diseño y manejo de los subsistemas que componen la finca. Los requerimientos de

información (más amplia y detallada) del subsistema de cultivo de heliconias fueron principalmente tomados del trabajo de Maza (2006), quien recopila y estructura la información valiosa existente sobre el cultivo, cosecha y poscosecha de heliconias y flores tropicales. En el Anexo 1, se muestra el esquema de la entrevista utilizada para obtener información de características biofísicas generales y de diseño y manejo. Esta entrevista está compuesta por aproximadamente 80 preguntas, distribuidas en 12 temas:

- Criterios de diseño/establecimiento del cultivo de heliconias
- Aspectos biofísicos básicos del agroecosistema
- Otros subsistemas (otros cultivos, animales, áreas silvestres y casa)
- Preparación del terreno, propagación y siembra
- Labores de mantenimiento del cultivo (deshoje, deshije, plateo, etc.)
- Diseño
- Fertilización
- Manejo de plagas y enfermedades
- Manejo de arvenses
- Manejo del agua
- Manejo y disposición de residuos sólidos
- Fuentes de energía utilizada

III. Socioeconómica: incluye las características propias de la población vinculada con el agroecosistema y en este caso específicamente con el cultivo de heliconias. La descripción de las condiciones sociales y económicas se hizo con base en la información suministrada por los agricultores en la entrevista y con información secundaria acerca de la situación socio-económica del sector de floricultor y de flores tropicales en particular. El Anexo 2 muestra un derrotero de 10 preguntas, con el que se capturó información del contexto socio-económico, específicamente de los siguientes aspectos:

- Relación del entrevistado con el terreno
- Pertenencia a organizaciones
- Certificaciones
- Formación educativa del propietario y los trabajadores
- Generación de empleo
- Rol económico de las heliconias en el sustento del predio
- Nivel de satisfacción con la actividad que realiza
- Canales de comercialización

Con el fin de validar el instrumento de la entrevista, se hicieron dos entrevistas piloto (una en el municipio de Riofrío-Valle del Cauca y otra en Palestina-Caldas, las cuales no se incluyeron en los resultados del estudio) y se realizaron los ajustes pertinentes al cuestionario. Posteriormente, se realizó una visita a cada uno de los

24 predios, en los que se recolectó la información requerida a través de las entrevistas y un recorrido por el cultivo, requiriendo para ello entre 3 a 4 horas dentro de cada predio. Las entrevistas se registraron en papel y a su vez se grabaron.

Posteriormente se digitalizó cada entrevista y se hizo de nuevo contacto con algunos entrevistados para aclarar inquietudes. En los aspectos que se consideró necesario se consultaron otras fuentes de información, contrastando la información dada por los agricultores con agrónomos asesores de los cultivos, expertos del tema e información bibliográfica.

En la Figura 1 está detallada la información recopilada para describir el agroecosistema, mostrando de manera separada el cultivo de heliconias por ser el sistema de mayor interés.

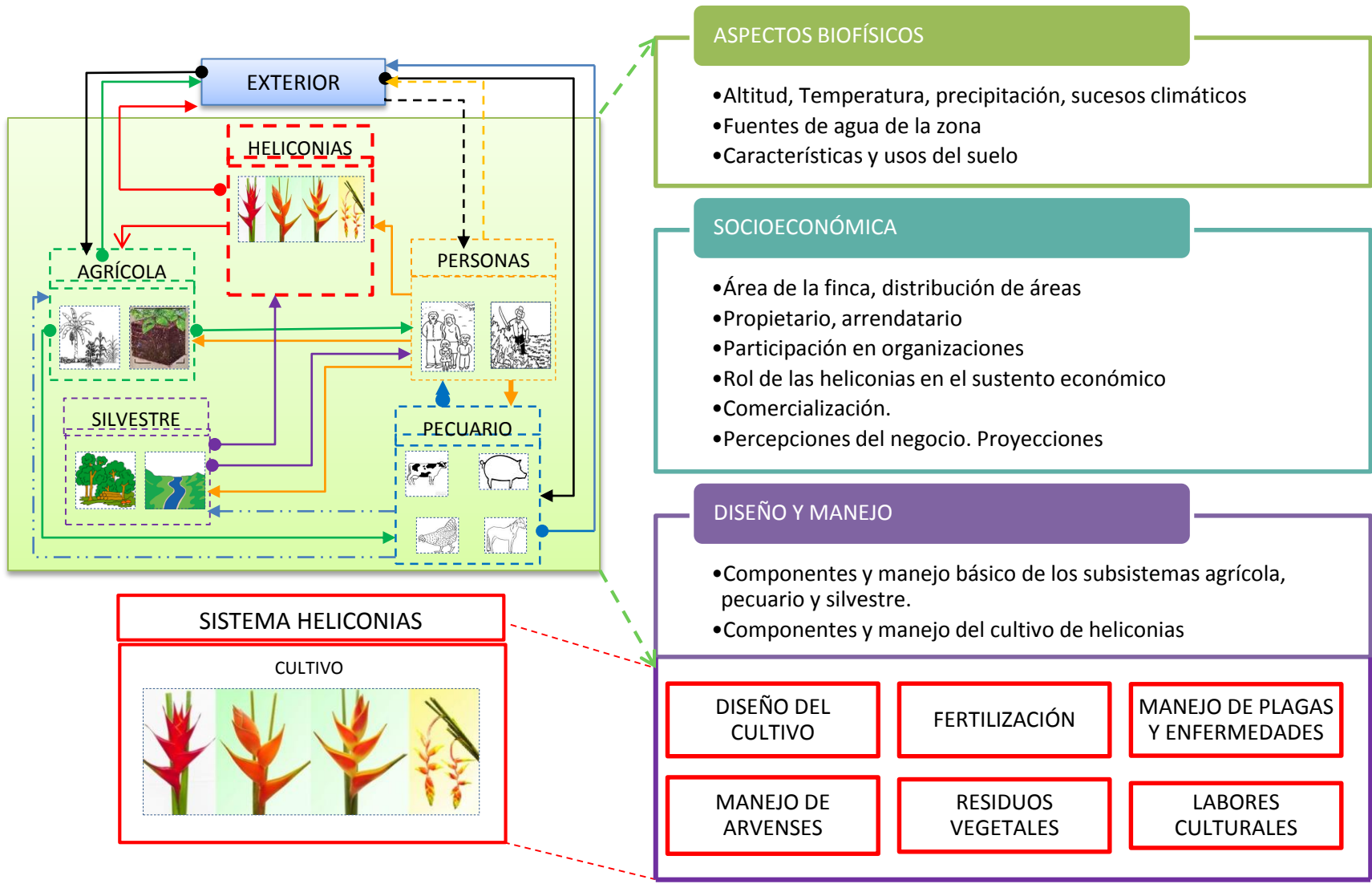


Figura 1. Requerimientos de información para descripción del agroecosistema.

Fuente: Elaboración propia.

Objetivo 3

- *Analizar los efectos ecológicos de las prácticas más predominantes en el cultivo de heliconias en Risaralda.*

En primer lugar las prácticas más predominantes fueron seleccionadas en virtud de su presencia en la mayoría de los predios que participaron en el estudio y a la luz de los principios ecológicos descritos anteriormente (tanto de la ingeniería ecológica como de la agroecología), que les dan a las estas prácticas particulares del cultivo de heliconias, potencial de generar efectos ecológicos amplios que apoyarían la creación de agroecosistemas sostenibles, desde la dimensión ecológica.

En segundo lugar, para analizar los efectos ecológicos de estas prácticas, se realizó una amplia revisión bibliográfica, tanto teórica como de investigaciones de casos particulares, con el fin de dar sustento científico a sus posibles efectos a diferentes niveles (ejemplo: poblacional, ecosistémico, en la disminución de agroinsumos, etc.) y a la importancia de mantener estas prácticas en el cultivo.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primera instancia se define el agroecosistema, representándolo a través de un diagrama de flujo y se hace una descripción de los componentes del agroecosistema. En un segundo momento se describen los aspectos socioeconómicos más relevantes, necesarios para poner los agroecosistemas y cultivos en un contexto.

Posteriormente se exponen los hallazgos relacionados con el diseño y manejo del cultivo (diversidad, fertilización, manejo de plagas y enfermedades, manejo de arvenses y manejo de residuos vegetales), haciendo el respectivo análisis de las características más predominantes (diversidad y manejo de residuos vegetales) halladas en los cultivos, desde la perspectiva ecológica.

Es pertinente comentar que, aunque es estrecha la relación que existe entre el manejo de arvenses y el manejo de residuos vegetales, debido a que el manejo de residuos vegetales como se da en el cultivo de heliconias (en forma de mulch o mantillo) tiene como efecto notorio el control de las arvenses, se exponen estos dos temas por separado en el documento, con el fin de resaltar otros importantes efectos ecológicos que tiene la disposición de residuos vegetales sobre el suelo del cultivo.

Por último, como un análisis adicional (no responde a los objetivos específicos de la investigación) que permite enlazar el cultivo de heliconias como construcción humana, con los principios ecológicos que se proponen para lograr la creación de ecosistemas sostenibles, se presenta un esquema resumiendo las principales características de diseño y manejo del cultivo de heliconias, a la luz de los principios que se proponen desde la ingeniería ecológica y la agroecología.

5.1. DEFINICIÓN DE LOS AGROECOSISTEMAS

La Figura 2 representa el patrón de agroecosistema encontrado a través de un diagrama de flujo con los componentes, límites y flujos más importantes. El 92% de los agroecosistemas estudiados tienen este esquema general, caracterizado por la diversidad de subsistemas, siendo ese es el criterio para definirlo.

En estos predios el subsistema de heliconias ocupa un área de la finca que va desde el 1% al 62% y la mayoría de ellos, poseen todos los tipos de subsistemas que se observan en la Figura 2: follajes tropicales y otras flores del orden Zingiberales, otros cultivos que se explotan comercialmente (como café y plátano), animales (con menor presencia que el subsistema relacionado con otros cultivos); la mayoría de los agroecosistemas poseen también subsistema silvestre, predominando los guaduales, así como cuerpos de agua (quebradas principalmente). Finalmente hay un subsistema social compuesto por los propietarios del predio y las personas que trabajan allí. Se podría decir entonces que la mayoría de agroecosistemas estudiados son diversos en las alternativas productivas, lo cual hace parte de la sostenibilidad económica. Esta afirmación se acompaña de la respuesta que dan los floricultores entrevistados a la pregunta *¿Cuál es el rol de las heliconias en el sustento económico del predio?* El 83% de los entrevistados contestaron que las heliconias representan una entrada alterna de ingresos monetarios en el predio, en el restante 17% representa la fuente única de ingresos.

En el 8% de los predios las heliconias aparecen como única alternativa productiva, el cultivo de heliconias ocupa entre el 95 y el 100% del área predio, por lo cual no queda espacio para otras alternativas productivas, sin embargo se observan allí mezclados con las heliconias otras flores del orden Zingiberales y follajes tropicales, así como zonas silvestres tales como guaduales y quebradas.

Para dar contexto a estos hallazgos, se debe tener en cuenta que el cultivo de heliconias surgió principalmente como alternativa de diversificación de los cultivos de café, ante la crisis de precio del año 2000; para su establecimiento en la zona cafetera hubo incentivos económicos, ayudas de las alcaldías, cursos, asesoría técnica, etc.

Como se verá ampliamente más adelante, una alta diversidad en los niveles genético, específico y ecosistémico son características de los agroecosistemas estudiados, lo cual es fundamental en la búsqueda de la sostenibilidad ecológica y en la reducción del ingreso de insumos externos, debido al aumento en las posibilidades de flujos de materia y energía entre los diferentes subsistemas y a las sinergias que se forman entre distintos componentes.

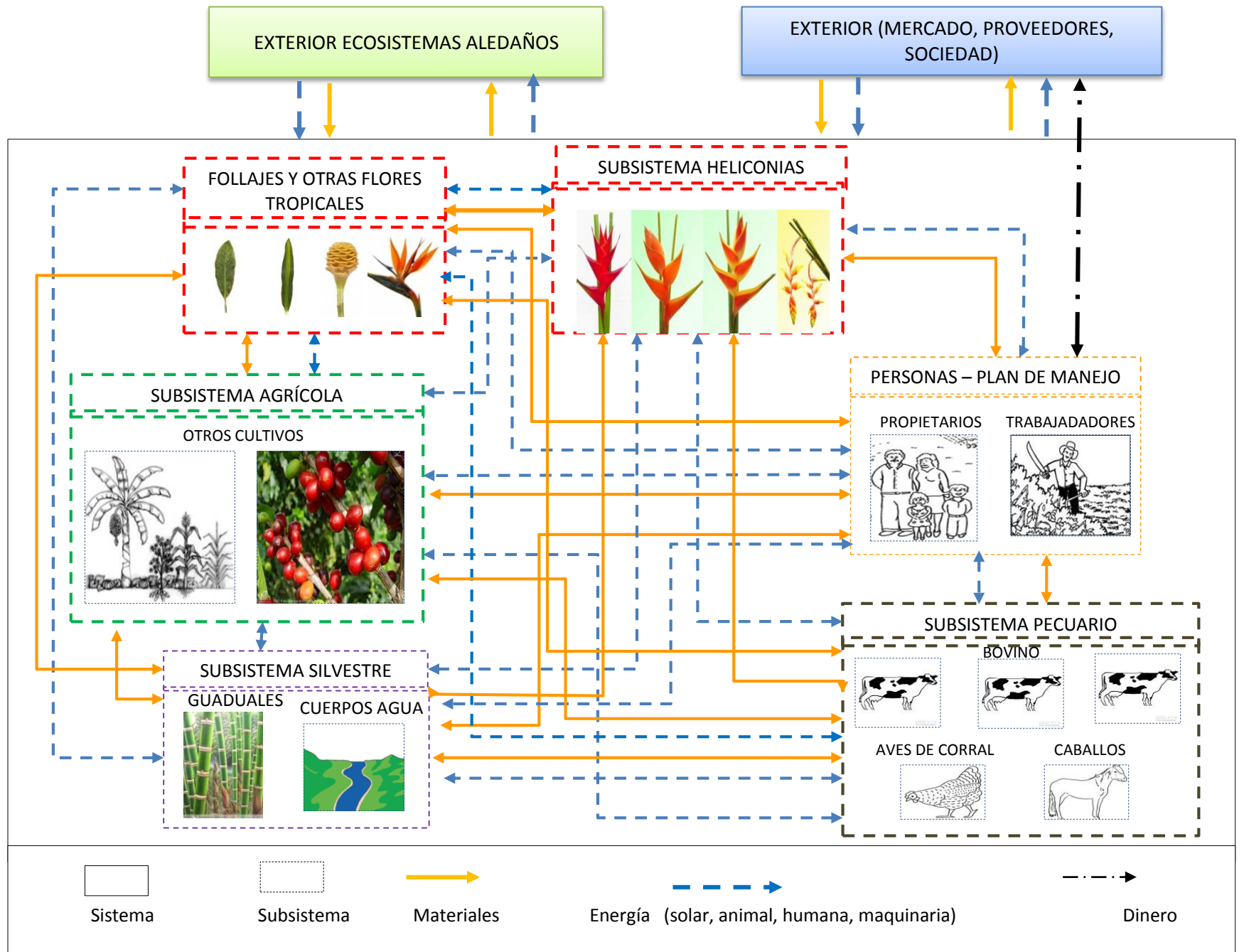


Figura 2. Diagrama de flujo del Agroecosistema.


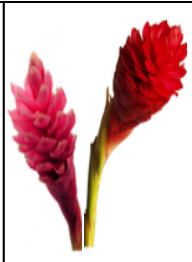


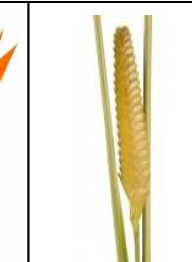
Fuente: modificado de la metodología MESMIS

5.1.1. Componentes de los agroecosistemas estudiados

En esta investigación se pretende presentar el cultivo de heliconias desde una visión agroecosistémica, contextualizando a dicho cultivo como un subsistema perteneciente a un sistema mayor llamado finca o predio, que como ya se expuso, incluye otros subsistemas que son descritos a continuación y que dan cuenta de la diversidad de hábitats existente dentro de los agroecosistemas estudiados.

Otras especies del orden Zingiberales y follajes

El 75% de los predios tienen presencia de otras especies de flores del orden Zingiberales y son explotadas comercialmente; solo el 13 % de los predios tienen otras flores tropicales que no pertenecen a ese orden, tales como gérberas (*Gerbera* spp.), hortensias, (*Hydrangea* spp.) y, cartuchos (*Zantedeschia aethiopica* spp.). El 88% de los predios tienen presencia de follajes, como cordelines (*Cordyline* spp.), dracenas (*Dracaena* spp.), pandanos (*Pandanus* spp.), palma areca (*Dyopsis lutescens*), palma canoa (*Ludovica lanceifolia*), palma iraca (*Carludovica palmata*), monstera (*Monstera* sp.), linos (*Phormium tenax*), (Figura 3), también como cultivos para comercialización.

| FLORES TROPICALES DEL ORDEN ZINGIBERALES | | | | |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| <i>Musa coccinea</i> | <i>Alpinia purpurata</i> (ginger) | <i>Zingiber spectabile</i> (ginger shampoo /maracas) | <i>Strelitzia reginae</i> (ave del paraiso) | <i>Calathea crotalifera</i> |
| Musaceae | Zingiberaceae | | Strelitziaceae | Marantaceae |


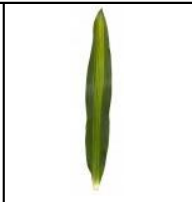

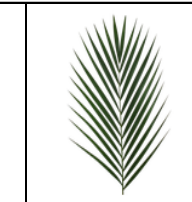

| FOLLAJES | | | | |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| <i>Cordyline</i> spp. | <i>Dracaena fragrans massangeana</i> (Dracena verde) | <i>Dracaena reflexa</i> (canción de la india) | <i>Dyopsis lutescens</i> (palma areca) | <i>Pandanus sanderi</i> (pándano variegado) |

Figura 3. Otras especies del orden Zingiberales y follajes

Fuente: elaboración propia

Otros cultivos

El 79% de los predios visitados tienen otros subsistemas de cultivo diferentes a flores y follajes, en los que predomina el plátano (58%, 14 fincas), el café y los cítricos (ambos 39%, 9 fincas); los otros subsistemas con menor presencia corresponden a cultivos como aguacate, banano, maíz, frijol, árboles maderables, sábila, entre otros; el destino de estos productos es para autoabastecimiento y/o comercialización.

Subsistemas pecuarios

El 30% de los predios tienen sistemas pecuarios, predominando el ganado (3 de ellos son grandes explotaciones ganaderas) y las gallinas en pequeñas cantidades (hasta 50). Todos excepto uno de ellos son para comercialización (y en algunos casos autoabastecimiento), solo un predio utiliza el sistema pecuario para autoabastecimiento únicamente.

Áreas silvestres

El 88% de los predios poseen áreas silvestres, dándoles valor como áreas de conservación (no como áreas de explotación), extrayendo material únicamente cuando es necesario, por ejemplo en casos de mantenimiento de los guaduales u ocasionalmente cuando se necesita madera para algún trabajo dentro de la finca. 79% de los predios poseen guaduales (Figura 4), el 43% tienen áreas de bosque secundario (Figura 5), y el 13% poseen áreas de rastrojo.



Figura 4. Guaduales

Arriba Izq Hacienda Alabama. Der. Hacienda Mónaco.

Abajo izq. La Suiza. Der. Villa Carmen

Fuente: elaboración propia



Figura 5. Bosque secundario

Izq. Casablanca. Der. Mauritania

Fuente: elaboración propia

El 88% de los predios poseen fuentes de aguas naturales principalmente quebradas y/o nacimientos (Figura 6).



Figura 6. Fuentes de agua

Izq arriba. Casablanca. Der arriba. Hda Alabama.
Izq abajo. La Suiza. Der abajo Santa María de las flores
Fuente: elaboración propia

El 83% de los predios, tiene cercas vivas, utilizando para ellas diversidad de especies de árboles, se destacan el quebrabarrigo (*Trichanthera gigantea*), nogal (*Cordia alliodora*) y matarratón (*Gliricidia sepium*); se mencionaron guamos (*Inga codonantha*), arboloco (*Montanoa ovatifolia*), cedro (*Cedrela angustifolia*), especies de arbustos como botón de oro (*Tithonia diversifolia*), y otras especies como *Heliconia griggsiana*, king grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*), vetiver (*Chrysopogon zizanioides*).

Asociaciones de cultivos: interacciones entre subsistemas

El 57% de los predios utilizan la asociación de cultivos, posibilitando aprovechar mejor el espacio y obtener beneficios ecológicos. Entre las asociaciones se encuentran principalmente café-árboles, café-plátano y café-cultivos de pancoger.

Con relación al cultivo de heliconias el 88% de ellos emplean asociaciones de cultivos, siendo las más representativas las asociaciones de heliconias con árboles y de heliconias con follajes.

De los 21 predios que usan asociaciones de heliconias con otras especies, 17 de ellos utilizan asociaciones de heliconias con árboles de diversa índole: frutales principalmente cítricos y aguacate (*Persea americana*), maderables principalmente matarratón (*Gliricidia sepium*), nogal (*Cordia alliodora*) y guamo (*Inga codonantha*), otras especies mencionados fueron el caimo (*Pseudolmedia rigida*), guacamayo (*Croton cupreatus*) y carbonero (*Albizzia carbonaria*). El higuerrillo (*Ricinus communis L.*) es el arbusto más utilizado en asociación, para generar sombrío temporal en las heliconias, ya que algunos cultivares solo requieren sombra en su etapa de levante (primeros meses), y esta especie arbustiva ofrece ventajas como su fácil propagación, crecimiento vigoroso y la sombra que proporciona es poco densa con adecuada circulación de aire. Las asociaciones de las heliconias con árboles son específicamente para generar sombrío (no en todas las variedades de heliconias requieren o se benefician con el sombrío), y en el caso de los frutales se utilizan para autoabastecimiento de la finca. Solo hay un predio con asociación de heliconias-cítricos donde ambos sistemas se explotan comercialmente (Figura 7). El 29% de los predios no utilizan sombrío en ninguno de los cultivares sembrados.



Figura 7. Asociación de heliconias con cítricos con fines comerciales

Predio Santa María de las Flores

Fuente: elaboración propia

El diseño predominante de estas asociaciones de heliconias con árboles o arbustos para generar sombrío, es una dispersión no uniforme de estas especies acompañantes dentro del lote, es decir, sin ninguna distancia previamente establecida, excepto para aquellas asociaciones que son para explotación comercial como la que se mencionó de cítricos-heliconias.

Por su parte la asociación de heliconias con follajes está representada por 10 de las 21 fincas que usan asociaciones vegetales y su fin principal es de comercialización (Figura 8).



Figura 8. Asociación de heliconias con follajes

Predio La Clemencia

Fuente: elaboración propia

Dado que el diseño espacial predominante encontrado para la asociación heliconias/follajes, es el de sembrar las especies de follajes en los bordes de los lotes de heliconias, otro uso que se les da es como barreras antiescorrentía en el caso de follajes como lillygrass (*Lilly grass*) (Figura 9).



Figura 9. Bordes en lillygrass (*Lilly grass*)

Izq. La Pitita. Der. Hacienda Mónaco

Fuente: elaboración propia

Cuando los cultivos de pancoger como maíz o frijol, se asocian con heliconias, usualmente se siembran en la fase inicial del cultivo de heliconias como cultivo de cobertura, para aprovechar el espacio, combatir malezas y proveer de nutrientes al cultivo de heliconias a través de los residuos vegetales que se dejan en el terreno

cuando se cumple el ciclo del cultivo de pancoger. Los agricultores reconocen que mantener un cultivo de cobertura más allá de esta fase inicial, no es posible debido a que las heliconias alcanzan cierta altura y no permiten la entrada de luz al suelo, y adicionalmente los residuos vegetales generados en las labores de mantenimiento del cultivo se esparcen en las calles, lo cual en conjunto no permite que otro cultivo asociado se desarrolle.

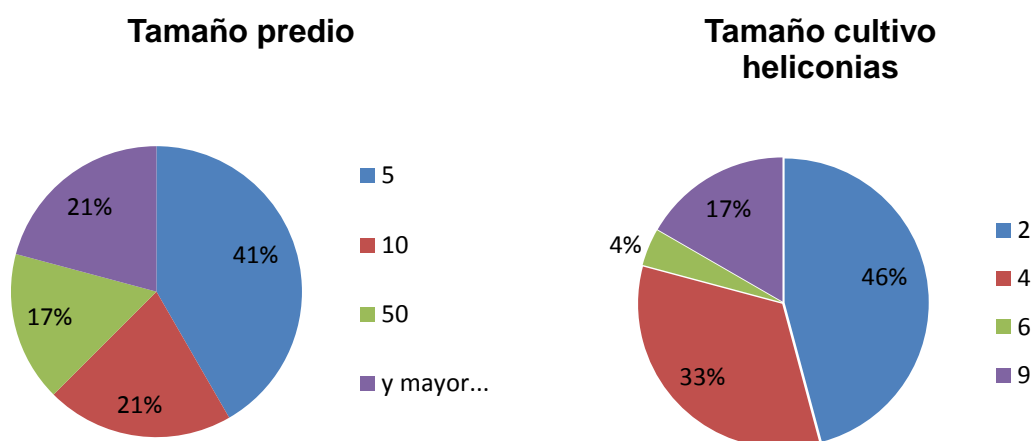
5.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL CULTIVO DE HELICONIAS

5.2.1. Aspectos socioeconómicos

Como se ha mencionado el cultivo comercial de heliconias y en general Zingiberales en Colombia tiene aproximadamente 20 años (Duque et al., 2011) y se impulsó en la década de los 2000 como una opción de diversificación de la economía cafetera en época de crisis. Los departamentos de Risaralda, Quindío, Caldas y Valle del Cauca, han sido líderes en el proceso de consolidación de sector; favorecidos por las idóneas condiciones climatológicas y de suelos para el cultivo, poseen las mayores áreas sembradas en heliconias y los mayores volúmenes de producción del país (Duque, 2010). Hoy en día las flores tropicales se perfilan como una cadena productiva en desarrollo, con alta capacidad de gestión empresarial (Díaz et al., 2002), generadora de empleo e ingresos a nivel regional y nacional (Ramírez, 2010).

A continuación se presentan algunos aspectos socioeconómicos relevantes de los 24 predios estudiados, incluyendo aspectos que van desde el tamaño de los predios (Figura 10), los canales de comercialización utilizados, hasta la compleja situación económica por la que atraviesa el sector de flores y follajes tropicales en la actualidad.

Tamaño del predio y del cultivo de heliconias en los sistemas estudiados



El 63% de los predios tiene un área menor o igual a 10 hectáreas, el 17% están entre 10 y 50 hectáreas y el 21% tienen más de 50 hectáreas.

El 79% de los cultivos de heliconias es menor a 4 hectáreas. El resto de cultivos (21%), están entre 4 y 9 hectáreas.

Figura 10. Tamaño del predio y tamaño del cultivo de heliconias

Fuente: elaboración propia

Experiencia con el cultivo de heliconias

En los predios estudiados el 54% de los agricultores han estado involucrados con el cultivo de heliconias entre 7 y 12 años. Menor a 7 años el 33% y por encima de 12 años está el 13% de los floricultores. Ninguno de los cultivos tiene un tiempo de establecimiento menor a 3 años. Este importante período de tiempo gestionando el cultivo de heliconias representa conocimiento y experiencia que se ven reflejadas en las afinadas prácticas agronómicas, en la selección de cultivares a sembrar teniendo en cuenta su comportamiento en el mercado y las condiciones ambientales de cada predio, así como en la exploración de las diferentes posibilidades de las flores en su comercialización.

Las edades actuales de los cultivos están en un rango similar al tiempo de experiencia del floricultor, de 1 a 9 años, lo que indica que los lotes más antiguos, ya fueron renovados o erradicados, ya que ninguno alcanza los 12 años. Es importante mencionar que dentro de un cultivo de heliconias las diferentes

variedades sembradas pueden tener edades muy diferentes, dentro del rango mencionado, así mismo es necesario decir que la totalidad de los cultivos estudiados estaban ya establecidos y en su fase productiva (produciendo flor apta para comercialización), y que por ende no se trabajó con ningún cultivo que estuviera en etapas iniciales (solo había unos pocos cultivares en algunas fincas).

Participación en organizaciones

El 58% de los propietarios de los cultivos estudiados pertenecen a una organización por ser floricultores. 41% pertenecen a Asocolflores (Asociación Colombiana de Exportadores de Flores) una organización gremial, sin ánimo de lucro, que representa y promueve el sector de las flores en los mercados internacionales, y busca el desarrollo de la floricultura, principalmente en aspectos de acceso a mercados, investigación, transporte, sello de certificación socio- ambiental (Florverde) y los programas de responsabilidad social (Asocolflores, 2013).

16% de los entrevistados pertenecen a Colores de Mi Tierra, integrados desde el año 2008 en un modelo asociativo denominado Sociedad Agraria de Transformación (SAT), la cual busca facilitar la comercialización de las flores y follajes de los agricultores asociados, sin embargo en el año 2013 (posterior a la realización de las entrevistas) Colores de Mi Tierra se disolvió.

Pertenecer a estas dos organizaciones les ha dado a los agricultores principalmente acceso a información y conocimientos relacionados con el cultivo, así como acceso a redes y ferias internacionales, más que beneficios directos en disminución de costos o en aumento de ventas. Asocolflores ha desempeñado un papel importante en el acompañamiento y asesoría de los agricultores a nivel técnico y en la programación de capacitaciones de manejo del cultivo.

Generación de empleo

Según la información recolectada en las 24 entrevistas, hay 50 empleados directos trabajando en los cultivos de heliconias, con contrato ya sea a término fijo o indefinido; teniendo en cuenta que estos 24 cultivos representan en total 67 hectáreas, esto equivale a tener un trabajador por cada 1,3 hectáreas. Así mismo en los 24 cultivos hay 42 trabajadores que se emplean por tiempo variable, solo cuándo son requeridos.

Es relevante señalar que las mujeres juegan un papel importante en el grupo de trabajadores pagados por horas, ya que son contratadas para hacer labores de poscosecha (usualmente semanal), en las que básicamente se prepara la flor (lavar, maquillar, empacar, etc.) para llevarla al mercado.

Canales de comercialización utilizados

Colombia es un país con una amplia experiencia exportadora en el tema de flores tradicionales, las flores tropicales representan entre tres y cinco por ciento de las exportaciones totales de flores de Colombia (La República, 2010). En los departamentos de la zona cafetera existen empresas exportadoras que en la actualidad venden heliconias a mercados como Estados Unidos, Alemania, Francia, Inglaterra, entre otros.

En la Figura 11 se observa que hay diversificación de los canales de comercialización (el floricultor utiliza varios canales). El 46% de los floricultores utilizan los servicios de las comercializadoras internacionales, en general existe interés por parte de los floricultores de llegar a mercados externos, debido a que el precio por flor es mejor, sin embargo el canal de comercialización mayormente utilizado es la floristería con un 67%.

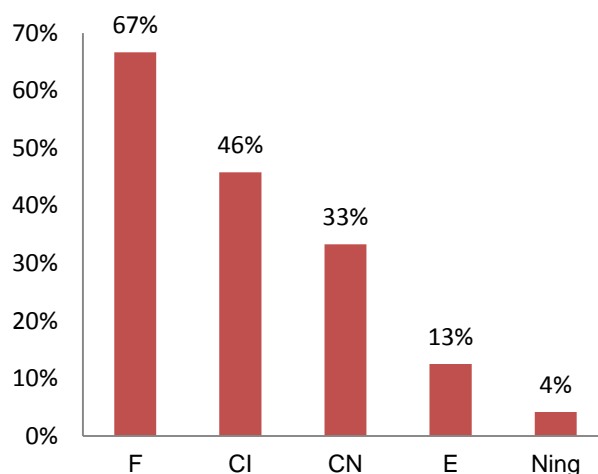


Figura 11. Canales de comercialización utilizados

Fuente: elaboración propia

F: 16 floricultores usan las floristerías locales para comercializar las flores producidas, usualmente son los mismos floricultores, en sus propios vehículos venden y distribuyen las flores.

CI: 11 floricultores utilizan los servicios de las Comercializadoras Internacionales.

CN: 8 floricultores utilizan los servicios de las Comercializadoras Nacionales.

E: 4 floricultores tienen contratos con diferentes empresas locales, tales como centros comerciales y hoteles, para abastecer de arreglos florales los sitios periódicamente (por ejemplo cada semana) o para eventos especiales, de esta manera agregan valor al producto a través de la elaboración de arreglos florales y pueden generar mayores ingresos, y así mismo tienen la posibilidad de beneficiarse de la diversidad de cultivares existente en sus predios, debido a que los arreglos florales generalmente utilizan variedad de especies y cultivares.

Situación económica de los cultivadores de heliconias

A pesar del potencial con el que diversos estudios muestran al cultivo de heliconias como alternativa económica y el apoyo estatal dado, la realidad actual es que muchos productores de heliconias están atravesando por una situación económica complicada, debido a las dificultades que han surgido en la comercialización de las flores. Como ya se mencionó, cuando se realizó el contacto inicial con los floricultores muchos de ellos ya habían erradicado los cultivos de flores tropicales, la mayoría de ellos aduciendo esta decisión a la situación económica insostenible por la no venta o la venta a un precio por debajo del costo, de las flores que producían.

Esta situación amerita un estudio investigativo más profundo y detallado, el cual no fue objetivo de este trabajo, sin embargo se lograron identificar algunos aspectos relevantes que están implicados en esta difícil situación económica, mostrados a continuación:

- Alto costo de fletes terrestres y aéreos que disminuye la competitividad de las flores tropicales en los mercados internacionales. Hasta ahora no se ha desarrollado la tecnología necesaria para enviar las flores tropicales por vía marítima (menores costos), de manera que se puedan conservar durante el viaje (al contrario de las flores tradicionales las heliconias no se pueden refrigerar).
- Insuficiencia de volúmenes ofertados para satisfacer la demanda de clientes internacionales (usualmente los clientes internacionales piden altos volúmenes con determinada periodicidad). Tema que tiende a empeorar si los floricultores continúan reemplazando las flores por otros cultivos que les resulten más prometedores económicamente.
- Competencia alta a nivel local que lleva a vender la flor en las floristerías a muy bajo precio, el cual no alcanza a cubrir los costos de producción, adicionalmente la recuperación de cartera en este canal es difícil.
- Desconocimiento de las flores tropicales y su manejo en arreglos florales en los mercados nacionales e internacionales; clientes potenciales desconocen la infinidad de posibilidades que éstas ofrecen al momento de realizar un arreglo, aunque sean flores muy grandes y pesadas. Se hacen necesarias fuertes campañas de mercadeo y capacitación a los clientes.
- Problemas fitopatológicos desatados a raíz de la temporada invernal que azotó al país durante los años 2010 y 2011, especialmente la enfermedad causada por el moko (*Ralstonia solanacearum*). Según la cartilla que el ICA publicó en el año 2012 con las medidas para el cultivo de heliconias para la temporada invernal *“tras el fenómeno de la niña se evidenciaron cambios dramáticos en las poblaciones e incidencias de plagas y enfermedades en los cultivos de ornamentales en el país, como consecuencias de lo anterior, las interceptaciones de plagas en flores colombianas en el mercado de los Estados Unidos se incrementaron a partir del 2010 en cerca del 70% en relación con el*

año anterior y se mantuvo para el primer semestre del 2011". Esto conllevó grandes pérdidas económicas e incluso erradicación de cultivos de heliconias enteros.

- Carencia de cultura para trabajar de manera colaborativa entre los floricultores y poder alcanzar disminución de costos o lograr aumentar volúmenes ofertados, por esta vía.

En ninguna de las razones citadas se mencionan aspectos técnicos, por lo cual se puede decir que a pesar de que es un cultivo relativamente nuevo, los floricultores con su ingenio y creatividad han logrado resolver de manera empírica los aspectos agronómicos fundamentales, para producir una flor de alta calidad, de tipo exportación. Queda claro que la dificultad y preocupación de los agricultores con este cultivo se encuentra en la comercialización. Es importante resaltar que muchos de los floricultores actualmente perseveran porque ven en el negocio proyección en el mediano plazo y porque han logrado mantenerse a flote con los nichos de mercado a los que han logrado introducirse, sin embargo ante la pregunta sobre la pretensión de ampliar el área de siembra de heliconias en el corto plazo, solo el 13% de los floricultores respondieron que sí.

Para conocer las perspectivas de cada uno de los cultivadores con respecto al negocio con heliconias, consultar el Anexo 3.

Necesidades de investigación

Como aspecto socio-económico también se consideran las necesidades de investigación del sector, debido a que quedan implicados allí otros actores sociales como la academia y el Estado, y por otro lado se pretende que con investigación se pudiese contribuir a mejorar la situación económica por la que atraviesan los floricultores de tropicales.

Frente a la pregunta *¿en qué aspectos cree que se necesita investigar más sobre el cultivo de heliconias?*, se muestra en la Figura 13 el número de floricultores que seleccionaron las distintas opciones:

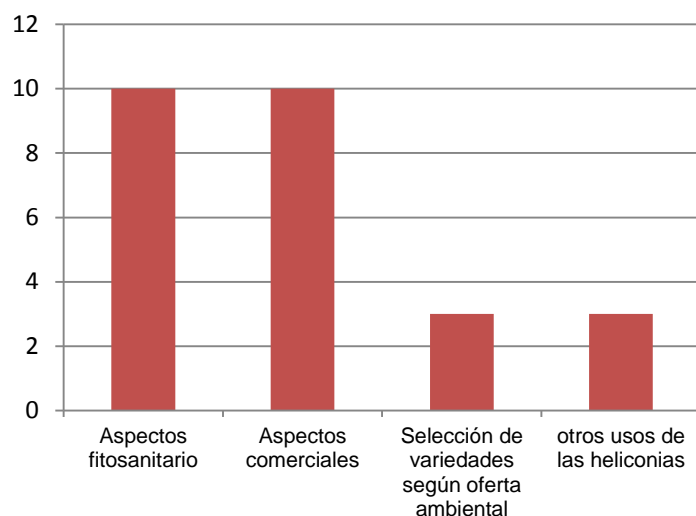


Figura 12. Necesidades de investigación

Fuente: elaboración propia

Los aspectos fitosanitarios tienen alta relevancia debido a que en la medida que aumentan las superficies sembradas de heliconias con fines comerciales, se ha aumentado la presencia de enfermedades producidas por diversos microorganismos, los cuales producen pérdidas económicas, incremento en los costos de producción y cierre de mercados internacionales (Villegas, Alarcón y Galindo, Sf). Esta necesidad es exacerbada probablemente porque el incremento en los regímenes de precipitación por la llamada ola invernal de los años 2010 y 2011 que desencadenó también el aumento de plagas y enfermedades en heliconias.

En los aspectos comerciales (con igual peso que los temas fitosanitarios), se incluyen necesidades de investigación temas de marketing, logística, de empaque, exploración de otros mercados, etc., con el fin de mejorar la comercialización de las flores, que como ya se mencionó anteriormente es vital para lograr la supervivencia del cultivo de heliconias como alternativa productiva.

En tercer lugar, acercarse de manera científica a precisar la relación existente entre cada variedad y las condiciones ambientales que ellas requieren para ser productivas y finalmente económicamente rentables, se hace necesario con el fin de que los cultivadores puedan hacer la selección de manera adecuada de cultivares a sembrar, según la oferta ambiental de sus predios. Según Maza (2006) en la medida que una especie de Heliconia se aleje más de sus condiciones naturales, más dificultades presenta en su establecimiento, manejo y producción, y agrega que un desacierto en la adaptación de especies trae como consecuencia mala calidad y problemas fitosanitarios.

Finalmente 3 entrevistados hicieron referencia a la investigación sobre otros usos de las heliconias alternativos a flor de corte que puedan ser explotados comercialmente, Maza (2006) menciona algunos llamándolos “usos potenciales”, tales como la utilización de las heliconias como alimentos, condimentos, preservantes de alimentos y colorantes, los cuales no han sido corroborados científicamente. El autor también afirma que vale la pena evaluar la capacidad de estas plantas para conservar suelos, debido a su sistema de propagación por rizomas superficiales de rápido crecimiento y abundantes raíces muy ramificadas y profundas, así como por la capacidad de desarrollarse en suelos muy inestables por su inclinación, muy húmedos o inundados.

5.3. DISEÑO Y MANEJO DEL CULTIVO DE HELICONIAS

A continuación se exponen los resultados y análisis relacionados con el diseño espacio-temporal y las prácticas de manejo del cultivo de heliconias (objetivo específico 1), las cuales son:

- Diseño del cultivo
- Fertilización
- Manejo de plagas y enfermedades
- Manejo de arvenses
- Diversidad genética y específica (práctica predominante)
- Manejo de residuos vegetales (práctica predominante)

En virtud de su presencia en la mayoría de los predios estudiados, las prácticas más predominantes son: diversidad específica y genética y manejo de residuos vegetales, por lo cual estas prácticas se presentan al final de este capítulo con un análisis más profundo (dando así cumplimiento al objetivo 3).

5.3.1. *Diseño del cultivo*

Por ser un cultivo permanente, deben planearse con precisión aspectos como: región geográfica del cultivo, terreno adecuado para la siembra, especies y variedades a sembrar, distancias de siembra, puesto que un error llevaría a costos adicionales en tiempo y dinero (Maza, 2006). Se describe a continuación la selección y disposición espacial de la diversidad de componentes del cultivo de heliconias en el terreno.

El 21% de los entrevistados mencionaron que el origen del cultivo de heliconias fue como un cultivo de colección, por lo que no eran necesarias determinadas condiciones de selección (como prueba de florero), excepto la belleza o rareza del cultivar, sin embargo a medida que fue tomando la forma comercial actual, las

variedades a propagar o comprar se fueron seleccionando con los criterios antes mencionados que se observan en la Figura 13.

Los diversos cultivares sembrados han sido seleccionados con criterios que se relacionan tanto con las tendencias del mercado objetivo, como con los aspectos agronómicos en la Figura 13 se muestra el número de floricultores que tuvieron en cuenta diferentes aspectos en la selección.

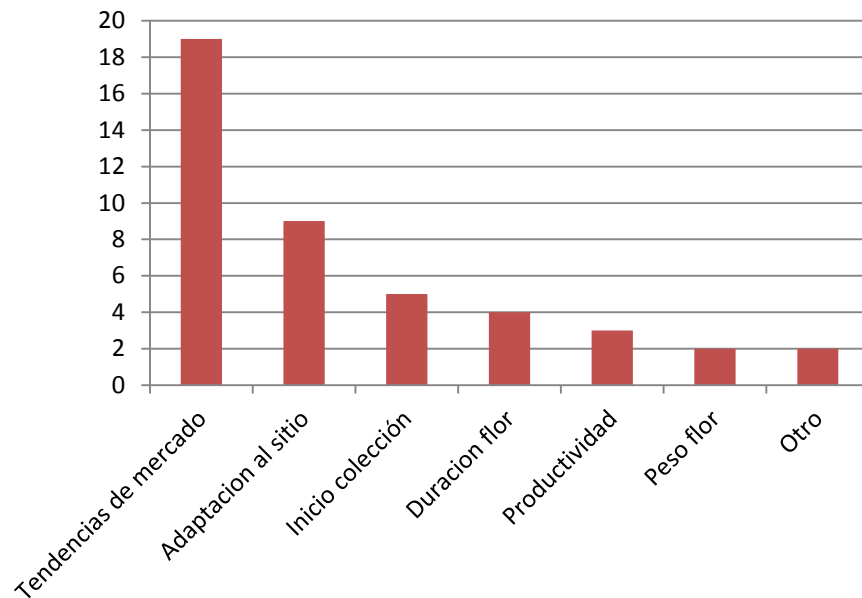


Figura 13. Criterios de selección de cultivares

Fuente elaboración propia

También es importante resaltar que cuando se inició el cultivo había poca información disponible sobre los cultivares, tanto a nivel agronómico como comercial, por lo cual se cometieron errores en la selección, que llevaron a los floricultores a pérdidas monetarias. Sin embargo actualmente estos errores se han logrado corregir en alguna medida (aún se están corrigiendo), reestructurando los cultivos con los cultivares más convenientes para cada predio. El proceso de ensayo-error por el que ha atravesado durante estos años el cultivo de heliconias en la región, constituye ahora un capital de conocimiento valioso que merece ser reconocido, apoyado e investigado.

Por otro lado, el diseño espacial que presenta el cultivo de heliconias es por lotes de cultivares, generalmente adyacentes, separados por franjas de follajes o simplemente por calles. Cada cultivar se considera como independiente de los demás en la elección del sitio que debe ocupar dentro del área, es decir, no se tiene en cuenta la proximidad de los cultivares de la misma especie. En cambio, otros aspectos son tenidos en cuenta para la ubicación de los cultivares en el área disponible para siembra, tales como la topografía (42% de los predios) relacionada

con el hábito de la inflorescencia (pendular o erecta) y la radiación solar (25% de los predios).

El 30% de los predios no tuvieron ningún criterio específico para decidir la ubicación de los cultivares en el terreno, lo hicieron aleatoriamente. Posteriormente la experiencia les ha permitido encontrar que aspectos como la topografía, la radiación solar, la distancia al centro de acopio, entre otros, son factores importantes esta decisión.

Sucede igual en la definición de las distancias de siembra, inicialmente se hizo básicamente de manera experimental, teniendo en cuenta el criterio de los asesores del momento, generalmente con poco espacio entre plantas; con el tiempo estas distancias se han ido ajustando al tener en cuenta que los cultivares tienen diferentes características como: geometrías de crecimiento (según Maza (2006) agrupado, esparcido, semiesparcido), alturas, cobertura aérea, etc., que hacen distintos sus requerimientos espaciales. Por lo cual se encuentran actualmente dentro de los predios alta variación en las distancias de siembra (distancia entre plantas x distancia entre surcos en metros), por ejemplo en el predio Bellavista, que posee 17 cultivares se encuentran distancias de siembra de 5x5, 4.5x4.5, 4x4, 3.5x3.5, 2x2 y 1x1, obedeciendo a la necesidad de cada cultivar y buscando que las hileras del cultivo formen un seto.

Es importante aclarar que el cultivo de heliconias, como cualquier cultivo, en sus etapas iniciales tiene otras características de manejo, las cuales no se describen en este trabajo y merecen ser estudiadas. A grandes rasgos puede decirse que en las etapas iniciales del cultivo de heliconias tiene mayor importancia la eliminación de arvenses, para evitar la competencia, y que por ende se utiliza en mayor medida los herbicidas para esta función, así mismo es posible que los agricultores empleen herbicidas preemergentes en la preparación del terreno, y posteriormente, a medida que la planta crece y se vuelve adulta, se combinan el amplio follaje y los residuos vegetales sobre el suelo para impedir a las arvenses tener acceso a la luz, y usualmente el control de los parches de malezas puede hacerse con guadaña o inclusive manual, como se verá más adelante.

5.3.2. Fertilización

La fertilización a pesar de ser uno de los factores que más influyen en la producción de cultivos, así como en su calidad y resistencia a enfermedades (Ferreira & Oliveira 2003; Cerqueira, Fadigas, Pereira, Gloaguen & Costa, 2008), hasta la fecha pocos han sido los trabajos dedicados a investigar los requerimientos nutricionales variedades particulares de heliconias. Se hace necesario establecer experimentos que midan el desarrollo de las plantas al someterlas a diferentes balances, frecuencias y tipos de fertilizantes (Maza 2006; Ribeiro de Castro, 2007).

Una fertilización inadecuada puede provocar deficiencias nutricionales y afecta el desarrollo, la productividad y la calidad del producto comercial, poniendo su vida de poscosecha en peligro, por su parte una fertilización adecuada, en el período de producción puede asegurar el suministro de energía necesaria para mantener la actividad metabólica de la flor cortada (Ribeiro de Castro 2007). Con la adaptación y mejora de las técnicas de fertilización, el productor puede tener un mayor número de inflorescencias con mejor calidad, mejorar el posicionamiento de su producto en el mercado y aumentar la rentabilidad de la explotación (Ribeiro de Castro 2007).

Adicionalmente, la gestión precisa de fertilizantes beneficia el agroecosistema y los ecosistemas adyacentes mediante la reducción de los niveles de acidificación del suelo, eutrofización del agua, contaminación del agua subterránea y la salinización de las zonas (Fontes, 2001), la ingeniería ecológica es enfática en la necesidad de minimizar la pérdida de nutrientes en los sistemas, para evitar la contaminación en ecosistemas adyacentes.

Para tomar la decisión técnica y racional sobre la fuente de fertilizante, la época, cantidad, frecuencia y el sistema de aplicación en el cultivo se deben tener en cuenta diferentes factores como: disponibilidad de nutrientes, requerimiento nutricional del cultivo, rendimiento potencial del cultivo, eficiencia de la fertilización.

Existe una amplia variación en la recomendación de fertilizantes para heliconias (ver las propuestas de Ribeiro de Castro 2007, Broschat, 1992; Clemens y Morton, 1999; Lamas, 2002, Jerez 2007, Maza, 2006). Según Ferreira & Oliveira (2003) muchas recomendaciones no tienen en cuenta las diferentes etapas de desarrollo del cultivo y los requerimientos nutricionales de las especies y variedades de heliconias, ya que usualmente son recomendaciones unificadas para todo el cultivo, y afirman que con frecuencia los desequilibrios nutricionales en las plantaciones comerciales son debido a la falta de información técnica.

Maza (2006) ha descrito la fertilización de acuerdo a los 6 grupos de variedades, especificando las cantidades de fertilizantes para grupo debido a sus diferencias morfológicas y de distribución en el suelo. Según el autor, la fertilización que comúnmente se realiza es la aplicación en corona de 120 a 200 gramos por planta de un fertilizante completo (de proporción N:P:K equivalente a 3:1:2 ó 3:1:5 ó 1:1:1), dependiendo del tamaño de la especie, 3 ó 4 veces al año. Simultáneamente se aplica un fertilizante foliar que contenga los micro-elementos. También es fundamental la aplicación de magnesio en adecuadas cantidades, ya que su deficiencia afecta directamente la producción de brotes nuevos.

Se han llevado a cabo investigaciones relacionadas con el efecto de diferentes tipos de fertilización en heliconias, (principalmente en Brasil y aplicadas a la especie *H. psittacorum* cv Golden Torch / Trópical) (Ferreira & Pires 2005; Pinto, 2007; Gómez, Trejo & Vidal, 2012; Albuquerque, Rocha, Costa, Farias, & Bastos, 2010; Machado, Mendes, Lima & Brites, 2011), evidenciando diferencias significativas entre los

diferentes tratamientos de fertilización aplicados en los cultivares, con relación a diversas variables de respuesta.

A continuación se presentan los hallazgos de la fertilización del cultivo de heliconias en los predios estudiados (Tabla 9).

Tabla 9. Tipo de fertilización del cultivo de heliconias

| Química y orgánica | Orgánica | Química | Ninguna |
|--------------------|----------|---------|---------|
| 11 | 6 | 5 | 2 |
| 45,8% | 25,0% | 20,8% | 8,3% |

Fuente: elaboración propia

El 71% de los cultivos se abonan con materia orgánica, el 46% producen el abono a través de compostaje con residuos de la misma finca tales como: residuos de poscosecha de las heliconias, residuos orgánicos domésticos, estiércol de los animales de la finca, residuos de otros cultivos de la finca y también le agregan otros materiales para aumentar su calidad y eficiencia tales como micorrizas, cal, entre otros. Las otras 6 compran los abonos orgánicos, mayormente gallinaza o champiñonaza y en menor medida otros compuestos de origen orgánico disponibles en el mercado (por ejemplo: aboniza, orbiagro, agroplus).

Los fertilizantes más usados son los compuestos que aportan elementos mayores: nitrógeno, fósforo y potasio (N:P:K), predominando el *Triple 15*, también otras presentaciones como 10:30:10, triple 14, triple 30, 25-4-24 y Café Producción grado 17-9-27. En segundo lugar se menciona el Fosfato Diamónico (DAP), cuyo aporte es de nitrógeno y fósforo y en tercer lugar los aportes de fertilizantes simples que aportan nitrógeno al suelo.

Le siguen en menor presencia, mencionados por los agricultores bajo muy diversos nombres comerciales, otros fertilizantes compuestos y simples, principalmente de elementos menores como: magnesio, sulfato de magnesio, cloruro de magnesio, cloruro de potasio, nitrato de amonio y magnesio, nitrato de calcio, boro, azufre.

El 70% fertilizan entre 2 y 4 veces al año. Se encuentran frecuencias de fertilización desde ninguna, cada dos años, cada año, 2, 3, 4, 6 y 12 veces al año (ver Tabla 10), según la solvencia económica del cultivo y la disponibilidad de abono dentro de la finca.

Tabla 10. Frecuencia de fertilización del cultivo de heliconias

| Frecuencia fertilización | #fincas | frecuencia relativa |
|--------------------------|---------|---------------------|
| nunca | 2 | 8% |
| cada dos años | 1 | 4% |
| anual | 1 | 4% |
| 2/año | 5 | 21% |
| 3/año | 5 | 21% |
| 4/año | 7 | 29% |
| 6/año | 2 | 8% |
| 12/año | 1 | 4% |

Fuente: elaboración propia

Algunos comentarios que hicieron los agricultores con relación a la frecuencia de fertilización, se muestran en la Figura 14, y hacen referencia principalmente a la situación económica como elemento decisivo en la frecuencia y productos usados en la fertilización.

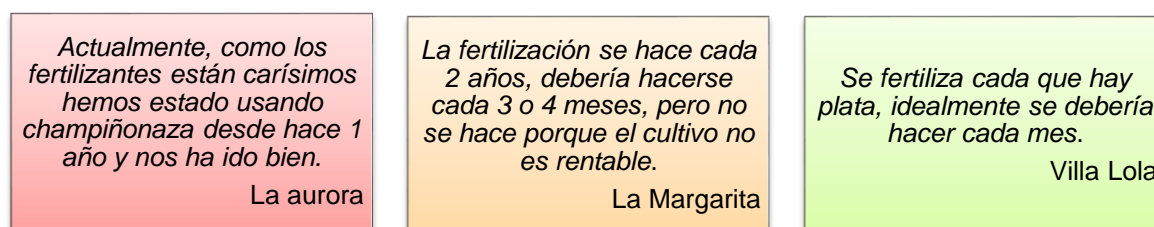


Figura 14. Comentarios de algunos agricultores respecto a fertilización

Fuente: elaboración propia

En el 75% de las fincas el criterio principal para definir el programa de fertilización está en manos de los agrónomos que prestan asesoría técnica en los cultivos, quienes a su vez se basan en el análisis de suelos, en los requerimientos nutricionales del cultivo de heliconias y en el comportamiento de la planta (síntomas visuales que reflejen carencia-exceso de algún nutriente). En los demás casos, son los agricultores quienes definen los productos y frecuencias en la fertilización. Sin embargo como ya se explicó, el aspecto subyacente a estos criterios basados en requerimientos del cultivo, es el económico. Como se observa en la Tabla 11, el 50% de los agricultores realizan un análisis de suelo cada 1 y 3 años.

Tabla 11. Frecuencia de realización de análisis de suelos

| Frecuencia análisis de suelos | # fincas | frecuencia relativa |
|-------------------------------|----------|---------------------|
| nunca | 6 | 25% |
| una sola vez | 4 | 17% |
| cada 6 años | 2 | 8% |
| cada tres años | 2 | 8% |
| cada dos años | 2 | 8% |
| anual | 8 | 33% |

Fuente: elaboración propia

Debido a la carencia de información específica de los requerimientos nutricionales de cada variedad, en la totalidad de los predios la fertilización es igual para todos los cultivares, las diferencias se dan en la cantidad del fertilizante o abono según el tamaño de la planta o cuando un cultivar presenta síntomas de deficiencia de algún nutriente y se aplica algún fertilizante en particular para corregirla. Se observa que a medida que se gana experiencia con el cultivo los agricultores empiezan a identificar requerimientos específicos de algunos cultivares, por ejemplo, el entrevistado del predio La Suiza hizo el siguiente comentario durante la entrevista: “*H. caribaea* cv. Escarlata y *H. stricta* cv. Iris Red requieren principalmente urea. Las *H. orthotricha* cv. Tricolor, Arcoiris y Filo de la Noche requieren mucho KCl”.

Este tema requiere de investigaciones rigurosas y sería de gran trascendencia para el desarrollo del cultivo comercial de heliconias.

5.3.3. Manejo de plagas y enfermedades

Desde hace algunos años se han empezado a realizar investigaciones de las enfermedades y plagas que afectan los cultivos de heliconias y de Zingiberales en general. Alarcón (2007) realizó un estudio para reconocer enfermedades del orden Zingiberales en algunas especies de las familias Musaceae, Strelitziaceae, Zingiberaceae y Heliconiaceae en los Departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío, sobre explotaciones comerciales. En los resultados los géneros de hongos con mayor incidencia en el muestreo fueron: *Fusarium spp.*, *Pestalotia spp.*, *Helminthosporium spp.* y *Colletotrichum spp.* Se reconocieron bacterias de las especies *Erwinia paradisiaca* y *Ralstonia solanacearum*. Los nematodos reconocidos e identificados encontrados en muestras de suelo y raíces fueron: *Meloidogyne sp.*, *Helicotylenchus sp.*, *Rotylenchus sp.* y *Tylenchus sp.*

Lo cual coincide con lo dicho por los agricultores sobre las enfermedades y plagas que consideran que más atacan sus cultivos (Tabla 12), en las que se mencionan principalmente insectos, los cuales Alarcón (2007) cataloga como *amenaza y potencial destructivo considerable para los cultivares comerciales*, llamando a la comunidad científica a realizar más investigaciones al respecto, tal como lo hacen

los agricultores cuando manifiestan que una de las necesidades más apremiantes de investigación en los cultivos de heliconias es en el tema de fitosanidad.

Tabla 12. Enfermedades y plagas que más atacan los cultivos estudiados

| Enfermedad o plaga | Tipo de plaga o enfermedad | Frecuencia | Frecuencia Relativa |
|---|----------------------------|------------|---------------------|
| Picudo (<i>Cholus sicaudata</i>) | Insecto | 13 | 54% |
| Otra* (gusano tornillo, moscas, babosa, tijereta, caracol, palomilla de maiz, nemátodos en general) | Insecto | 10 | 42% |
| Bacteriosis por <i>Erwinia</i> sp. | Bacteria | 7 | 29% |
| Mal de Panamá (<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht f. sp. <i>Cubense</i>) | Hongo | 5 | 21% |
| <i>Helminthosporium</i> sp. | Hongo | 5 | 21% |
| Thrips (<i>Palmi karny</i>) | Insecto | 5 | 21% |
| Moko (<i>Ralstonia solanacearum</i> E.F. (Smith)) | Bacteria | 4 | 17% |
| Cochinilla (<i>Planococcus citri</i>) | Insecto | 3 | 13% |
| Minador (<i>Radopholus similis</i>) | Insecto | 2 | 8% |

*No listada en el esquema de entrevista.

Fuente: elaboración propia

Se hizo una clasificación de los predios en 3 categorías según las características del sistema de manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de heliconias:

- Sintético: se clasifican en esta los cultivos en los que usan únicamente productos químicos para el manejo de plagas y enfermedades, usualmente hay aplicación periódica de agroquímicos como manejo preventivo, aunque no haya presencia de plagas o enfermedades.
- Manejo integrado: se clasifican allí los cultivos en los que usan los plaguicidas como último recurso y se valen en primera instancia de otras opciones con menor impacto ambiental, tales como controladores biológicos y mecánicos, además de hacer énfasis en las prácticas preventivas, relacionadas principalmente con labores culturales.
- Ninguna: se encuentran en esta categoría los cultivos que nunca han presentado plagas o enfermedades, por lo cual no han tenido que usar ningún sistema de control o manejo, más que el preventivo a través de labores culturales, las cuales se explicarán más adelante.

Los resultados de esta clasificación se muestran a continuación en la Tabla 13.

Tabla 13. Manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de heliconias

| Sintética | Manejo Integrado | Ninguna |
|-----------|------------------|---------|
| 2 | 18 | 4 |
| 8% | 75% | 17% |

Fuente: elaboración propia

El 75% de las fincas visitadas manejan las plagas y enfermedades con un sistema integrado, que enfatiza en la prevención evaluando con criterios económicos y ambientales la necesidad de aplicar productos sintéticos. El 75% de los predios manifiestan que en caso de plagas y enfermedades, toman acción según lo que recomiende el agrónomo, lo cual destaca la importancia de la formación de los agrónomos en prácticas de menor impacto ambiental.

17% de los floricultores manifiestan nunca haber tenido problemas con plagas y enfermedades, por lo cual no han tenido que recurrir a la aplicación de productos químicos, ni biológicos para un manejo en particular. El 17% de los agricultores manifestaron que ninguna enfermedad o plaga había atacado sus cultivos desde su establecimiento.

Cabe mencionar que el 83% de los predios entrevistados, manifiestan usar únicamente los químicos en casos en los que se requiere, es decir, el uso de químicos para manejo de plagas y enfermedades no es periódico, se refieren a él como una última medida o medida extrema, después de haber utilizado otras de menor impacto ambiental y que no fuesen efectivas. El 8% de los entrevistados manifiestan que por convicción no aplican químicos a sus cultivos, ni siquiera como medida extrema.

Las principales prácticas que los floricultores entrevistados consideran útiles al momento de prevenir enfermedades y plagas se muestran en la Tabla 14, con su respectiva frecuencia de alusión en las entrevistas realizadas:

Tabla 14. Principales prácticas preventivas de plagas y enfermedades

| Práctica | Frec. |
|---|-------|
| Asegurarse de adquirir rizomas sanos o de propagar en el predio rizomas sanos, así como de sembrarlos en terrenos sin antecedentes que puedan afectar el cultivo. | 100% |
| Realizar las labores culturales de manera juiciosa: podas frecuentes de vástagos y hojas, cosecha frecuente para evitar flor sobremadura, plateo, etc. | 92% |
| Desinfección de herramientas de trabajo durante las labores culturales, con yodo o con hipoclorito | 92% |
| Trampas mecánicas, especialmente para el picudo | 67% |
| Hongos entomopatógenos | 63% |

Fuente: elaboración propia

En menor proporción, utilizan otros productos con base en extractos vegetales o ceniza.

Por otra parte, los agricultores entrevistados mencionaron 18 tipos de plaguicidas, clasificados de la siguiente manera: 8 fungicidas, 5 insecticidas, 3 herbicidas y 2 Insecticida y nematicida. Se mencionó el hipoclorito de sodio, el cual es un desinfectante.

Se observan en la Tabla 15 los plaguicidas de mayor presencia en los predios.

Tabla 15. Plaguicidas de mayor presencia en los predios

| Ingrediente Activo | Nombre Comercial | Frec. | Tipo | Categoría toxicológica | Situación de registro |
|------------------------------|--|--------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Glifosato | Round up, Glifolaq, Glyphogan, Glifocafé | 15 | Herbicida | TC Colombia: III, IV | USA: si Colombia: si |
| Clorpyrifos | Lorsban, Pyrinex | 12 | Insecticida, nematicida | TC Colombia: III | USA:*RUP Colombia: si |
| Dimetoato | Sistemin | 5 | Insecticida | TC Colombia: II | USA:si Colombia: si |
| Mancozeb | Dithane | 5 | Fungicida | TC Colombia: III | USA:si Colombia: si |
| Carbofuran | Furadán | 4 | Insecticida, nematicida | TC Colombia: I | USA:RUP Colombia: si |
| Cobre, Oxicloruro de | Oxicloruro de cobre | 3 | Fungicida | TC Colombia: III | USA: RUP Colombia: si |
| Glufosinato de amonio | Finale, Burner | 3 | Herbicida | TC Colombia: IV | USA: si Colombia: si |

*RUP: Restricted Use Product (Producto de Uso Restringido)

Fuente: elaboración propia

- El plaguicida más usado en el cultivo de heliconias, utilizado en el 63% de los predios para erradicar arvenses, es aquel cuyo ingrediente activo es el glifosato, tales como el Round up, Glifolaq, Glyphogan y Glifocafé.
- El Clorpyrifos, bajo los nombres de Lorsban y Pyrinex es el segundo plaguicida más usado, es utilizado en el 50% de los cultivos de heliconias estudiados. Le siguen aquellos con ingredientes activos: Dimetoato y Mancozeb cada uno en el 20% de los cultivos y el Carbofurán utilizado en el 17% de los cultivos estudiados. Por último el oxicloruro de cobre (fungicida) y el Glufosinato de Amonio (herbicida) con utilización cada uno en 13% de los 24 predios estudiados.

Los otros 11 tipos de plaguicidas, que no se muestran en la tabla, cada uno de ellos mencionados en solo uno o dos predios, su categoría toxicológica varía y está entre altamente, medianamente y ligeramente tóxicos (II, III y IV).

De los 18 tipos de plaguicidas mencionados por los agricultores, 8 son productos de uso restringido en Estados Unidos por la USEPA, y se advierte de varios efectos humanos y en el medio ambiente, tales como inhibición de la colinesterasa, toxicidad aguda, oncogenicidad y riesgos a organismos no-meta. El resto de plaguicidas tienen registro y permiso de uso tanto por los entes colombianos y norteamericanos correspondientes.

El ICA recomienda a los cultivadores de heliconias usar plaguicidas de categorías toxicológicas III y IV y respetar las condiciones de uso indicadas en su etiqueta.

Las labores culturales como prácticas que contribuyen al manejo de plagas y enfermedades

Labores culturales como el deshoje, el deshije y la cosecha juegan un papel importante tanto en la productividad como en el manejo de plagas y enfermedades. El deshije consiste en eliminar los brotes o vástagos desnutridos, con floración precoz o aquellos vástagos¹ con flores muy abiertas (sobremaduras) o dañadas. Los agricultores lo llaman destronque. El deshoje consiste en cortar las hojas desde la base del pecíolo cuando se están secando por vejez o daño mecánico (Maza, 2006).

Según la cartilla que el ICA (2012) publicó para instruir a los cultivadores de heliconias en las medidas para disminuir los efectos de la ola invernal, se afirma que el control cultural es el *“método de control preventivo más efectivo que se puede hacer y exige una cultura de manejo de cultivo, que no solo involucra el control de plagas sino también el de enfermedades”*, y se enuncian en esta cartilla cada una de las prácticas preventivas que deben llevar a cabo los floricultores.

Rodrigo Ramírez el ingeniero agrónomo más prominente de la región en cuanto a cultivos de flores tropicales, asegura que las labores culturales son la clave del cultivo de heliconias asegurando que: *“el 80% del control de plagas y enfermedades y del aumento de la productividad están en las labores culturales”*

Realizar las labores culturales con una frecuencia establecida, teniendo en cuenta la tasa de crecimiento de las diferentes variedades y características geográficas como temperatura y pluviosidad, tiene importancia desde los dos ángulos mencionados por el ingeniero Ramírez, primero como prácticas preventivas dentro

¹ Vástago: brote que emerge desde un rizoma, formado por pseudotallo, las hojas y la inflorescencia (Maza, 2006).

del manejo de plagas y enfermedades ya que el exceso de humedad en las plantas de heliconias, puede ocasionar la proliferación de poblaciones de hongos e insectos, y el deshoje y deshije permiten mayor circulación de aire y por ende disminuyen la humedad; también permite la eliminación de focos de plagas y enfermedades existentes en las flores sobremaduras, debido a la descomposición del agua que se acumula en las brácteas. Segundo, como estimulación del crecimiento y la productividad, por ejemplo, el deshije permite la aparición de vástagos más vigorosos.

El 58% de los predios realizan las labores culturales de deshoje y destronque, una vez al mes. El 29% lo realizan cada dos meses y el 13% predios lo realizan cada 3 meses. Maza (2006) recomienda que sea mensual, pero depende también de la tasa de crecimiento de cada variedad.

El 83% de los cultivos se cosechan semanalmente, 13% diariamente y 4% lo hace quincenal. Esta cosecha debe hacerse así la flor no salga para la venta, por los motivos mencionados anteriormente.

5.3.4. Manejo de arvenses

El conocimiento de que las malezas o arvenses compiten con los cultivos es probablemente tan antiguo como la domesticación de los cultivos y el desarrollo de la agricultura estable, por tanto el manejo de malezas fue desarrollado para incrementar la productividad mediante la eliminación de la competencia. Las arvenses causan la mayoría de los daños a los cultivos durante ciertas etapas de su crecimiento y el control durante este período es especialmente importante.

Según Maza (2006), en el cultivo de heliconias esta labor es de mayor importancia en los primeros meses de la plantación, por ello sugiere emplear herbicidas pre-emergentes en la preparación del terreno y luego de la siembra hacerlo en forma manual, usando guadaña para evitar el riesgo de contacto de las raíces de las plantas con los productos químicos.

En la totalidad de los predios entrevistados los agricultores reconocen que tanto el amplio follaje de las plantas, como los residuos vegetales que se disponen en las calles del cultivo (como se verá en el siguiente ítem) desempeñan roles de inhibidores en el crecimiento de arvenses, debido a que impiden a las arvenses tener acceso a la luz solar (Figura 15). Por lo tanto el manejo de arvenses que se debe hacer es intensivo en los primeros meses del establecimiento del cultivo, pero va disminuyendo a medida que crecen las plantas.



Figura 15. Biomasa aérea formando un túnel

Arriba. Portugal. Abajo. Villa Carmen

Fuente: elaboración propia

Tabla 16. Manejo de arvenses en el cultivo de heliconias

| Herbicida- Guadaña- Manual | Herbicida- Guadaña | Guadaña- Manual | Manual | Guadaña | Herbicida- Manual | Herbicidas |
|----------------------------------|-----------------------|--------------------|--------|---------|----------------------|------------|
| 10 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 0 |
| 42% | 17% | 17% | 17% | 4% | 4% | 0% |

Fuente: elaboración propia

El manejo de arvenses dentro del cultivo de heliconias en la mayoría de predios (80%), se hace alternando los diversos sistemas de manejo: herbicidas, manual y guadaña (Tabla 16). El 63% predios incluyen los herbicidas dentro del manejo, mientras que la guadaña y el manejo manual están presentes en el 79% de los predios. Ningún predio utiliza los herbicidas como única estrategia de manejo de arvenses. Las frecuencias en el control de las arvenses, van desde cada dos meses hasta cada 6 meses, e inclusive algunos predios no tienen una frecuencia establecida, lo hacen cuando lo determinan necesario.

De los 15 predios que usan herbicidas, todos usan Glifosato (Round up, Glifolaq, Glyphogan) y 3 de ellas lo rotan con Glufosinato de Amonio (Finale, Burner), solo una de ellas rota adicionalmente con un herbicida cuyo ingrediente activo es el Picloram (Tordon). Varios agricultores mencionaron que utilizan los herbicidas solo en parches donde hay arvenses difíciles de erradicar por otros medios, o únicamente cuando las arvenses están muy densas o muy altas y erradicarlas con guadaña o manual es más costoso o más difícil. Por lo general, las aplicaciones de este herbicida son dirigidas a las calles con pantallas de protección, dado el efecto de contacto que tiene este herbicida.

En cuanto a la frecuencia en el uso de herbicidas, 6 predios los usan cada 3-4 meses, 6 predios cada 6 meses, 2 predios lo usan solo en casos necesarios sin una frecuencia establecida y solo en uno de los predios usan los herbicidas cada 2 meses.

La presencia de arvenses en los cultivos obedece principalmente a escasez de dinero o de tiempo para erradicarlas, argumento del 71% de los entrevistados, mientras que en el resto de predios la presencia de arvenses es intencional, debido a que encuentran en ellas beneficios para el cultivo, mencionando los siguientes:

- Protegen el suelo de la erosión.
- Pueden ser hospederas de organismos benéficos.
- Mantienen la humedad en el suelo en época de sequía.
- Aportan materia orgánica cuando se podan y se dejan en las calles.

Sin embargo como se hablará en la siguiente sección de manejo de residuos vegetales, la mayoría de predios procuran mantener el suelo cubierto con vegetación, ya sea con residuos vegetales del cultivo o con arvenses, estas últimas mantenidas en un estado que no afecte el desempeño de las plantas de heliconias ni que dificulte las labores en el cultivo; por ello, los criterios para definir el manejo de las arvenses (sistema de manejo y frecuencia), radican principalmente en la observación del estado de las arvenses y del cultivo y en las condiciones económicas y ambientales en un momento dado, por ejemplo, condiciones como: altura de las arvenses, el clima, el tipo de arvense (si es posible o no controlarlas sin químicos), la rapidez requerida en la labor, la disponibilidad de recursos

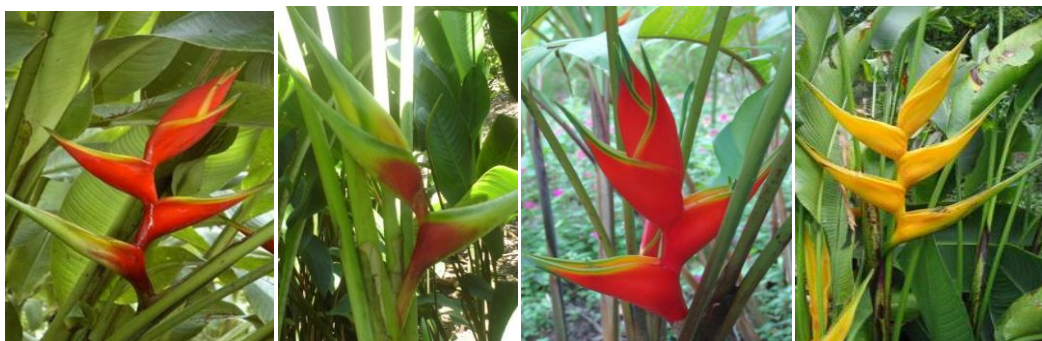
económicos y humanos. Los agricultores evalúan estas variables en conjunto para decidir el manejo de arvenses en un momento dado.

A continuación se hace un análisis de la diversidad específica y genética en los cultivos y del manejo de los residuos vegetales, como prácticas que se consideran como generalizadas dentro del cultivo (predominantes, con matices claro está) y cuya implicación en diversos niveles ecológicos es importante y pueden exaltarse como maneras de contribuir a la conservación y sostenibilidad de los agroecosistemas.

5.3.5. Diversidad genética y específica (práctica predominante)

La diversidad específica se refiere al número de diferentes especies en un sistema. Una manera relativamente sencilla de describir una comunidad es a través del estudio de la riqueza y abundancia de especies que la conforman. El término riqueza hace referencia al número de las especies que integran la comunidad, en tanto que el término abundancia se refiere al número de individuos por especie que se encuentran en la comunidad. Por su parte, la diversidad genética intraespecífica o dentro de una especie, refleja el nivel de variación genética que se da entre individuos dentro de una población o una especie, esta variabilidad es la *materia prima* de la evolución por selección natural (Fisher, 1930).

Afirma Maza (2006) que muchas variaciones morfológicas entre las poblaciones de especies de heliconias son reconocibles a simple vista tales como los colores de los órganos florales, pseudotallos y hojas y el tamaño de los órganos de la planta. Tales variaciones se pueden observar en la Figura 16, en la que se exponen cuatro de los más de 100 cultivares de la especie *H. bihai* listados por la Sociedad Internacional de Heliconias, todos ellos con diferencias morfológicas reconocibles a simple vista.



Cultivares (de izq a der): Arawak, Aurea, Lobster Balizier, Yellow Dancer

Figura 16. Diferencias morfológicas observables de 4 cultivares de *H. bihai*

Fuente: elaboración propia

Los marcadores moleculares tales como los microsátélites, AFLPs (*Amplified Fragment Length Polymorphism*), secuencias de ADN directa o polimorfismos de proteínas, han sido los métodos más comúnmente utilizados para evaluar la

diversidad genética en poblaciones naturales (Hughes, Inouye, Johnson, Underwood, & Vellend, 2008).

Un cultivar o cultivariedad es considerado como taxón básico en las plantas cultivadas (Sendín et al., 2000), es una variedad cultivada. Los cultivares comparten características de relevancia agrícola que permiten distinguir claramente a la población de las demás poblaciones de la especie. Teniendo esto en cuenta, para esta investigación se considera la *cantidad de cultivares* encontrados en cada cultivo de heliconias como una medida de su diversidad genética, y la diversificación de cultivares, y es identificada como característica clave del diseño del cultivo de heliconias; su análisis desde la perspectiva ecológica se desarrolla más adelante.

Es importante mirar los resultados descritos a continuación a la luz del hecho que las prácticas que conservan, usan de manera sostenible y/o incrementan la biodiversidad son necesarias en los sistemas agrícolas para asegurar la producción y la salud de los ecosistemas y es un principio fundamental para alcanzar la sostenibilidad. A continuación se muestran los resultados encontrados relacionados con la diversidad genética y específica en el cultivo de heliconias. En la Figura 17 se muestra inicialmente la riqueza encontrada de estos dos tipos de diversidad.

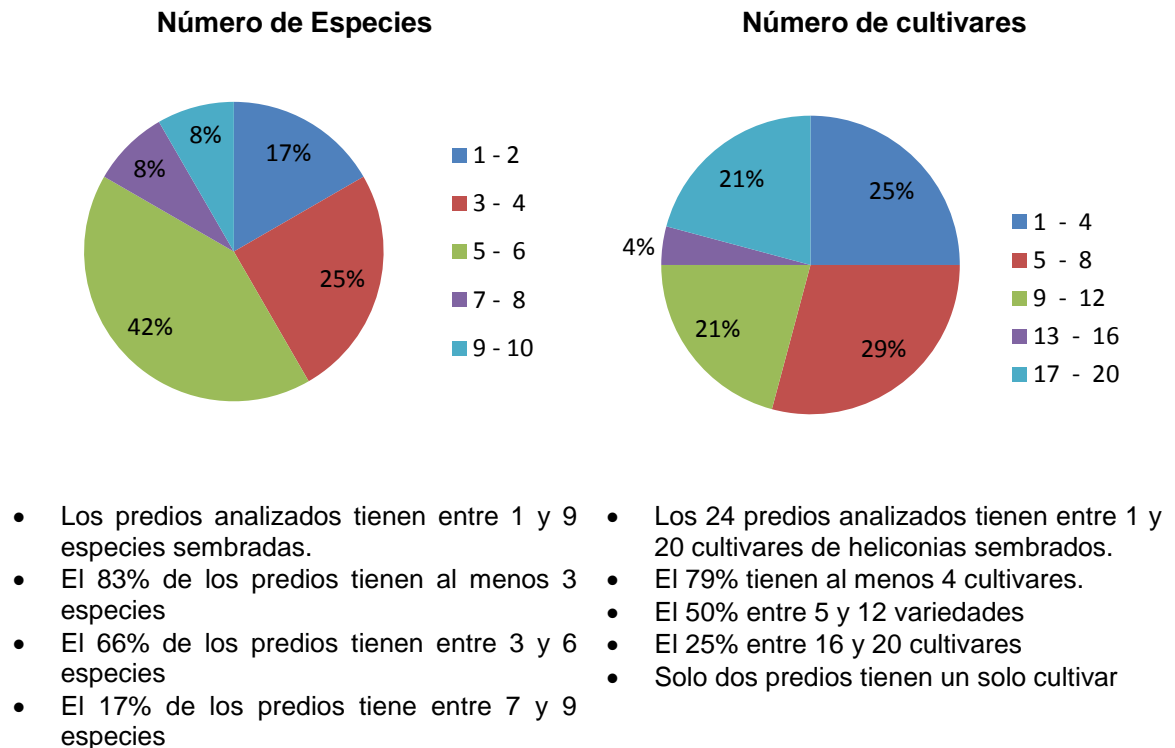


Figura 17. Riqueza de especies y cultivares

Fuente: elaboración propia

Se muestra en la Tabla 17 el detalle de número de cultivares por especie existente en cada cultivo estudiado, así como los totales de cultivares y especies sembradas.

Tabla 17. Diversidad de cultivares y especies de Heliconia en cada cultivo

| | Nombre del predio | <i>orthotricha</i> | <i>bihai</i> | <i>stricta</i> | <i>wagneriana</i> | <i>caribaea</i> | <i>rostrata</i> | <i>pssitacorum</i> | <i>caribaea x bihai</i> | TOT cv. | TOTAL sp. |
|----|----------------------|--------------------|--------------|----------------|-------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-------------------------|---------|-----------|
| 1 | Bellavista | 4 | 2 | 7 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 17 | 5 |
| 2 | Casablanca-Sanmiguel | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4 |
| 3 | Ecotel Los Lagos | 1 | 2 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 9 | 3 |
| 4 | El Arroyo* | - | - | - | - | - | - | - | - | 11 | 5 |
| 5 | El Jalisco | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 3 |
| 6 | Gaia | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 2 |
| 7 | Hacienda Alabama | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 8 | 5 |
| 8 | Hacienda Mónaco | 2 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 8 | 6 |
| 9 | Hacienda Pavas | 3 | 3 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 10 | 4 |
| 10 | La Aurora | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 9 | 5 |
| 11 | La Clemencia | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 16 | 8 |
| 12 | La Estrella | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| 13 | La Giralda | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 5 |
| 14 | La Margarita | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 8 | 6 |
| 15 | La Pitita | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 16 | La Suiza | 3 | 5 | 3 | 3 | 4 | 0 | 1 | 0 | 19 | 6 |
| 17 | Las Flores | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 17 | 9 |
| 18 | Mauritania | 4 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 8 | 5 |
| 19 | Monasterio | 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 9 | 5 |
| 20 | Portugal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 21 | Santa María | 6 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 18 | 9 |
| 22 | Villa Carmen | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 |
| 23 | Villa Lola | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 4 |
| 24 | Yerbabuena | 6 | 5 | 1 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 20 | 8 |
| | TOTAL | 52 | 38 | 28 | 21 | 32 | 12 | 11 | 5 | | |

*De la finca El Arroyo la dueña no tenía inventario de cultivares, debido a que se estaba recuperando de un severo ataque de la enfermedad conocida como Moko.

Fuente: elaboración propia

Las especies en las que se concentra la producción son 7 (Figura 18): *H. orthotricha*, *H. bihai*, *H. stricta*, *H. wagneriana*, *H. caribaea*, *H. rostrata* y *H. pssitacorum*. El

híbrido natural *H. caribaea* x *H. bihai* y las especies *H. chartacea* y *H. wellarigera* tienen presencia marginal en los predios.

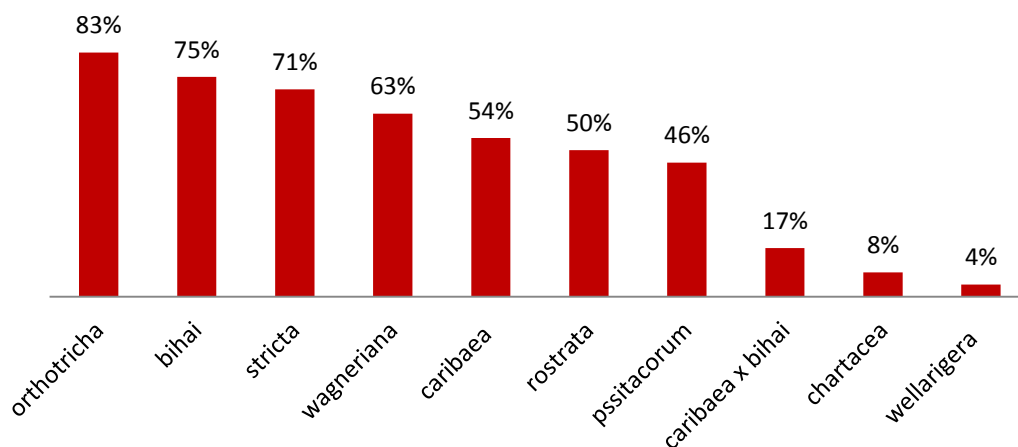


Figura 18. Especies y frecuencias en los cultivos

Fuente: elaboración propia

Con la información concedida por los agricultores en la entrevista, se pudieron identificar 48 cultivares sembrados en todos los predios visitados. Los cultivares con mayor presencia en los predios se presentan en la Tabla 18. En el Anexo 4, se muestran todas las variedades encontradas en los cultivos estudiados con su respectiva frecuencia y clasificadas por especie.

Tabla 18. Variedades con mayor presencia en los cultivos

| | VARIEDAD | FRECUENCIA | FRECUENCIA RELATIVA |
|----|---|------------|---------------------|
| 1 | <i>H. orthotricha</i> cv. Edge of Nite/Filo de la Noche/Negra | 11 | 46% |
| 2 | <i>H. rostrata</i> | 11 | 46% |
| 3 | <i>H. bihai</i> cv. Lobster Salmón | 10 | 42% |
| 4 | <i>H. wagneriana</i> cv. Crema | 10 | 42% |
| 5 | <i>H. orthotricha</i> cv. Bicolor/Limon | 9 | 38% |
| 6 | <i>H. orthotricha</i> cv. Pintoresca | 9 | 38% |
| 7 | <i>H. pssittacorum</i> cv. Opal Fire | 9 | 38% |
| 8 | <i>H. stricta</i> cv. Iris Red | 8 | 33% |
| 9 | <i>H. bihai</i> cv. Lobster Claw One/Punta Negra | 7 | 29% |
| 10 | <i>H. caribaea</i> cv. Scarlata | 6 | 25% |
| 11 | <i>H. stricta</i> cv. Las Cruces | 6 | 25% |
| 12 | <i>H. bihai</i> cv. Guapa <i>bihai</i> cv. Lobster Balisier | 5 | 21% |
| 13 | <i>H. caribaea</i> cv. Purpurea | 5 | 21% |
| 14 | <i>H. wagneriana</i> cv. Splendid | 5 | 21% |

Fuente: elaboración propia

El documento *The Heliconia Checklist and Register* elaborado por la Sociedad Internacional de Heliconias en el año 2005 (HSI. 2005), como un esfuerzo, para construir una lista comprensible de nombres de cultivares de heliconias, para promover un orden en la nomenclatura de estas plantas y como una guía para el nombramiento de nuevos cultivares, logra identificar 1,066 epítetos de cultivares (muchos de los epítetos representan el mismo cultivar, en el documento se describen como sinónimos), de 138 especies.

Comparando esta lista de chequeo con las especies con más presencia en los predios estudiados (Tabla 18), se encuentra que dichas especies coinciden con aquellas especies que tienen más cultivares reconocidos por la HSI. Esto puede indicar que las especies de la tabla poseen ciertas características interesantes que las hacen más atractivas para su domesticación y posible aprovechamiento a nivel comercial, estas características pueden ser:

- Colores, tamaños y formas,
- Capacidad de adaptación a nuevas condiciones ambientales,
- Alta productividad
- Duración prolongada en florero, entre otros.

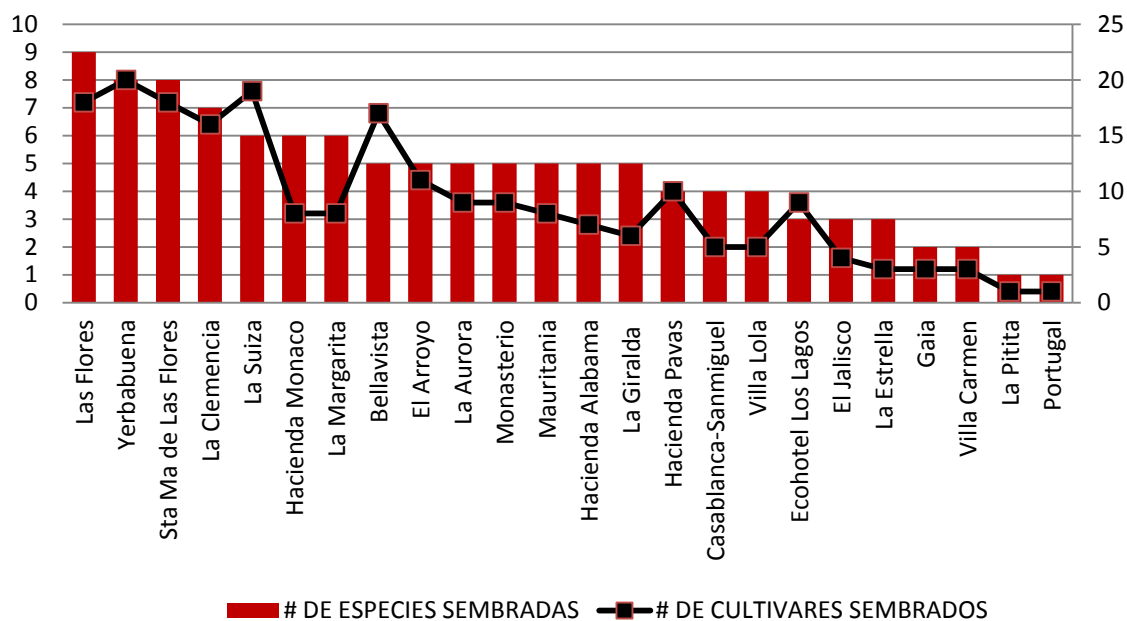
A continuación se muestra una tabla con las especies que según la lista de la HSI tienen más de 10 nombres (epítetos) de cultivares asignados (Tabla 19).

Tabla 19. Especies con más de 10 epítetos identificados por la Sociedad Internacional de Heliconias

| Espece | # de epítetos | Espece | # de epítetos |
|--|---------------|-----------------------|---------------|
| <i>H. psittacorum</i> | 147 | <i>H. rostrata</i> | 28 |
| <i>H. bihai</i> | 132 | <i>H. indica</i> | 26 |
| <i>H. stricta</i> | 93 | <i>H. acuminata</i> ' | 21 |
| <i>H. bihai x caribaea</i> | 88 | <i>H. chartacea</i> | 19 |
| <i>H. caribaea</i> | 55 | <i>H. latispatha</i> | 19 |
| <i>H. orthotricha</i> | 53 | <i>H. wagneriana</i> | 17 |
| <i>H. hirsuta</i> | 34 | <i>H. lingulata</i> | 16 |
| <i>H. psittacorum x H. spathocircinata</i> | 31 | <i>H. aemygdiana</i> | 12 |

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, se encontró que el coeficiente de correlación entre la cantidad de variedades y la cantidad de especies sembradas es de 0,85, es decir a mayor cantidad de variedades, mayor cantidad de especies de heliconias en el agroecosistema (ver Figura 19), lo que podría indicar que los agricultores no necesariamente se centran en algunas especies a la hora de diversificar, sino que adquisición de cultivares es independiente de la especie a la que pertenezca.



(Especies en el eje de la izquierda y variedades en el eje de la derecha)

Figura 19. Cantidad de especies y cultivares por predio

Fuente: elaboración propia

Abundancia

En la mayoría de los predios los sitios (individuos) por especie o por cultivar no están distribuidos uniformemente, es decir, cada cultivar puede tener un número diferente de individuos. Es probable que la abundancia se relacione con la aceptación de los cultivares a nivel comercial. En la Tabla 20 se expone un ejemplo con 6 predios y de cada especie se muestra la distribución de la cantidad de sitios sembrados para 3 variedades cualquiera, con el fin de mostrar que la abundancia por cultivar o por especie no es uniforme.

Tabla 20. Ejemplo de distribución abundancia por especie

| Predio* | <i>H. orthotricha</i> | | | <i>H. bihai</i> | | | <i>H. stricta</i> | | <i>H. wagneriana</i> | | | <i>H. caribaea</i> | | |
|---------|-----------------------|------|-----|-----------------|-----|-----|-------------------|-----|----------------------|-----|-----|--------------------|-----|------|
| | cv1** | cv2 | cv3 | cv1 | cv2 | cv3 | cv1 | cv2 | cv1 | cv2 | cv3 | cv1 | cv2 | cv3 |
| 1 | 235 | 0 | 0 | 2114 | 0 | 0 | 460 | 0 | 675 | 0 | 0 | 860 | 250 | 1099 |
| 2 | 100 | 1600 | 0 | 0 | 0 | 0 | 500 | 600 | 100 | 0 | 0 | 800 | 0 | 0 |
| 3 | 163 | 163 | 0 | 400 | 163 | 163 | 400 | 163 | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 108 | 27 | 11 | 209 | 0 | 0 | 67 | 0 | 151 | 33 | 50 | 25 | 0 | 0 |
| 5 | 63 | 53 | 12 | 54 | 40 | 0 | 10 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 318 | 220 | 0 | 190 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

*1: Hacienda Alabama; 2: Hacienda Mónaco; 3: La Aurora; 4: Santa María de las Flores; 5: Mauritania; 6: Villa Lola. **cv=Variedad.

Fuente: elaboración propia

Sin embargo en general hay mayor abundancia de algunas especies, que son consideradas las más comerciales, en la figura 20 se observan las especies organizadas según su abundancia en los predios estudiados. El total de sitios sembrados que se lograron cuantificar de las especies principales fueron 37.501, de los cuales, la especie *H. caribaea* representa un 25% de los sitios sembrados con 9581 sitios (predominancia generada por el predio Ecohotel Los Lagos, el cual tiene grandes áreas en esta especie), siguiendo la *H. bihai* y la *H. orthotricha* con 7221 y 6872 sitios respectivamente. Hay que tener en cuenta que en dos de los predios entrevistados no conocían el número de sitios sembrados de cada cultivar y por lo tanto no se pudieron incluir en este análisis de sitios por especie.

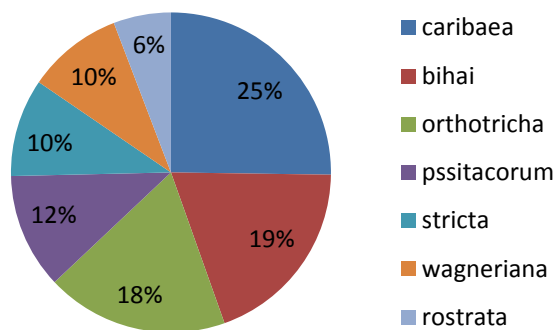


Figura 20. Porcentaje de sitios por especie

Fuente: elaboración propia

Análisis de la diversidad genética del cultivo de heliconias

Diferentes estudios llevados a cabo a nivel genético al género *Heliconia* revelan alta diversidad genética. En el año 2006, el *Grupo de Investigación en Biodiversidad y Biotecnología* de la Universidad Tecnológica de Pereira adelantó un estudio sobre la caracterización de la diversidad genética de este género, analizando 69 genotipos, organizados en ocho grupos de especies, a través de marcadores moleculares AFLP, encontrando una alta diversidad, especialmente para las especies *H. caribaea* y *H. bihai*, observando en campo que, inclusive representantes del mismo genotipo evidencian gran variabilidad principalmente en el color de las brácteas (Marulanda, Isaza, Duque & Londoño, 2011). Melendez-Ackerman et al., (2005) utilizaron la misma técnica para estudiar la distribución de la diversidad morfológica y genética dentro y entre poblaciones de la especie *H. bihai* en dos islas del Caribe, encontrando un alto nivel de variaciones en la secuencia del ADN entre los individuos de la población estudiada y mencionan los altos niveles de polimorfismo característico en muchas especies de heliconias.

Es indudable la amplia variación natural entre los individuos y las poblaciones de heliconias, dando lugar inclusive a dificultades taxonómicas entre los cultivadores en la identificación de especies y en especial de cultivares de los cuales se han listado más de mil, según la Sociedad Internacional de Heliconias (HSI, 2005), basándose principalmente en diferencias morfológicas y coloración de flores e inflorescencias (Berry & Kress, 1991), características que a su vez son el más evidente signo de polimorfismo genético en este género (Melendez-Ackerman et al., 2005).

Según Hughes et al., (2008) la diversidad genética tiene el potencial de afectar una amplia gama de procesos de población, comunidad y ecosistema, tanto directa como indirectamente (ver Figura 21).

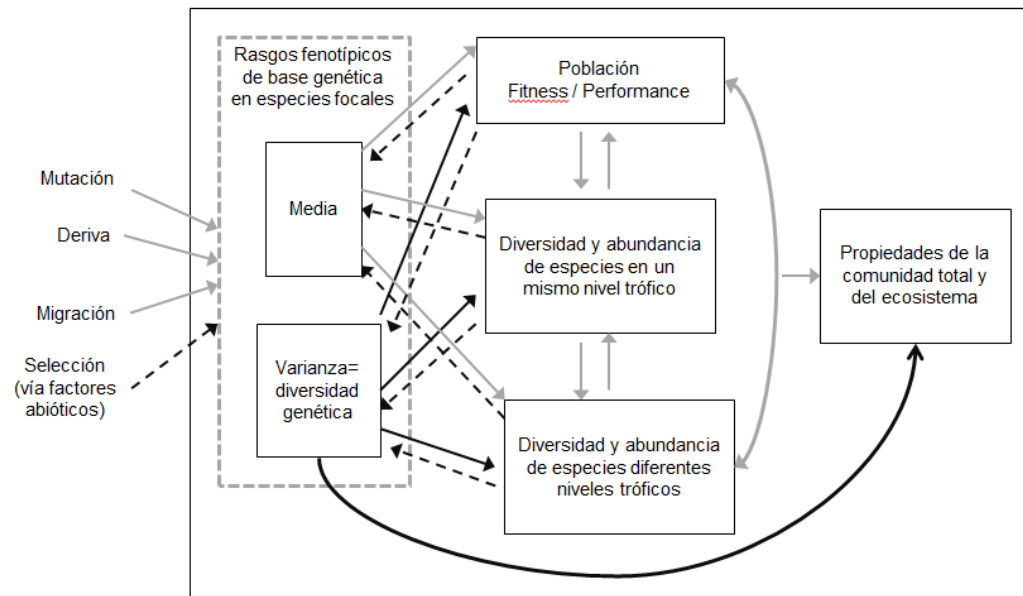


Figura 21. Procesos que subyacen a los posibles efectos directos e indirectos de la diversidad genética en las propiedades ecológicas de las poblaciones, las comunidades y los ecosistemas

Fuente: Traducido de Hughes et al., (2008)

Las líneas negras indican consecuencias directas ecológicas de la diversidad genética per se; líneas de puntos negras indican efectos de la selección natural, que dependen de la diversidad genética, las líneas grises representan los efectos causales que no están directamente relacionados con la diversidad genética per se.

Los enfoques tradicionales en la investigación de la diversidad genética están direccionados a su origen y su mantenimiento, su rol en la evolución de la reproducción sexual y cómo el nivel y el tipo de diferencia genética afecta la tasa de cambios evolutivos dentro de poblaciones (Futuyma, 1986). Sin embargo estudios clásicos en biología de la evolución, agronomía y biología de la conservación indican

que la diversidad genética también tiene importantes efectos en los procesos ecológicos, tales como: productividad primaria, recuperación de una población después de un disturbio, competencia interespecífica, estructura de la comunidad y flujos de energía y nutrientes, así la diversidad genética tiene importantes consecuencias en los niveles de población, comunidad y ecosistema (Whitham et al., 2003) y en algunos casos estos efectos son comparables en magnitud con los efectos de la diversidad específica (Castagneyrol, Lagache, Giffard, Kremer, & Jactel, 2012; Hughes et al., 2008).

Estos efectos dependen de la diversidad genética en relación con la magnitud de la variación en las características fenotípicas (McGill, Enquist, Weiher, & Westoby, 2006). Al respecto puede decirse que la variabilidad genética encontrada en las investigaciones de heliconias se refleja en la enorme variación fenotípica dentro y entre poblaciones de la misma especie, muchas variaciones morfológicas entre las poblaciones de especies de heliconias son reconocibles a simple vista tales como los colores de los órganos florales, seudotallos y hojas y el tamaño de los órganos de la planta (Maza 2006). Un ejemplo de tales variaciones intraespecífica se pueden observar en la Figura 22, en la que se exponen cuatro de los más de 50 cultivares de la especie *H. caribaea* listados por la Sociedad Internacional de Heliconias (HSI), todos ellos con diferencias morfológicas reconocibles a simple vista (más arriba se mostró un ejemplo similar con la especie *H. bihai*, ver Figura 16).



Especie: *H. caribaea* cultivares (de izq a der): Barbados, chartreuse, Jacquinii, Bonnie Kline

Figura 22. Diferencias morfológicas observables de 4 cultivares de *H. caribaea*

Fuente: elaboración propia

Así mismo, Hughes et al., (2008) argumenta que una de las condiciones para que la diversidad genética tenga efectos ecológicos trascendentales, es cuando una comunidad o ecosistema está dominado por uno o pocos principales hábitats proveedores de las especies, allí entonces la diversidad genética puede desempeñar un papel similar al de la diversidad de especies en otros sistemas (Gliessman, 2002) es el caso de los sistemas agrícolas dominados por las especies cultivadas.

En esta investigación el análisis de los efectos ecológicos de la mezcla de cultivares existente en el cultivo de heliconias en Risaralda (que representan variabilidad genética), se centrará en dos aspectos relacionados con algunos principios fundamentales para alcanzar la sostenibilidad, según la agroecología y la ingeniería ecológica: el incremento de la biodiversidad (en todos los niveles) y la posible disminución en el uso agro-químicos.

Promoción de la biodiversidad

Tal como se observa en la Figura 21, la diversidad genética tiene el potencial de afectar directamente la diversidad y la abundancia de especies en el mismo o diferente nivel trófico. Investigaciones recientes de la genética de las comunidades sugieren que la diversidad genética intraespecífica puede ser un factor importante en la configuración de la diversidad y la estructura de las comunidades (Whitham et al., 2003). Múltiples estudios observacionales sugieren efectos de la diversidad genética de las plantas, en la abundancia y/o diversidad de las comunidades de artrópodos (ver Wimp et al., 2004, 2005; Crutsinger, 2006; Johnson et al., 2006; Kanaga et al., 2009), o de comunidades de insectos herbívoros (ver Castagneyrol et al., 2012).

Los artrópodos en particular, están fuertemente afectados por las características de las comunidades de plantas (Murdoch et al 1972; Siemann, Tilman, Haarstad, & Ritchie, 1998). Muchos rasgos de plantas son importantes en la estructuración de las comunidades de artrópodos, desde compuestos químicos defensivos (Wimp et al., 2007) hasta la arquitectura de la planta (Tews et al., 2004).

Varios autores han afirmado que la diversidad de especies de insectos aumenta con la diversidad genética en las poblaciones de plantas huésped (Castagneyrol et al., 2012; Crawford, Crutsinger, & Sanders, 2007); Johnson et al., (2006) encontraron que los parches de plantas genéticamente diversos de *Oenothera biennis* tuvieron 18% más de especies de artrópodos, y una mayor abundancia de artrópodos omnívoros y depredadores (no de herbívoros) en comparación con los monocultivos estudiados. Comparando estos resultados con otras investigaciones, los autores revelan que la diversidad genética y la diversidad de especies pueden tener similares efectos cualitativos y cuantitativos en las comunidades de artrópodos.

Por su parte Crutsinger (2006) demostró que el aumento de la diversidad genotípica de la población de una especie de plantas dominantes, en este caso *Solidago altissima*, determina la diversidad de artrópodos y la estructura de la comunidad e incrementa la Productividad Primaria Neta Aérea (PPNA). Tal como en el estudio citado anteriormente los efectos de la diversidad genotípica en la diversidad de artrópodos y la PPNA fueron comparables con los efectos de la diversidad de especies de plantas medidos en otros estudios.

El autor indica que el efecto de la diversidad genotípica sobre los artrópodos no se produce simplemente por un aumento de la PPNA en parcelas diversas, también surge debido a un aumento en la diversidad de los recursos disponibles para los herbívoros. Johnson et al., (2006) explican que la variación en la comunidad de artrópodos, que se correlaciona en su estudio con varios rasgos de plantas variables genéticamente, tiene que ver con que los diferentes genotipos de plantas ofrecen nichos distintos para los artrópodos (incluyendo los subterráneos como afirma Kanaga et al., 2009), dando lugar a una diversidad mayor y una abundancia modificada de artrópodos, ilustrando los beneficios de preservar la variación genética para conservar la diversidad de especies y las interacciones dentro de las comunidades multitrópicas.

Los anteriores estudios se han realizado en poblaciones naturales, sin embargo Hooper et al., (2005) analiza este tema desde ecosistemas agrícolas, exponiendo que la diversidad genética y específica de los cultivos y el incremento que producen en la diversidad de especies de insectos asociados (entomofauna benéfica) puede reducir la susceptibilidad de los cultivos a plagas, patógenos y a la invasión de malezas, tema que se ampliará más adelante.

Henao y Ospina (2008) realizaron un estudio durante 10 meses sobre insectos asociados a heliconias en el eje cafetero colombiano con muestreos sistemáticos en 40 fincas productoras. Colectaron 288 ejemplares correspondientes a 10 órdenes, 43 familias, 58 géneros y 101 especies. Los autores explican que la diversidad de especies y variedades de heliconias, asocia gran número de insectos benéficos, entre los que se destacan los órdenes Díptera, Coleóptera, Hemíptera, Hymenóptera y Neuróptera. Según los autores, muchas especies de estos órdenes se caracterizan por ser controladores biológicos de plagas agronómicas, convirtiéndose en muy buenos aliados de los cultivos de heliconias con fines comerciales.

Además de los insectos, los colibríes son reconocidos como visitantes de las heliconias (ver Figura 23) y como los polinizadores exclusivos de las *Heliconias* rojas (Stiles, 1975) (los murciélagos que se alimentan de néctar son los polinizadores de las *heliconias* verdes). Existen estudios en los que se encuentra una fuerte relación entre morfología y ecología dentro de la interacción heliconia-colibrí, explicando que atributos morfológicos tanto de los colibríes como de sus recursos orales determinan en buena parte los patrones de visita de las aves a las flores, siendo principalmente la longitud y grado de curvatura del pico del animal y del periantio de la flor de la heliconia los parámetros que posibilitan esta relación (Rodríguez-Flores & Stiles, 2005; Temeles & Kress, 2003). Así mismo, otros factores como la disponibilidad de recursos, la diversidad de hábitats, la abundancia de flores y el desplazamiento entre hábitats influyen el comportamiento de forrajeo de estas aves (Rodríguez-Flores & Stiles, 2005; Stein & Hensen, 2011).

Varios floricultores mencionaron la constante visita de colibríes a sus cultivos, describiéndola como un evento de sinigual belleza.



Figura 23. Heliconias y colibríes

Fuente: izq: fotografía tomada por Manuel Retana en Costa Rica en el año 2009. Tomada de: <http://ibc.lynxeds.com/photo/rufous-tailed-hummingbird-amazilia-tzacatl/bird-feeding-heliconia>. Der: fotografía tomada por Hali Sowle en Costa Rica en el año 2012. Tomada de: http://www.hali.org/CostaRica/slides/CostaRica_117.html

Por otro lado Crutsinger, Souza, & Sanders, (2008) concluyen experimentalmente que la diversidad genética en las poblaciones vegetales puede inhibir la colonización de nuevas especies de plantas (incluyendo las no-nativas), indicando que la pérdida de diversidad intraespecífica dentro de una especie de plantas dominantes puede aumentar la susceptibilidad a la invasión de plantas, lo cual es a su vez una amenaza para la biodiversidad.

Otros procesos ecosistémicos sobre los que puede influir la diversidad genética de especies vegetales han sido estudiados también; por ejemplo en álamos (*Populus fremontii*, *Populus augustifolia*, *Populus tremuloides*) la riqueza genotípica de la hojarasca tiene un impacto dramático en la tasa de descomposición y en el flujo de nutrientes (Madritch, Donaldson, & Lindroth, 2006; Schweitzer, Bailey, Hart, & Whitham, 2005). Por su parte Reynolds et al., (2012) experimentaron en grandes áreas de restauración de ecosistemas marinos, encontrando que un pequeño aumento en la diversidad genética mejora los servicios ecosistémicos tales como: provisión de hábitat de invertebrados, aumento de la productividad primaria y retención de nutrientes, en las parcelas con elevada diversidad genética se observaron plantas que sobrevivieron más tiempo, aumentaron más rápidamente su densidad, y hubo siempre más servicios ecosistémicos.

Disminución en el uso de agroquímicos

El monocultivo ha llegado a ser predominante en la agricultura industrializada en los últimos cien años debido a las orientaciones hacia la mecanización del trabajo y el aumento de los rendimientos (de Vallavieille-Pope, 2004). El monocultivo es el tipo

de producción natural de la agricultura con enfoque industrial, donde el trabajo manual se minimiza y se maximiza el uso de insumos con fuerte base tecnológica para incrementar la eficiencia y la productividad (Gliessman, 2002). En este tipo sistema, un pequeño número de cultivares se siembran y la baja diversidad genética resultante trae consigo graves desventajas, tales como la vulnerabilidad a enfermedades y plagas (de Vallavieille-Pope, 2004; Finckh & Wolfe, 1997), las resistencias genéticas de los modernos cultivares homogéneos se agotan pronto, al permitir que una mutación favorable del patógeno se extienda por la superficie donde se cultiva esa variedad.

Gliessman (2002) anota que la relación del monocultivo con los plaguicidas sintéticos es particularmente fuerte, ya que la susceptibilidad al ataque devastador de plagas de un monocultivo requiere la protección mediante el uso generalizado plaguicidas, implicando los efectos ambientales negativos que estos generan.

En este sentido la diversidad genética para la resistencia a enfermedades ha sido defendida y desarrollada por los patólogos y mejoradores de plantas, como un medio para controlar enfermedades durante más de medio siglo y sus efectos se han demostrado en un gran número de estudios en variedad de patógenos y en diversos sistemas de cultivos (Finckh & Wolfe, 1997; Hughes et al., 2008) (ver Tabla 21).

Existen diversos mecanismos para incrementar la diversidad genética en los cultivos agrícolas, en esta investigación se analizarán particularmente las mezclas de cultivares, teniendo en cuenta la presencia de estas mezclas en los cultivos de heliconias, tal como se mostró anteriormente. La mezcla de cultivares consiste en varios cultivares que crecen en el mismo lote o en lotes contiguos, y que son de características agronómicas y tecnológicas similares pero que difieren por sus genes de resistencia.

Aunque no existen aún estudios en el género *Heliconia* relacionados con genes de resistencia a algún patógeno de importancia económica, que sea útil para definir mezclas de cultivares, se podría suponer que en la diversidad de cultivares existente en los cultivos estudiados, hay diferenciación en la resistencia a plagas y enfermedades que atacan el cultivo. Ya existen algunos estudios científicos alrededor de la fitopatología de las Heliconias que dan indicios de ello, por ejemplo Alarcón (2007) concluye que: “se puede considerar a *Heliconia wagneriana* cv. Cream, *H. wagneriana* cv. Red y *Heliconia rostrata* las más susceptibles al ataque de hongos, tanto en follaje como en inflorescencias, *H. wagneriana* y *H. caribaea* son las especies más susceptibles al ataque de nemátodos. *H. wagneriana* cv. Amarilla y *H. orthotricha* de color fucsias son más susceptibles al ataque de *Collettrichum* sp. *Heliconia caribaea* cv. Vulcano es la más susceptible al ataque de Bacteriosis producida por *Erwinia* sp.”

Algunos agricultores entrevistados hicieron referencia a ello. Por ejemplo, en el predio El Arroyo cuyo cultivo tuvo ataque de moko (bacteria *Ralstonia solanacearum*), la propietaria aseguraba que “el ataque de moko fue menor en algunas especies, especialmente en aquellas en las que predominaba el color amarillo en las brácteas”; por su parte en el cultivo de La Pitita, hubo un ataque de *Erwinia* sp. y la única sobreviviente fue la *H. pssitacorum* cv. Trópicol.

Tabla 21. Ejemplos representativos que ilustran los efectos de la mezcla de cultivares en el control de plagas y enfermedades en diferentes cultivos.

| Cultivo | Hallazgos | Autores |
|---------------|--|--|
| Trigo | Se demostró el potencial de reducción simultánea de dos enfermedades foliares causadas por hongos (<i>Puccinia triticina</i> y <i>Pyrenophora tritici-repentis</i>). | (Cox et al., 2004) |
| | Ciertas combinaciones de cultivares mostraron una eficacia positiva sobre el control del hongo <i>Blumeria graminis</i> (DC) Speer f. sp. Tritici | (Li et al., 2012) |
| | Mezclas de cultivares con alta resistencia y alta susceptibilidad, mostraron grandes reducciones en la severidad de la enfermedad foliar <i>Septoria</i> producida por <i>Mycosphaerella graminicola</i> y <i>Leplosphaeria Nodorum</i> . | (Mundt, Brophy, & Schmitt, 1995) |
| Arroz | Las variedades altamente susceptibles sufrieron menos enfermedad añublo del arroz causada por el hongo <i>Pyricularia grisea</i> , cuando fueron intercaladas con las variedades resistentes. | (Zhu et al., 2000) |
| Cebada | En los años 80, el gobierno de Alemania Oriental impone un cambio en la gestión de cebada de la producción en grandes campos de variedades individuales en mezclas de cultivares para preservar la resistencia de las variedades y para ahorrar en el uso de fungicidas que se había convertido en necesaria para evitar grandes pérdidas por el mildiú polvoroso (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>hordei</i> .) | (Finckh & Wolfe, 1997) |
| | Las mezclas de cultivares mostraron o una reducción en la infección mildiú polvoroso (<i>Blumeria graminis</i> f. sp. <i>hordei</i> .) en comparación con los tratamientos de monocultivo. | (Newton & Guy, 2011) |
| Sauce | Durante un experimento de dos años se encontró mayor daño por roya (<i>Melampsora</i> spp.) y por escarabajo (<i>Phratora vulgatissima</i>) en las plantas de monocultivo que en las mezclas de cultivares con diferentes susceptibilidades. Las mezclas retrasan la propagación y el desarrollo de ambos organismos. La plantación las mezclas de genotipos en cultivos de sauce para la producción de biomasa se ha sugerido como una estrategia no química para el control de plagas | (Peacock, Hunter, Turner, & Brain, 2001) |

Fuente: elaboración propia

Así mismo se encuentran estudios en los cuales la mezcla de cultivares como estrategia para el control especialmente de plagas de insectos no ha generado resultados satisfactorios; Hooper et al., (2005) explica que en algunos casos, las mezclas pueden conducir a poblaciones de plagas mayores proporcionando, por ejemplo, anfitriones clave de alta palatabilidad o que permitan a las plagas completar un ciclo de vida complejo; Kennedy et al., (1987) por su parte sugiere que el uso de hospedantes resistentes podría dar lugar a la concentración de insectos en huéspedes susceptibles de la misma especie (en campos o plantas adyacentes) o de especies huéspedes alternativas. Debido a los efectos generalmente menos pronunciados de mezclas de variedades en insectos, la diversificación intracampo para el manejo de plagas de insectos se ha centrado más en el uso de policultivos o cultivos intercalados (Finckh & Wolfe, 1997). Sin embargo mientras que los efectos globales pueden diferir entre los sistemas de cultivo y las especies, los resultados publicados de las mezclas de cultivares muestran una reducción general en la densidad y el posterior daño por el agente causal, en comparación con un sistema que comprende solamente un solo genotipo (Peacock et al., 2001).

De Vallavieille-Pope (2004) afirma que las mezclas de cultivares son la forma más eficaz de reducir la propagación de las enfermedades y que los efectos complementarios existentes entre componentes individuales de las mezclas, reaccionando a la presión de las enfermedades y del estrés abiótico, trae en consecuencia una estabilidad superior del rendimiento en comparación con cultivos puros, aspectos que pueden representar disminución en la introducción de insumos externos no renovables, tales como plaguicidas; por ejemplo en China Zhu et al., (2000) encontraron que la siembra de mezclas de cultivares de arroz con diferente resistencia, tuvo 89% de rendimiento mayor que los tratamientos con monocultivo, además no tuvieron que volver a aplicar fungicidas en el período final del experimento que duró dos años, concluyendo que la diversificación intraespecífica de los cultivos provee un enfoque ecológico para el control de enfermedades, que puede ser altamente efectivo en áreas grandes y puede contribuir a la producción agrícola sostenible.

Es importante reconocer que el diseño juega un papel fundamental en los efectos que las mezclas tienen sobre el control de plagas y enfermedades. Diversos estudios mencionan que aspectos como: la selección correcta de las variedades y especies (Mundt, 2002), relacionada con las diferencias en la susceptibilidad al patógeno, la estructuración espacial de los cultivares (Newton & Guy, 2011; Peacock et al., 2001), los tamaños de los lotes (Newton & Guy, 2011), son importantes al momento de mezclar cultivares, ya que no se obtienen reducciones de la enfermedad con todas las mezclas y la selección aleatoria de los componentes de la mezcla no necesariamente puede proveer un control adecuado (Mundt, 2002). Lo que parece importar es la diversidad «funcional» y no la diversidad *per se*.

La diversificación de especies como estrategia para el control de plagas y enfermedades en sistemas agrícolas también ha sido ampliamente estudiada y es

uno de los principios fundamentales para el diseño de agroecosistemas sustentables, en este sentido se debe exaltar que en los cultivos estudiados el coeficiente de correlación entre la cantidad de variedades y la cantidad de especies sembradas es de 0,85, es decir a mayor cantidad de variedades, mayor cantidad de especies de heliconias en el agroecosistema.

Se puede decir que en el cultivo de heliconias es prácticamente nula la investigación relacionada con este tema, por lo que se hace necesario trabajar en la búsqueda de mezclas y diseños efectivos en el control de plagas y enfermedades de importancia económica en este cultivo. Los estudios para determinar los elementos clave de las mezclas de plantas que alteran la invasión de plagas y enfermedades y que favorecen la colonización y el crecimiento poblacional de los enemigos naturales puede permitir la planificación más precisa de esquemas de cultivos estables y aumentar las posibilidades de efectos benéficos más allá de los niveles actuales en el cultivo de heliconias.

Diversidad del cultivo desde el ámbito socio-económico

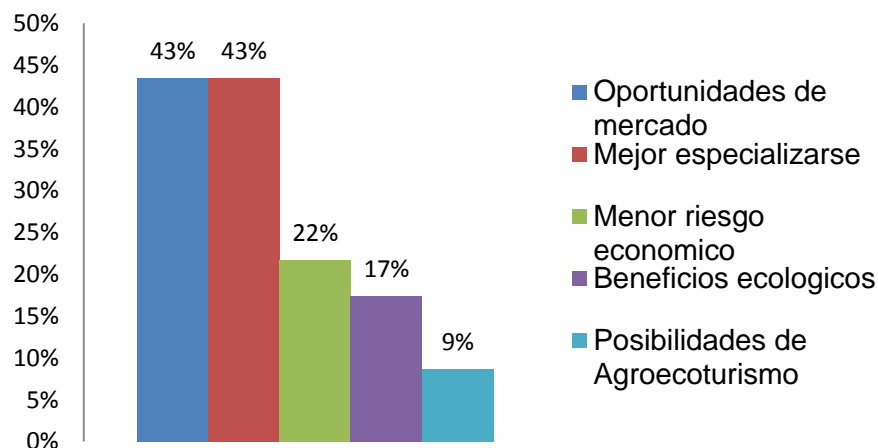


Figura 24. Opinión sobre la alta diversidad de cultivares sembrada

Fuente: elaboración propia

En la Figura 24 se expone la opinión que tuvieron los entrevistados sobre la alta diversidad de especies y variedades sembrada en los predios. El 43% de los productores entrevistados opinan que la alta diversidad de cultivares sembrados genera oportunidades de mercado, la cantidad de cultivares sembrados de estos productores oscilan entre 7 y 19, y su comercialización la realizan a través de canales que requieren variedad en las flores como detallistas (floristerías, supermercados), venta de bouquets o de arreglos para eventos, o son productores con más de dos mil sitios sembrados teniendo así un volumen por cultivar que es atractivo para las comercializadoras. Algunos de estos productores relacionaron así

mismo la diversidad sembrada con la disminución del riesgo económico, por no depender de la venta de un solo o unos pocos cultivares.

El 43% consideraron que la diversidad alta no es conveniente y que es mejor especializarse en unos cuantos cultivares; el número de cultivares que tienen sembrados estos productores oscilan entre 1 y 9, y relacionan las necesidades de especialización con el volumen de flor que se puede ofertar de cada cultivar dados los tamaños, generalmente pequeños, de los cultivos.

Únicamente el 17% de los productores reconocieron los beneficios ecológicos de la diversidad, todos ellos haciendo referencia a la resistencia a plagas y enfermedades.

Otra oportunidad que identifican unos pocos productores (solo dos de ellos) en la diversidad de cultivares sembrados es el agro-ecoturismo, sin embargo el esquema de estructuración del cultivo y de organización administrativa para esta actividad económica tendría que ser diferente al actual, debido a los riesgos propagación de enfermedades dentro del cultivo por el ingreso continuo de personas que sería necesario para desarrollar una actividad turística.

Algunos productores entrevistados se refirieron a la alta diversidad de cultivares sembradas en los predios como un “error cometido al comienzo”, cuando, debido a la falta de conocimiento por ser un cultivo nuevo en la región, se estableció el cultivo sin suficiente planificación tanto en los aspectos comerciales como agronómicos, llevándolos a recorrer un camino de ensayo-error a lo largo de los años para llegar a identificar los requerimientos del mercado con relación a la diversidad, a los volúmenes, a los cultivares más demandados, etc., y para recoger todo el acervo de conocimiento agronómico de los cultivares sembrados.

Según la propia experiencia, algunos han ido renovando su cultivo, reemplazando cultivares con dificultades en la comercialización por aquellos que han encontrado mercado, tendiendo hacia la especialización del cultivo en unos pocos cultivares y vendiendo a comercializadoras nacionales e internacionales; así mismo hay quienes han logrado comercializar a detallistas en floristerías, o su negocio se concentra en el ensamble y comercialización de bouquets, arreglos florales para eventos o instituciones, etc., y han mantenido e inclusive aumentado la diversidad de cultivares sembrados, dado que es fundamental para el éxito de sus negocios.

Por otro lado, existe modas y estacionalidad en el mercado de las flores, entonces surge la pregunta: ¿cómo afrontar las modas en un cultivo que se tarda 18 meses en promedio para empezar a producir flor de calidad, que puede presentar estacionalidad en su productividad y que además puede tener una vida útil de más de 10 años? Debe haber por tanto conocimiento, información, planificación para saber mezclar en la selección de cultivares diversos aspectos como: tamaños y pesos (grandes, medianas, pequeñas), colores (rojas, naranjas, amarillas, verdes,

combinación de colores), estacionalidad-estabilidad en la floración (algunas tienen picos y descensos en la producción de flor, otras producen todo el año) y que coincida con la estacionalidad en las ventas, etc. Frente a estos cambios de tendencias y estacionalidades la diversidad es fundamental en términos de no depender de un solo producto.

Podría decirse que la diversidad de cultivares sembrados obedece a las características y requerimientos del mercado al que se quiere acceder, es una diversidad que debe ser planificada en primera instancia en función del mercado. Por lo tanto la diversidad es valorada por los agricultores a nivel económico más que a nivel ecológico. En general en la actualidad, son las mismas fuerzas de mercado las que impulsan a homogenizar los cultivos, a crear monocultivos para responder a exigencias de los grandes mercados (principalmente extranjeros) a los que los productores quieren tener acceso.

Por ello serían importantes campañas de mercadeo promocionando la comercialización de diversidad, e impulsar la venta de bouquets, ya que permiten la inclusión de diversidad de flores y follajes en ellos; y simultáneamente se hacen necesarias campañas educativas a los agricultores que procuren la comprensión de los beneficios de la diversidad en su sentido más amplio.

5.3.6. Manejo de residuos vegetales (práctica predominante)

El cultivo de heliconias tiene ciertas particularidades que hacen que el manejo de residuos vegetales cobre trascendencia. En primer lugar, es un cultivo perenne cuya vida útil en términos productivos-comerciales, puede exceder los 10 años, por lo cual no requiere un sistema de labranza intensiva o quema de residuos, usual en cultivos de ciclo corto en los cuales se ara el suelo en forma total, profunda y regular incorporando al suelo residuos de cultivos.

En segundo lugar la familia heliconiacea se caracteriza por su gran producción de biomasa aérea, que dentro de las labores culturales, debe ser removida de la planta constantemente y de manera parcial (hojas, flores y pseudotallos) como estimulación para su crecimiento y como práctica para la prevención de plagas y enfermedades. Lo que hace que se generen grandes cantidades de residuos vegetales dentro del cultivo.

Es importante tener en cuenta que el 58% de los predios realizan las labores culturales: deshoje, destronque, una vez al mes. El 29% lo realizan cada dos meses y el 13% predios lo realizan cada 3 meses. La cosecha es generalmente semanal, y también se generan allí residuos vegetales como hojas que se le quitan a la flor y pedazos de tallos para acortarlo. Al obtener una flor se desecha de 5 a 7 hojas y una longitud de tallo que puede ser superior a un metro, además de los vástagos desechados por otras razones en la selección de calidad (Maza, 2006)

Según Montero y Quintero (2010), aproximadamente el 90% de los residuos sólidos convencionales generados por la floricultura corresponde a desechos vegetales, el 6% a plástico de invernadero, un 2% en a papel y cartón y el 2% restante se distribuye entre una serie de residuos como madera, metal, capuchón, caucho y otros. Las heliconias se cultivan a cielo abierto, por lo cual no generan residuos asociados a la infraestructura de un invernadero, por lo que el material vegetal es el principal residuo sólido proveniente del proceso productivo.

Debido a lo anteriormente expuesto, los cultivadores de heliconias han tenido que buscar técnicas para el manejo de este abundante material vegetal, como se verá a continuación.

El 88% de los predios disponen los residuos vegetales producto de las labores de mantenimiento del cultivo (deshojes, deshijes, destronques, cosecha, etc.) en las calles del cultivo. Todos ellos lo esparcen en las calles (Figura 25), excepto uno que lo acumula en algunas partes específicas del cultivo (ver Figura 25 abajo). El 88% conservan el suelo cubierto intencionalmente, reconociendo los beneficios que implica no desnudar totalmente el suelo.



Figura 25. Disposición de residuos en las calles del cultivo
Arriba. Hda. Alabama. En el medio Ecohotel Los Lagos. Abajo. El Arroyo.
Fuente: elaboración propia

Los 12% restantes extraen los residuos vegetales del área del cultivo y los llevan a otras zonas de la finca: cultivo de aguacates, jardines, cercas vivas, es decir, no salen del agroecosistema, solo se trasladan a otros subsistemas. Por lo cual se puede decir que todos los cultivos analizados, aprovechan los residuos vegetales del cultivo de heliconias de alguna manera: ya sea dejándolos como un mantillo sobre las calles del cultivo o trasladándolo a otro lugar del predio, beneficiando otro cultivo o subsistema de la finca.

Para el manejo de estos residuos, los agricultores recomiendan no disponerlos enteros sobre el suelo, deben ser picados (Figura 26) para que se descompongan con mayor facilidad y para que no queden estructuras que acumulen agua, debido al riesgo de atraer plagas al cultivo por la descomposición de la materia orgánica. Algunos agricultores usan productos, por ejemplo Microorganismos Eficientes EM, para aumentar la velocidad de descomposición de estos residuos.



Figura 26. Repique de residuos vegetales
Fuente: elaboración propia

Dejar estos residuos en la superficie del suelo formando una capa, es una práctica que se denomina mulch, mantillo o acolchado. Según Erenstein (2002) el mulch es una tecnología de doble propósito que combina efectos de conservación y de productividad. Sus potenciales de conservación dependen de la presencia de residuos de cultivos como abono orgánico. Este mulch proporciona una capa protectora en la superficie del suelo, que es muy eficaz para detener la erosión y tiene efectos importantes sobre la ecología del suelo. Su potencial de productividad es doble, en primer lugar, el mantillo tiende a estabilizar y en ocasiones incluso mejorar el rendimiento de los cultivos; en segundo lugar, implica la sustitución o variación de insumos de entrada y de la eficiencia de su uso (Erenstein, 2002). Por su parte Gliessman (2002) menciona los residuos de cultivo como una importante

fuelle de materia orgánica y por ende como fuente de energía para microorganismos que son esenciales para un reciclaje más eficiente de nutrientes.

Observaciones de los agricultores con relación al manejo de residuos vegetales dispuestos en calles

El 83% de los entrevistados reconocen beneficios ecológicos en la disposición en las calles, principalmente mencionan el aporte de materia orgánica al suelo y del cual se beneficia el cultivo y reconocen también el control de arvenses que se logra con esta práctica ya que al impedir el paso de luz solar al suelo, las arvenses no crecen. De los 20 entrevistados que reconocen beneficios ecológicos del mantillo, 15 no encontraron ninguna desventaja en esta práctica, los otros 5 reconocen posibles desventajas al propiciar la presencia de insectos perjudiciales, especialmente el picudo.

Por su parte el 17% de los entrevistados no reconocen ninguna ventaja o beneficio al disponer los residuos en las calles del cultivo, los dejan en terreno porque sacarlos requiere esfuerzo y dinero adicionales y además no hay una alternativa visible para su utilización.

En la cartilla publicada por el ICA (2012) para el manejo de las heliconias durante la temporada invernal, sugiere que cuando han ocurrido ataques de plagas o enfermedades es mejor la evacuación de todos los residuos de las labores culturales, incluyendo los de las desyerbas para evitar que allí se mantengan latentes los problemas de plagas.

Por otra parte, cuando se preguntó a los productores *cómo percibían el suelo, con relación al uso anterior al cultivo de heliconias*, el 67% de ellos respondieron que lo percibían mejor y el resto de predios 33% expresaron que percibían el suelo igual, siendo necesario resaltar que ninguno de ellos percibe un deterioro del suelo con el cultivo de heliconias. Aquellos entrevistados que han notado un mejor estado del suelo, hacen referencia al aumento de los niveles de materia orgánica, a la protección del suelo de la erosión debido a que permanece cubierto y además el uso de herbicidas es reducido. Dos de los entrevistados sustentaron su afirmación de mejoramiento de las condiciones del suelo del cultivo con los análisis de suelos realizados y otro lo referenció como un preparador de suelos (Figura 27):

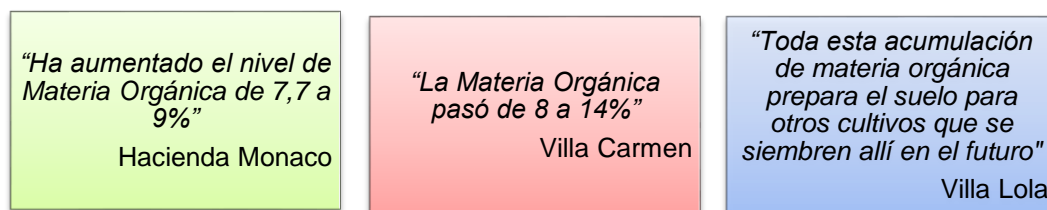


Figura 27. Comentarios de los agricultores sobre calidad del suelo

Fuente: elaboración propia

Análisis residuos vegetales en el suelo

Esta práctica predominante en el cultivo de heliconias, se analizará desde los posibles efectos en la disminución en el uso de agro-químicos y desde los efectos en la conservación del sistema suelo.

Disminución en el uso de agro-químicos

Según Hernández, Alfaro, Mederos & Rivas (2009), los materiales vegetales vivos y muertos asociados al uso de cultivos de cobertura en los sistemas agrícolas son particularmente adecuados para desarrollar sistemas ecológicos de manejo de arvenses.

Bajo una capa lo suficientemente gruesa, es muy poco el crecimiento de malezas que se produce bajo el acolchado o mulch debido a que éste evita la penetración de la luz o excluye ciertas longitudes de onda que se necesitan para que las arvenses crezcan (Ramakrishna et al., 2006), Chauhan et al., (2012) mencionan además los efectos alelopáticos que algunos residuos pueden ejercer sobre las arvenses y retrasar o disminuir su emergencia.

Aunque en algunos casos, la presencia de residuos de cultivo puede estimular la germinación de semillas de malezas; por ejemplo, Chauhan et al., (2012) explican que la materia orgánica puede aumentar la cantidad de humedad en la capa superficial y disminuir la temperatura del suelo y estas condiciones pueden aumentar la germinación de algunas especies de arvenses, sin embargo, son pocos los casos en la literatura donde la retención de residuos (en comparación con la quema) dieron lugar a un problema de malezas mayor, debido a que generalmente esta estrategia se integra con la aplicación de herbicidas, lo cual hace que la eficiencia en el control de arvenses pueda ser sostenida en el tiempo. Es necesario resaltar que ninguno de los agricultores de este estudio expresó tener problemas con las arvenses a raíz de dejar los residuos en el suelo del cultivo de heliconias, por el contrario, esta práctica es vista como una ayuda en el control de arvenses.

Tal como se observó en el ítem de manejo de arvenses, los agricultores manifiestan dos aspectos importantes en la aplicación de esta práctica: primero que el control con herbicidas es necesario al inicio del cultivo, cuando las plantas de heliconias son pequeñas, aún no hay capa de residuos vegetales en el suelo y se requiere eliminar la competencia producida por las arvenses; segundo, que además de que los residuos vegetales limitan la entrada de luz al suelo, la arquitectura de las plantas de heliconias y el diseño de los cultivos (Figura 28) también lo hacen, pues los rayos del sol son interceptados por las hojas de las plantas. Estos factores integrados, hacen que el control de arvenses dentro del cultivo después de algunos años, sea mínimo y por ende el uso de herbicidas.



Figura 28. Integración de manejo de residuos vegetales y bioarquitectura

Fuente: elaboración propia

Por otro lado, las plantas aprovechan los nutrientes que la cobertura vegetal proporciona una vez que comienza su proceso de descomposición, incrementando la disponibilidad de elementos (Primavesi 1982, en Contreras & Moreno 2005). Głab & Kulig (2008) concluyen que las principales ventajas del mulch son el suministro de materia orgánica y de nutrientes, además la liberación lenta de nitrógeno (N) producto de la descomposición de los residuos está más sincronizada con la absorción de la planta que las fuentes de N inorgánico, por tanto aumenta la eficiencia en la captación de N y el rendimiento del cultivo mientras reduce las pérdidas de N por lixiviación.

Erenstein (2002) expone que el mulch tiene profundos efectos en la fertilidad del suelo, y recomienda esta práctica especialmente en suelos tropicales, debido a que suelen tener una fertilidad baja inherente, donde los nutrientes disponibles para las plantas y la materia orgánica se concentran en la capa superficial del suelo; la conservación del mantillo ayuda a mantenerlos in situ, y también aumenta el stock de materia orgánica del suelo, un componente clave para el uso sostenible y productivo de los suelos.

El efecto del mulch a corto plazo en el rendimiento de los cultivos es variable en el espacio y en el tiempo en función de la cubierta vegetal, el cultivo y las características específicas del sitio. Según la revisión de Erenstein (2002) las experiencias hasta la fecha han puesto mostrado respuestas positivas, neutras y negativas en el rendimiento a corto plazo que con el tiempo, tienden a ser neutras

a positivas. De hecho este autor resalta que algunos de los beneficios productivos se acumulan con el tiempo, relacionándolos principalmente con las interrupciones de los procesos de degradación del suelo y la mejora gradual del suelo en términos físicos, químicos y biológicos, tal como se explica a continuación.

Conservación del sistema suelo

Desde el punto de vista de manejo, un componente básico de un agroecosistema sostenible según (Altieri & Nicholls, 2000) incluye una cubierta vegetal como medida efectiva de conservación del suelo y el agua, mediante el uso de prácticas de labranza cero, cultivos con mulch, uso de cultivos de cobertura, entre otras estrategias. En el caso del cultivo de heliconias, la cobertura del suelo está dada por una capa de residuos vegetales muertos cuyos efectos ecológicos en la conservación del suelo, se tejen en una red de interacciones cuyo principal resultado es la disminución de la erosión, en la Figura 30 se ilustran estas relaciones con una visión sistémica.

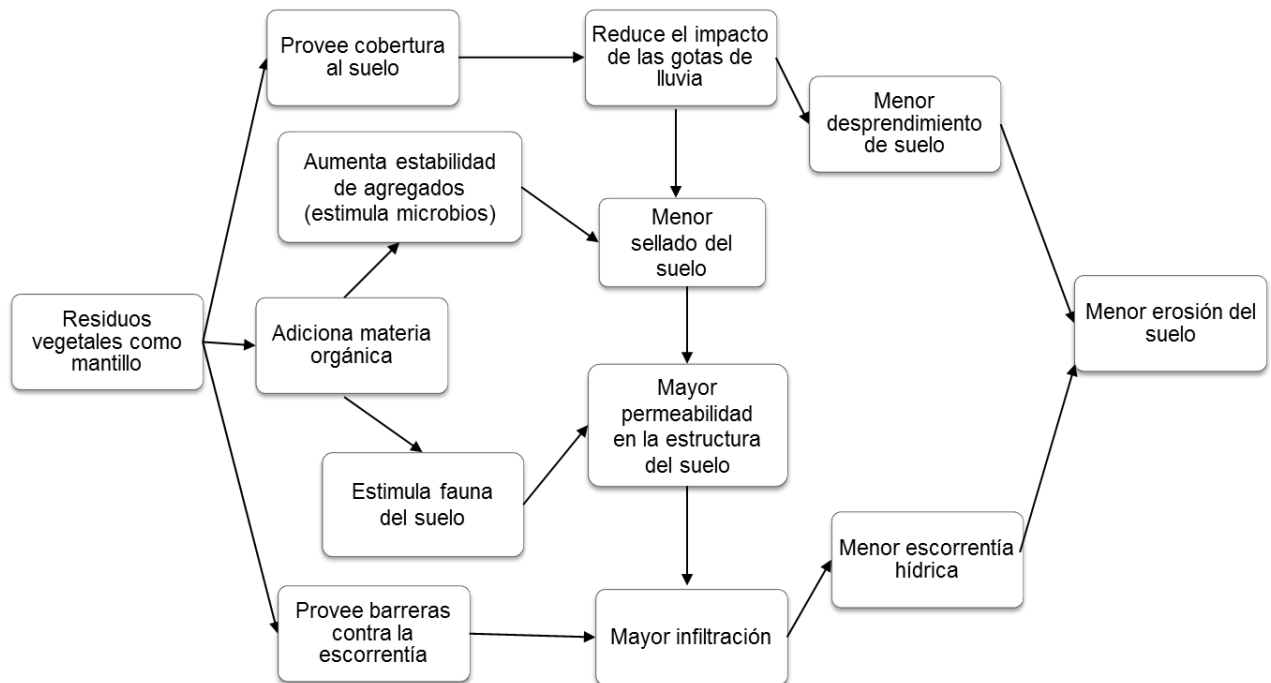


Figura 29. Efectos ecológicos del mulch

Fuente: traducido de Erenstein (2002)

La degradación del suelo, a consecuencia de la erosión, es un problema mundial que afecta la fertilidad del suelo y en última instancia la capacidad de sostener una agricultura productiva. Greenfield & World Bank, (1990), anotan un dato alarmante (a pesar de ser de hace más de una década) afirmando que *se calcula que de los dos millones de hectáreas de bosques que se cortan cada año, la mitad se necesita para reemplazar a las tierras cultivables que se han vuelto improductivas debido a la erosión y a la pérdida consiguiente de suelo fértil*. Según Bertoni & Lombardi (1985) las tierras agrícolas se vuelven gradualmente menos productivas básicamente por el uso y manejo inadecuado del suelo y por la acción de la erosión acelerada.

La erosión del suelo es definida como un proceso de desagregación, transporte y deposición de materiales del suelo por agentes erosivos (Ellison, 1947). Los agentes erosivos dinámicos, en el caso de la erosión hídrica son la lluvia y el escurrimiento superficial o las inundaciones. La lluvia tiene efecto a través del impacto de las gotas sobre la superficie del suelo, y por el propio humedecimiento del suelo, que provocan desagregación de las partículas primarias; provoca también transporte de partículas por aspersion y proporciona energía al agua de la escorrentía superficial; como consecuencia de la desagregación se produce un sello superficial que disminuye sustancialmente la capacidad de infiltración del suelo (Ellison, 1947). En el momento en que la precipitación pasa a ser mayor que la tasa de infiltración de agua en el suelo, se produce la retención y detención superficial del agua y, posteriormente, el escurrimiento superficial del agua que no infiltra (Meyer, 1976). Las pérdidas de nutrientes por la erosión, genera una serie de problemas no sólo en las áreas agrícolas sino también en ecosistemas adyacentes, es el caso de la eutroficación, en los lugares donde sedimentan los materiales erosionados.

Reducir la degradación del suelo a causa de la erosión es una necesidad a escala mundial, en la que las prácticas agrícolas juegan un papel fundamental.

Una cobertura de residuos vegetales detiene eficazmente la erosión del suelo, proporcionando una capa protectora a su superficie contra el impacto de las gotas de lluvia, aumentando la resistencia contra el flujo superficial del agua, aumentando estabilidad de los agregados del suelo y la permeabilidad, a través del aporte de materia orgánica y de la combinación de los efectos físicos y biológicos que el mulch genera (Erenstein, 2002).

Según la revisión de múltiples investigaciones del tema realizada por Erenstein (2002), la erosión disminuye asintóticamente a cero a medida que aumenta la cobertura del suelo, y este efecto se ha observado tanto en ambientes templados como tropicales. A largo plazo esta práctica aumenta los niveles de materia orgánica del suelo y la biomasa microbiana, lo cual conlleva beneficios al suelo como el aumento de su estabilidad y disminución de la superficie sellada del suelo, y el

incremento de la macroporosidad y las tasas de infiltración de agua (ver revisión realizada por Głęb & Kulig, 2008).

A nivel biológico, el mulch favorece la actividad de la biota del suelo, proporcionando una fuente de alimento fácilmente disponible a través de la adición de materia orgánica y creando un hábitat más favorable (Erenstein, 2002), lo cual permite una elevada actividad microbiológica en el suelo y también sirve de nicho ecológico para la entomofauna útil (Contreras & Moreno 2005), a su vez, la actividad de la biota del suelo contribuye a mejorar sus propiedades físicas y químicas (Erenstein, 2002).

En el análisis que hace Gliessman (2002) sobre los métodos para aumentar la diversidad ecológica en un agroecosistema, menciona que una elevada entrada de materia orgánica (tal como sucede con los residuos vegetales del cultivo de heliconias) tiene efectos directos sobre la diversidad de especies y la diversidad funcional (relacionada con la complejidad de interacciones, el flujo de energía y el reciclaje de material entre los componentes del sistema), así mismo efectos indirectos, secundarios o potenciales sobre la diversidad genética y estructural.

Por otra parte, los residuos de cosecha en la superficie del suelo forman una barrera a la pérdida de agua por evaporación, incrementando la cantidad de humedad almacenada en la zona radicular de la planta y disponible para el cultivo (Ramakrishna et al., 2006; Tian, Liu, Wang, & Gao, 2011), reduciendo la frecuencia de riego (Ramakrishna et al., 2006). El mantillo también protege la superficie del suelo frente a la radiación solar, convirtiéndose en un tampón de las fluctuaciones de temperatura del suelo (ver Głęb & Kulig, 2008), lo cual puede aliviar el estrés de temperatura del suelo en los ambientes cálidos, sin embargo, al mismo tiempo puede retardar el calentamiento necesario de la tierra en ambientes fríos (Rijn, 1982; Lal et al, 1990 en Erenstein, 2002).

Ampliando la mirada más allá del predio, como lo recomiendan la ingeniería ecológica y la agroecología, la disminución de la erosión reduce los impactos adversos relacionados con el sedimento erosionado, una mayor infiltración del agua y menor escorrentía de tierras agrícolas, implica una suavización del ciclo hidrológico aguas abajo y favorece la recarga de los acuíferos.

Por otra parte, una mayor infiltración del agua puede aumentar el riesgo de lixiviación de los biocidas y fertilizantes (por ejemplo, nitratos), y por lo tanto de contaminar las aguas subterráneas. Sin embargo, la evidencia de esto no es concluyente y los procesos son complejos para su análisis (Erenstein, 2002), por ello es importante acompañar estas estrategias con otras que incluyan la disminución del uso de agroquímicos con impactos negativos sobre los ecosistemas.

Es pertinente agregar mantener una cobertura del suelo permanente, con el fin de disminuir la erosión es una de las principales estrategias sugeridas por los

investigadores, para aumentar la capacidad del suelo de secuestrar el CO₂ atmosférico y así incluir a los agroecosistemas como actores fundamentales en la mitigación del cambio climático (Lal, 2011).

5.4. PRINCIPIOS DE LA INGENIERÍA ECOLÓGICA Y LA AGROECOLOGÍA RELACIONADOS CON EL CULTIVO DE HELICONIAS

A continuación se muestran algunos principios de la ingeniería ecológica, con sus implicaciones en la agricultura, y algunos principios de la agroecología, con el fin de enlazar las principales características del cultivo de heliconias con estos principios ecológicos (Tabla 22).

Tabla 22. Resumen de prácticas del cultivo de heliconias a la luz de los principios de la ingeniería ecológica y la agroecología

DIVERSIDAD GENÉTICA Y ESPECÍFICA EN EL CULTIVO DE HELICONIAS

La alta diversidad específica y genética se considera en esta investigación como una de las principales características de los cultivos de heliconias

El 83% de los predios tienen al menos 3 especies sembradas

El 79% de los predios tienen al menos 4 cultivares sembrados

DIVERSIDAD DE HÁBITAT EN LOS AGROECOSISTEMAS ESTUDIADOS

- El 75% de los predios tienen presencia de otras especies del orden Zingiberales.
- El 88% tienen presencia de follajes.
- El 79% tienen otros subsistemas de cultivo diferentes a flores y follajes.
- El 88% poseen fuentes de aguas naturales principalmente quebradas y/o nacimientos.
- El 88% poseen áreas silvestres.
- El 79% poseen guaduales, el 43% tienen áreas de bosque secundario, y el 13% poseen áreas de rastrojo.
- El 30% poseen sistemas pecuarios.

PRINCIPIOS DE LA INGENIERÍA ECOLÓGICA

- **Los ecosistemas son sistemas auto-diseñados. Cuanto más se trabaja con la capacidad de auto-diseño de la naturaleza, menores serán los costos de energía para mantener el sistema.**

Cuanto más similar sea el sistema agrícola a un ecosistema natural, más capacidad de auto-diseño tiene. La biodiversidad en un agroecosistema ofrece más componentes para la regulación y el auto-diseño y tiene una gama más amplia de flujos que posibilita el reciclaje. La conclusión parece clara: no eliminar los mecanismos de regulación naturales, es decir, mantener un patrón de la naturaleza dentro de los sistemas agrícolas.

PRINCIPIOS DE LA AGROECOLOGÍA

- Mejorar las interacciones biológicas y sinergias beneficiosas entre los componentes de la diversidad biológica agrícola que resultan en la promoción de los procesos y servicios ecológicos claves.
- Incrementar reciclaje de nutrientes incrementando dependencia de procesos naturales (fijación biológica nitrógeno, micorrizas).
- Reestablecer relaciones biológicas en lugar de simplificar el sistema.
- Diversificar a nivel vegetal-animal y de especies-genética en tiempo y en espacio.

- **La diversidad química y biológica contribuye a la capacidad de amortiguación y auto-diseño de los ecosistemas.**

Una amplia variedad de componentes químicos y biológicos debe ser introducida o mantenida. En la práctica agrícola esto implica aumentar la complejidad del patrón de la agricultura en el tiempo y en el espacio mediante el uso de una amplia gama de cultivos y animales domésticos, pequeños campos, campos en barbecho, setos, zanjas, pantanos, etc.

- **Los ecotonos y zonas de transición, son tan importantes para los ecosistemas como las membranas son para las células.**

La naturaleza ha desarrollado zonas de transición, para hacer una transición suave entre dos ecosistemas. Los ecotonos pueden ser considerados como zonas de amortiguación, que son capaces de absorber los cambios indeseables impuestos a un ecosistema desde los ecosistemas adyacentes. Debemos aprender de la naturaleza y el uso de los mismos conceptos cuando diseñamos interfaces entre los ecosistemas.

- **Los ecosistemas son sistemas jerárquicos y todos los componentes que forman los diversos niveles de la jerarquía constituyen una estructura, que es importante para la función del ecosistema.**

Es importante, por ejemplo, mantener los componentes que conforman la diversidad de paisajes, como setos, humedales, costas, ecotonos, etc. Todos ellos contribuyen a la capacidad tampón de todo el paisaje. Entre más diversidad más componentes hay para utilizar en la construcción de una estructura jerárquica.

- Promover y conservar la diversidad biológica.

- **Conservar los recursos genéticos**

- Guardar/proteger las semillas
- Mantener variedades locales.
- Usar variedades heredadas

- **Diversificar la Biota**

- Cultivos intercalados.
- Rotación de cultivos
- Usar de policultivos
- Integrar animales al sistema
- Usar múltiples especies de cultivos y animales en el agroecosistema.
- Utilizar variedades múltiples y variedades locales de cultivos y animales en el agroecosistema

- **Diversificar Paisajes**

- Mantener áreas no perturbadas como zonas tampón.
- Mantener las zonas de amortiguación riparias.
- Utilizar el pastoreo rotativo.

FERTILIZACIÓN

- El 71% de los cultivos se abonan con materia orgánica, el 46% producen ese abono, a través de compostaje con residuos del mismo agroecosistema.

- En la mayoría de los cultivos de heliconias estudiados, hay ausencia de un plan de fertilización riguroso basado en el conocimiento del sistema suelo y de los requerimientos de las variedades.
- Existe carencia de investigación específica de los requerimientos nutricionales de cada variedad.

MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

- El 75% de las fincas visitadas manejan las plagas y enfermedades con un sistema integrado, que enfatiza en la prevención.
- El 83% de los predios entrevistados, manifiestan usar únicamente los químicos como una última medida o medida extrema, después de haber utilizado otras de menor impacto ambiental y que no fuesen efectivas.
- Labores culturales como el deshoje, el deshije y la cosecha juegan un papel importante tanto en la productividad como en el manejo de plagas y enfermedades.

MANEJO DE ARVENSES Y RESIDUOS VEGETALES

- El material vegetal es el principal residuo sólido proveniente del proceso productivo.
- El 88% de los predios esparcen los residuos vegetales producto de las labores de mantenimiento del cultivo (deshojos, deshijos, destronques, etc.) en las calles del cultivo.
- El 88% conservan el suelo cubierto intencionalmente y el manejo de arvenses se hace en la mayoría de predios (80%) alternando los diversos sistemas de manejo: herbicidas, manual y guadaña.

PRINCIPIOS DE LA INGENIERÍA ECOLÓGICA

- **Es necesario, en la gestión ambiental, que coincidan las vías y las tasas de reciclaje de los ecosistemas para reducir el efecto de la contaminación.**

En agricultura la tasa de reciclaje de nutrientes debe de tenerse en cuenta en cualquier utilización de fertilizantes. Si el abono se aplica más rápido de lo que puede ser utilizado por las plantas, una cantidad significativa de nutrientes podría contaminar cuerpos de agua adyacentes al agroecosistema.

Por lo tanto, se deben conocer los procesos ecológicos del cultivo y sus tasas y gestionar el sistema en consecuencia, es decir, reciclar lo más posible en las tasas correctas y no utilizar más fertilizantes de los que pueden ser reciclados.

Un poderoso instrumento para lograr una agricultura más sostenible se basa en el cálculo de los presupuestos de nutrientes, en el que todos los aportes de nutrientes (fertilizantes, forraje para el ganado importado, etc) y todas las salidas (carne, leche, cereales, etc) se

PRINCIPIOS DE LA AGROECOLOGÍA

- Incrementar reciclaje de nutrientes aumentando dependencia de procesos naturales (fijación biológica nitrógeno, micorrizas, etc.)
- Mejorar las interacciones biológicas y sinergias beneficiosas entre los componentes de la diversidad biológica agrícola que resultan en la promoción de los procesos y servicios ecológicos claves.
- Optimizar la disponibilidad de nutrientes y balances del flujo de nutrientes.
- Proveer de condiciones edáficas óptimas para crecimiento de cultivos manejando materia orgánica y estimulando la biología del suelo.
- Utilizar insumos naturales y/o locales en lugar de sintéticos o manufacturados.
- Minimizar las entradas procedentes de fuentes no renovables

evalúan y cuantifican a nivel del agroecosistema.

- **El acoplamiento entre los ecosistemas debe ser utilizado para el beneficio de los ecosistemas en la aplicación de la ecotecnología y la gestión ambiental de los sistemas agrícolas.**

El acoplamiento de los sistemas agrícolas a los sistemas naturales conduce a la transferencia de pesticidas y nutrientes de la agricultura a la naturaleza y se deben tomarse medidas para una (casi) completa utilización de plaguicidas y fertilizantes/abonos en el sistema agrícola.

- **Es importante que la aplicación de la ecotecnología considere que los componentes de un ecosistema están interconectados, interrelacionados y forman una red, lo que implica que tanto los efectos directos como los indirectos son de importancia.**

Los pesticidas no se deben utilizar en el vacío, el conocimiento suficiente sobre las poblaciones de insectos y sus depredadores deben ser la base para la decisión acerca de la aplicación de pesticidas. Debe ser desarrollado un modelo para asegurar que los plaguicidas lleguen a los organismos objetivo y no causan un efecto inverso. Deben además ser considerados en la gestión ambiental los efectos no sólo locales, sino también regionales y globales.

Se sugiere minimizar el uso de pesticidas y fertilizantes, o encontrar un costo/beneficio adecuado entre la economía y la ecología mediante la aplicación de modelos de gestión medioambiental.

- **La estructura y funciones de los ecosistemas son determinadas por las variables externas (forcing functions) del sistema.**

Los ecosistemas son sistemas abiertos, lo que implica que intercambian materia y energía con el medio ambiente. Existe una estrecha relación entre las variables externas antropogénicas que se han utilizado de manera intensiva en la agricultura y el estado de los ecosistemas agrícolas, pero debido a la apertura de todos los ecosistemas, los ecosistemas adyacentes también se ven afectados.

- Eliminar el uso de insumos externos no renovables con potencial de daño.
- Minimizar efecto ambiental negativo
- Volver residuos de cultivos y estiércol a los suelos.
- Preservar y reconstruir fertilidad suelo
- Mantener los nutrientes del suelo y las reservas de materia orgánica
- Minimizar disturbios al suelo (cero labranza, mulch, etc).
- Reducir al mínimo la erosión.
 - Utilizar plantas perennes
 - Usar la labranza cero o métodos de labranza reducida.
 - Usar acolchado /mantillo / mulch
- Minimizar las pérdidas de suelo y agua manteniendo la cobertura del suelo, controlando la erosión y manejando el microclima.
- Valorar la salud del agroecosistema más que el resultado de un cultivo en particular.
- Gestionar el Sistema holísticamente reconociendo escalas (paisajes, comunidades, fincas, región, nación), minimizando impactos en sistemas adyacentes
- Cambiar de enfoque: en lugar de control, manejo de plagas, enfermedades y arvenses en lugar de control.

DISEÑO DEL CULTIVO: SELECCIÓN DE ESPECIES Y VARIEDADES

- Por ser un cultivo permanente, deben planearse con precisión aspectos como: región geográfica del cultivo, terreno adecuado para la siembra, especies y variedades, distancias de siembra, puesto que un error llevaría a costos adicionales en tiempo y dinero (Maza, 2006).
- Los diversos cultivares han sido seleccionados con criterios que se relacionan principalmente con las tendencias del mercado.
- Hay insuficiencia de estudios para identificar las condiciones ambientales idóneas para cada variedad.

PRINCIPIOS DE LA INGENIERÍA ECOLÓGICA

- **Los ecosistemas son más vulnerables en sus bordes geográficos.**

La gestión ecológica debe tomar ventaja de los ecosistemas y su biota en su área de distribución geográfica óptima. Cuando la ingeniería ecológica implica la manipulación del ecosistema, el sistema mejora la capacidad de amortiguación si las especies se encuentran en el rango medio de su tolerancia ambiental.

Los cultivos deben ser seleccionados teniendo en cuenta este principio, evitando el uso de componentes biológicos que se encuentran en sus límites geográficos.

PRINCIPIOS DE LA AGROECOLOGÍA

- Armonizar patrones del cultivo, potencial productivo y limitaciones físicas del paisaje.
- Adaptar los potenciales biológicos y genéticos de las especies a introducir a las condiciones ecológicas en lugar de modificar el agroecosistema a las necesidades de cultivos y animales.
- Ajustarse a los entornos locales.

Fuente: recopilación las siguientes fuentes:

agroecology.org; Altieri & Nicholls, 2000; Altieri, 1995; Gliessman et al., 2007; S.E. Jørgensen, 2009; Jørgensen & Nielsen, 1996; Mitsch & Jørgensen, 2003, 2004; Reijntjes et al., 1992

6. CONCLUSIONES

- El manejo del cultivo de heliconias en Risaralda se acopla a diversos principios ecológicos, que guían el diseño de agroecosistemas sostenibles, destacándose la alta biodiversidad presente en el cultivo, manifestada en la cantidad de especies y cultivares sembrados, la conservación del suelo a través de los residuos vegetales como mulch y la baja utilización de agroquímicos como plaguicidas y herbicidas. Estas características tejen una intrincada red de efectos ecológicos beneficiosos promoviendo interacciones y sinergias entre los componentes del sistema y posibilitando su sostenibilidad ecológica.
- El cultivo comercial de heliconias en Risaralda es una alternativa productiva joven, con proyección a nivel nacional e internacional, condiciones que hacen que requiera el acompañamiento tanto de la academia como del Estado para lograr potencializarse comercialmente, consolidando la utilización prácticas de manejo que respondan a las necesidades actuales de crear agroecosistemas más acoplados con los ecosistemas naturales, que se guíen con los principios ecológicos identificados por el ser humano para el diseño y manejo de ecosistemas sostenibles, considerando como aspecto fundamental su viabilidad económica.
- Las características de diseño y manejo del cultivo de heliconias pueden ser potenciadas a nivel comercial dadas las tendencias actuales de los mercados de preferir productos con bajo impacto ambiental, esto su vez reforzaría en los floricultores la aplicación de este tipo de prácticas. Para ello se requiere apoyo de la comunidad científica y del Estado.
- En la mayoría de los cultivos de heliconias en Risaralda, hay ausencia de un plan de fertilización riguroso basado en el conocimiento del sistema suelo, de los requerimientos de las variedades de heliconias y la interacción suelo-planta. Es necesaria la investigación alrededor de este tema tanto para minimizar el transporte de excedente de nutrientes a ecosistemas adyacentes, como para optimizar el rendimiento de los cultivos. La optimización del balance de nutrientes en los agroecosistemas, es un principio fundamental para lograr la sostenibilidad.
- La diversificación genética (intraespecífica) de los cultivos de heliconias en Risaralda, manifestada en la mezcla de cultivares existente, provee un enfoque ecológico para el control de enfermedades, que puede contribuir a la producción agrícola sostenible.
- La ingeniería ecológica y la agroecología son bases científicas que se están construyendo sobre el conocimiento profundo de los procesos ecológicos, que

procuran generar las vías para crear y gestionar los ecosistemas de maneras sostenibles; ambas se pueden unir y complementarse desde sus fortalezas. Con relación a la agricultura, la agroecología tiene mucha experiencia y conocimiento desde su enfoque agroecosistémico y socio-económico para aportarle a la ingeniería ecológica, la cual se ha dedicado mayormente a ecosistemas acuáticos y está aún distanciada del componente social. Existen retos relacionales en el mundo científico que se deben sobrepasar para lograr reunir los esfuerzos requeridos para detener la degradación de los ecosistemas.

7. RECOMENDACIONES

El cultivo de heliconias tiene un alto potencial para desarrollarse sobre unas bases sostenibles viables social y económicamente, sin embargo se requiere apoyo desde la academia, el estado y de la sociedad, desde la demanda y consumo, para que esto se facilite. A continuación se proponen algunas recomendaciones alrededor de esto:

- Dada la diversidad de cultivares presente dentro de los cultivos es importante identificar diferentes mezclas de cultivares de heliconias apropiadas para la función ecológica de control de enfermedades.
- Esta diversidad específica y genética, con el propósito de que se mantenga como una característica de los cultivos de heliconias, tenga viabilidad económica para los floricultores, y no tienda a desaparecer a medida que los agricultores ceden ante las fuerzas del mercado exigen volúmenes altos de una misma variedad, sería interesante explorar diversas posibilidades de marketing alrededor de dicha diversidad y por ejemplo a través de la comercialización de bouquets (arreglos florales) que involucran la utilización de diferentes flores y follajes tropicales, teniendo en cuenta además que en los mercados crece la tendencia a comprar productos y servicios que ofrezcan beneficios ambientales. Para que esto pueda suceder en primera instancia se deben hacer capacitaciones a los floricultores en la producción de arreglos florales y su inmenso abanico de posibilidades, además de todo lo relacionado con la poscosecha, el empaque y la comercialización.
- Es claro que la diversidad implica ventajas, pero así mismo implica mayor complejidad en el diseño y manejo del cultivo, por ello es fundamental la investigación alrededor de las diferencias y similitudes entre especies y cultivares en términos de requerimientos ambientales (temperatura, suelos, pluviosidad y humedad relativa, luminosidad, vientos, pendiente del terreno), de requerimientos nutricionales y planes de fertilización, de incidencia de enfermedades y plagas, de productividad y de su fenología, fisiología y comportamiento agronómico a lo largo de las diferentes fases del cultivo. Esto

con el fin de ser eficientes en el uso de los recursos y generar competitividad y calidad en la comercialización de las heliconias.

- Por otra parte, se recomienda que los asesores técnicos de los cultivos de heliconias se capaciten en estrategias y métodos para el manejo ecológico de los cultivos, debido a que estos influyen de manera importante en la selección las prácticas a implementar por los agricultores.
- Así mismo, adicional a los beneficios que se pueden obtener de este cultivo a partir del diseño y manejo hecho por el ser humano, sería importante investigar sobre el potencial que la familia de las Heliconiáceas tienen por si mismas para generar servicios ecosistémicos a través de diversos aspectos tales como su estructura radicular, su arquitectura aérea, su capacidad para retener agua, las relaciones con diversidad de fauna, etc.
- Los agricultores con su experiencia a lo largo de los años han logrado acumular abundantes y valiosos conocimientos del cultivo y su manejo (muchos son muy específicos por cultivar), se recomienda que las investigaciones en el cultivo de heliconias sean participativas con el fin de contar con el aporte de los floricultores.

8. BIBLIOGRAFÍA

Agroecology.org. Recuperado el 12 de julio de 2013 de:
http://www.agroecology.org/Principles_List_sp.html

Alarcón, J. J. (2011). Entrevista publicada en la página oficial del ICA. Recuperado el 11 de diciembre de 2012 de:
[www.ica.gov.co/Paginas-Especiales/Imprimir.aspx?printpath=/Noticias/Agricola/2011/ICA-lanza-primer-manual-fitosanitario-para-pro-\(1\)&classname=icacms.noticias](http://www.ica.gov.co/Paginas-Especiales/Imprimir.aspx?printpath=/Noticias/Agricola/2011/ICA-lanza-primer-manual-fitosanitario-para-pro-(1)&classname=icacms.noticias).

Alarcón, J. J. (2007). Enfermedades en la producción de heliconias en los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío. *Agronomía* 15(1): 45 - 61.

Alarcón, J. J., & Bernal, M. O. (2012). El cultivo de heliconias Medidas para la temporada invernal. Recuperado el 13 de enero de 2013.
<http://www.ica.gov.co/getattachment/34fbeecca-8f6f-4692-97ef-2ca1e8e73967/-nbsp;El-cultivo-de-heliconias.aspx>

Albuquerque, A. W., Rocha, E. S., Costa, J. P. V. da, Farias, A. P., & Bastos, A. L. (2010). Produção de helicônia Golden Torch influenciada pela adubação mineral e orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(10).

Altieri, M. A. (1995). *Agroecology: the science of sustainable agriculture* (2nd ed.). Boulder. London: Westview Press; IT Publications.

Altieri, M. A. (2000). *Agroecology: principles and strategies for designing sustainable farming systems*. University de California, Berkeley. Recuperado el 9 de mayo de 2012 de: http://www.cnr.berkeley.edu/~agroeco3/principles_and_strategies.html.

Altieri, M. A. (2002). Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 93(1-3), 1–24.

Altieri, M. A. (1999). The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture Ecosystems and Environment* 74: 19-31.

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2000). *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Red de Formación Ambiental para América Latina y Caribe.

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2007). *Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas*. Icaria, Barcelona.

Asocolflores.org. Recuperado el 10 de enero de 2013 de
<http://www.asocolflores.org/>

- Astier, M., Masera, R., Alván-Miyoshi, . (2008). Evaluación de sustentabilidad un enfoque dinámico y multidimensional. Catarro a, alencia: SEAE.
- Barot, S., Lata, J.-C., & Lacroix, G. (2012). Meeting the relational challenge of ecological engineering within ecological sciences. *Ecological Engineering*, 45, 13–23.
- Barret G., Peles J., Odum E. (1997). Transcending processes and the levels of organization concept. *BioScience* 47:531-535.
- Bateson, G. (2000). *Steps to an ecology of mind* (University of Chicago Press ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Pub. Retrieved from
- Bergen, S. D., Bolton, S. M., & L. Fridley, J. (2001). Design principles for ecological engineering. *Ecological Engineering*, 18(2), 201–210.
- Berry, F., & Kress, W. J. (1991). *Heliconia: an identification guide*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Bertoni, J. & Lombardi Neto, F. (1985). *Conservação do solo*. Piracicaba, Livroceres.
- Booth, R. E., & Grime, J. P. (2003). Effects of genetic impoverishment on plant community diversity. *Journal of Ecology*, 91(5), 721–730.
- Broschat, T. K. (1992). Nutrition of heliconias and related plants. *Bulletin Heliconia Society International*, 6 (1/2), 20-21.
- Brüll, A., van Bohemen, H., Costanza, R., Mitsch, W. J., van den Boomen, R., Chaudhuri, N., Schönborn, A. (2011). Benefits of ecological engineering practices. *Procedia Environmental Sciences*, 9, 16–20.
- Brussaard, L., Caron, P., Campbell, B., Lipper, L., Mainka, S., Rabbinge, R., ... Pulleman, M. (2010). Reconciling biodiversity conservation and food security: scientific challenges for a new agriculture. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(1-2), 34–42.
- Brussaard, L., de Ruiter, P. C., & Brown, G. G. (2007). Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 121(3), 233–244.
- Burley, J. (2002). Panorámica de la diversidad biológica forestal. Recuperado el 5 de enero de 2013 de: depósito de documentos de la FAO <http://www.fao.org/docrep/004/y3582s/y3582s02.htm>.

Castagneyrol, B., Lagache, L., Giffard, B., Kremer, A., & Jactel, H. (2012). Genetic Diversity Increases Insect Herbivory on Oak Saplings. *PLoS ONE*, 7(8), e44247.

Castaño J. M. (2012). *Ecological Engineering/Ecological Economics*. Universidad Tecnológica de Pereira. Sin publicar.

CBD, (2010). *Global Biodiversity Outlook 3*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal.

Cerqueira, L. Fadigas, F., Pereira, F., Gloaguen, T., & Costa, J. (2008). Desenvolvimento de *Heliconia psittacorum* e *Gladiolus hortulanus* irrigados com águas residuárias tratadas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 12(6) 606–613.

Chauhan, B. S., Singh, R. G., & Mahajan, G. (2012). Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review. *Crop Protection*, 38, 57–65.

Clemens, J., & Morton, R. H. (1999). Optimizing mineral nutrition for flower production in *Heliconia* “Golden Torch” using response surface methodology. *Revista Americana de la Sociedad de Ciencias Hortícolas*. 124(6) 713-718.

Contreras, O., & Moreno, F. (2005). Cobertura muerta y arvenses en la asociación *Latuca sativa* y *Allium ampeloprasum*. *Manejo integrado de plagas y agroecología*. 74:65-68.

Cox, C. M., Garrett, K. A., Bowden, R. L., Fritz, A. K., Dendy, S. P., & Heer, W. F. (2004). Cultivar Mixtures for the Simultaneous Management of Multiple Diseases: Tan Spot and Leaf Rust of Wheat. *Phytopathology*, 94(9), 961–969.

Crawford, K. M., Crutsinger, G. M., & Sanders, N. J. (2007). Host-plant genotypic diversity mediates the distribution of an ecosystem engineer. *Ecology*, 88(8), 2114–2120.

Crutsinger, G. M., Souza, L., & Sanders, N. J. (2008). Intraspecific diversity and dominant genotypes resist plant invasions. *Ecology Letters*, 11(1), 16–23.

Day Jr, J. W., Hall, C. A., Yáñez-Arancibia, A., & Pimentel, D. (2009). Ecology in times of scarcity. *Bioscience*, 59(4), 11.

De Vallavieille-Pope, C. (2004). Management of disease resistance diversity of cultivars of a species in single fields: controlling epidemics. *Comptes Rendus Biologies*, 327(7), 611–620.

Díaz J, A., Ávila L., & Oyola J. (2002). Sondeo del mercado internacional de heliconias y follajes Tropicales Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.

Díaz, J.A. (2006). Diagnóstico de la cadena productiva de heliconias y follajes en los departamentos del eje cafetero y Valle del Cauca (Colombia). UNCTAD/Programa de Facilitación del Biocomercio. Recuperado el 20 de septiembre de 2010 de: www.unctad.org/biotrade/National/Colombia/Colombiaocs/Sector_assessment_heliconias_Feb06.pdf

Duque, A. A. (2010). La estrategia de la diversidad en el cultivo y comercialización de Heliconias, Estudio de caso y catálogo fotográfico. Universidad Tecnológica de Pereira, facultad de Ciencias Ambientales Grupo de Investigación en Biodiversidad y Biotecnología. Sin publicar.

Duque, A. A. (2011). Diversidad e investigación, factores claves para la producción en heliconias cultivadas. En: Marulanda, M. L., Isaza, L., Duque A. A., & Londoño, L. M.. Biodiversidad y biotecnología en la evaluación de cultivares comerciales de heliconias, libro resultado de investigaciones. Universidad Tecnológica de Pereira. 125 p.

El espectador. 2013. Colombia exportará 500 millones de flores para enamorados de todo el mundo. Recuperado el 10 de noviembre de 2013 de: <http://www.elespectador.com/noticias/economia/articulo-402964-colombia-exportara-500-millones-de-flores-enamorados-de-todo-el>

Ellison, W.D. 1947. Soil Erosion. Soil Scienti Society of America. Proceedings, Madison, 12: 479-84.

Enjalbert, J., Dawson, J. C., Paillard, S., Rhoné, B., Rousselle, Y., Thomas, M., & Goldringer, I. (2011). Dynamic management of crop diversity: From an experimental approach to on-farm conservation. *Comptes Rendus Biologies*, 334(5-6), 458–468.

Erenstein, O. (2002). Crop residue mulching in tropical and semi-tropical countries: An evaluation of residue availability and other technological implications. *Soil and Tillage Research*, 67(2), 115–133.

Ferreira, L. B., & Oliveira, S. A. (2003) Estudos de doses de NPK nas variáveis de crescimento e produtividade de inflorescências de *Heliconia* sp. *Revista Brasileira de Horticultura ornamental*, 9(2)121-127.

Ferreira, L. B., & Pires, L. L. (2005). Efeito de adubação NPK sobre a produtividade inicial de inflorescências de *heliconia* sp. En: Congreso de pesquisa, ensino e extensão da ufg - conpeex, 2.Goiânia.

- Finckh, M. R., & Wolfe, M. S. (1997). The Use of Biodiversity to Restrict Plant Diseases and Some Consequences for Farmers and Society. In *Ecology in Agriculture* (pp. 203–237). Elsevier.
- Fisher, A. R. (1930). *The genetical theory of natural selection* (Vol. xiv). Oxford, England: Clarendon Press.
- Fontes, P. C. R. (2001). *Diagnóstico do estado nutricional das plantas*. Vicosa: UFV.
- Frei, M., & Becker, K. (2004). Agro-biodiversity in subsistence-oriented farming systems in a Philippine upland region: nutritional considerations. *Biodiversity & Conservation*, 13(8), 1591–1610.
- Futuyma, D.J. (1986). *Evolutionary Biology*, 2nd edn. Sinauer Associates, Sunderland.
- Gattie, D. K., Smith, M. C., Tollner, E. W., & McCutcheon, S. C. (2003). The emergence of ecological engineering as a discipline. *Ecological Engineering*, 20(5), 409–420.
- Głąb, T., Kulig, B. (2008). Effect of mulch and tillage system on soil porosity under wheat (*Triticum aestivum*). *Soil and Tillage Research*, 99(2), 169–178.
- Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. CATIE.
- Gliessman, S. R., Rosado-May, F. J., Zugasti, C. G., Jedlicka, J., Mendez, V. E., Cohen, R., ... Jaffe, R. (2007). *Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad*. Ecosistemas.
- Gómez, F. C., Trejo, L. I. & Vidal, B. (2012). *Heliconia psittacorum* Responds to Variations of Nitrate/Ammonium Ratios under Hydroponic Conditions. *Acta Horticulturae*, 947; 261-268 Soiless culture and hydroponics International symposium; 2nd, Soiless culture and hydroponics.
- Greenfield, J. C., & World Bank. (1990). *etiver: la barrera contra la erosión*. Washington, D.C.: Banco Mundial.
- GRI (2010). *Reporte (Global Reporting Iniciativa) del sector floricultor colombiano asociado en Asocolflores, Una apuesta por la sostenibilidad..Recuperado el 25 de sept de: <http://cecodes.org.co/reportes/archivos/asocolflores/ReporteGRIAsocolflores.pdf>*
- Guzmán, C., González, M., & Sevilla, E. (2000). *La agroecología como desarrollo rural sostenible*. Mundi-Prensa. Madrid.

- Heliconia Society International HSI. (2005). The Heliconia Checklist and Register. Bulletin. 12(3): 1-36.
- Henao, E., & Ospina, K. A. (2008). Insectos benéficos asociados a cultivos de heliconias en el Eje Cafetero Colombiano. Boletín Científico Museo de Historia Natural Universidad de Caldas 12: 157-166.
- Hernández, Y., Alfaro, E., Mederos, D., & Rivas, E. (2009). Las coberturas vivas en sistemas de cultivos agrícolas. Temas de Ciencia y Tecnología 13(38): 7-16.
- Holdridge, L. R. (1987). Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., ... Wardle, D. A. (2005). EFFECTS OF BIODIVERSITY ON ECOSYSTEM FUNCTIONING: A CONSENSUS OF CURRENT KNOWLEDGE. Ecological Monographs, 75(1), 3–35.
- Hughes, A. R., Inouye, B. D., Johnson, M. T. J., Underwood, N., & Vellend, M. (2008). Ecological consequences of genetic diversity. Ecology Letters, 11(6), 609–623.
- International Assessment of Agricultural Knowledge, Science, and Technology for Development (Project). (2009). Synthesis report: a synthesis of the global and sub-global IAASTD reports. Washington, DC: Island Press.
- Jerez, E. (2007). Revisión Bibliográfica El Cultivo de las Heliconias. Cultivos tropicales 28(1):29-35.
- Johnson, M. T. J., Lajeunesse, M. J., & Agrawal, A. A. (2006). Additive and interactive effects of plant genotypic diversity on arthropod communities and plant fitness. Ecology Letters, 051012084514001.
- Jones, C. G. (2012). Grand challenges for the future of ecological engineering. Ecological Engineering, 45, 80–84.
- Jørgensen, S.E. (2009). Applications in Ecological Engineering. Elsevier.
- Jørgensen, Sven Erik, & Nielsen, S. N. (1996). Application of ecological engineering principles in agriculture. Ecological Engineering, 7(4), 373–381.
- Kanaga, M. K., Latta, L. C., Mock, K. E., Ryel, R. J., Lindroth, R. L., & Pfrender, M. E. (2009). Plant genotypic diversity and environmental stress interact to negatively affect arthropod community diversity. Arthropod-Plant Interactions, 3(4), 249–258.

- Kangas, P. C. (2004). *Ecological engineering: principles and practice*. Boca Raton: Lewis Publishers.
- Kennedy, G. G., Gould, F., Deponti, O. M. B., & Stinner, R. E. (1987). Ecological, Agricultural, Genetic, and Commercial Considerations in the Deployment of Insect-resistant Germplasm. *Environmental Entomology*, 16(2), 327–338.
- La República. (2010). Heliconias: un negocio que florece en el Eje Cafetero. Recuperado 10 de julio de 2011. De: http://rse.larepublica.com.co/archivos/AGRONEGOCIOS/2010-07-28/heliconias-un-negocio-que-florece-en-el-eje-cafetero_106522.php#.
- Lal, R. (2011). Sequestering carbon in soils of agro-ecosystems. *Food Policy*, 36, S33–S39.
- LAMAS, A. M. (1998). *Curso Técnico de cultivo: Plantas Ornamentais Tropicais e Floricultura Tropical*. Alagoas, (Apostila).
- Li, N., Jia, S., Wang, X., Duan, X., Zhou, Y., Wang, Z., & Lu, G. (2012). The Effect of Wheat Mixtures on the Powdery Mildew Disease and Some Yield Components. *Journal of Integrative Agriculture*, 11(4), 611–620.
- Lobo, M. (2008). Importancia de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad en el desarrollo de sistemas de producción sostenibles. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 9(2):19-30.
- MA. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment. World Resources.
- Machado A., Mendes J., Lima J. T., Brites, P. (2011). Qualidade de inflorescências de *Heliconia stricta* e *Heliconia bihai* produzidas sob adubação química e orgânica. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 17(2) 133-140.
- Madritch, M., Donaldson, J. R., & Lindroth, R. L. (2006). Genetic Identity of *Populus tremuloides* Litter Influences Decomposition and Nutrient Release in a Mixed Forest Stand. *Ecosystems*, 9(4), 528–537.
- Marulanda, M. L., Isaza, L., Duque A. A., & Londoño, L. M. (2011). *Biodeversidad y biotecnología en la evaluación de cultivares comerciales de heliconias*, libro resultado de investigaciones. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Masera O., Astier M., & Lopez-Ridaura S. (1999). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco MESMIS*. Mundiprensa, México.

- Maza, V. (2006). Cultivo, cosecha y poscosecha de Heliconias y flores tropicales. Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín.
- McGill, B., Enquist, B., Weiher, E., & Westoby, M. (2006). Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(4), 178–185.
- Meyer, L. D. (1976). Soil erosion concepts and misconceptions. En: Third Federal Inter-Agency Sedimentation Conference. Denver, Colorado. Proceedings. Sedimentation Committee Water Resources Council, Denver.
- Melendez-Ackerman, E. J., Speranza, P., Kress, W. J., Rohena, L., Toledo, E., Cortes, C., ... Soltis, D. (2005). Microevolutionary Processes Inferred from AFLP and Morphological Variation in *Heliconia bihai* (Heliconiaceae). *International Journal of Plant Sciences*, 166(5), 781–794.
- Mitsch, W. J. (2012). What is ecological engineering? *Ecological Engineering*, 45, 5–12.
- Mitsch, W. J., & Jørgensen, S. E. (2003). Ecological engineering: A field whose time has come. *Ecological Engineering*, 20(5), 363–377.
- Mitsch, W. J., & Jørgensen, S. E. (2004). *Ecological Engineering and Ecosystem Restoration*. John Wiley & Sons.
- Montero, H., & Quintero, J. (2010). Guías de buenas prácticas ambientales para cultivos de flores y ornamentales. Asocolflores y MAVDT. Colombia.
- Mundt, C. C. (2002). USE OF MULTILINE CULTIVARS AND CULTIVAR MIXTURES FOR DISEASE MANAGEMENT. *Annual Review of Phytopathology*, 40(1), 381–410.
- Mundt, C. C., Brophy, L. S., & Schmitt, M. S. (1995). Choosing crop cultivars and cultivar mixtures under low versus high disease pressure: A case study with wheat. *Crop Protection*, 14(6), 509–515.
- Murdoch, W. W., Evans F. C., & Peterson, C. H. (1972). Diversity and pattern in plants and insects. *Ecology* 53, 819–829.
- Newton, A. C., & Guy, D. C. (2011). Scale and spatial structure effects on the outcome of barley cultivar mixture trials for disease control. *Field Crops Research*, 123(2), 74–79.
- Nuez, F., Ruiz, J. J., Prohens, J. (1997). Mejora genética para mantener la diversidad en los cultivos agrícolas. Documento informativo de estudio no. 6 de la FAO.

Odum, E. P., Barrett, G. W., & Ortega, M. T. A. (2006). *Fundamentos de ecología*. Thomson.

Ortíz-Ávila, T. (2008). Caracterización de sistemas de manejo de recursos naturales. En: Astier M. Masera O. Galván-Miyoshi Y (eds.). *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. CEAE, SIGA, ECOSUR, SIEco, UNAM, GIRA, Mundiprensa, Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable España, pp. 59-71.

Peacock, L., Hunter, T., Turner, H., & Brain, P. (2001). Does host genotype diversity affect the distribution of insect and disease damage in willow cropping systems? *Journal of Applied Ecology*, 38(5), 1070–1081.

Pielou, E. C. (1994). Biodiversity versus old-style diversity: measuring biodiversity for conservation. En T.J.B. Boyle y B. Boontawee, eds. *Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forests*, Bogor, Indonesia, CIFOR. p. 5-17.

Pinto, S. A. (2007). *Heliconia psittacorum L.: Propagação e adubação na fase inicial do cultivo*. Tesis. Universidade Federal de Viçosa. Brasil.

Ramakrishna, A., Tam, H. M., Wani, S. P., & Long, T. D. (2006). Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. *Field Crops Research*, 95(2-3), 115–125.

Ramírez, R. (2010). *Modelo productivo de las Zingiberales, Productividad y Competitividad*. En: Alarcón J. (eds.). *Manejo Fitosanitario y Productivo de Heliconias*. Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

Reijntjes, C., Haverkort, B., & Waters-Bayer, A. (1992). *Farming for the future: an introduction to low-external-input and sustainable agriculture*. London; Leysden, Netherlands: Macmillan: ILEIA.

Reynolds, L. K., McGlathery, K. J., & Waycott, M. (2012). Genetic Diversity Enhances Restoration Success by Augmenting Ecosystem Services. *PLoS ONE*, 7(6), e38397.

Ribeiro de Castro, A. C. (2007). *Deficiência De Macronutrientes Em Helicônia 'olden Torch'*. Tesis presentada al Programa de posgrado en botánica, de la Universidad Federal Rural de Pernambuco.

Ribeiro de Castro, A. C., Loges, V., Santos da Costa, A., Arruda de Castro, M., Souza de Aragão, F., Gomes, L. (2007). Hastes florais de helicônia sob deficiência de macronutrientes. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 42(9), 1299-1306.

- Riechmann, J. (2006). Biomimesis: ensayos sobre imitación de la naturaleza, ecosocialismo y autocontención. Los Libros de la Catarata.
- Rocha, N. E. (2010). Diseño de una metodología de diagnóstico para empresas productoras de flores tropicales y follajes en el eje cafetero. Tesis Magíster en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.
- Rodríguez-Flores, C., & Stiles, F. (2005). Análisis ecomorfológico de una comunidad de colibríes ermitaños (Trochilidae, Phaethorninae) y sus flores en la amazonía colombiana. *Ornitología Colombiana*, 3, 7–27.
- Sarandón, S. (2010). Biodiversidad, agrobiodiversidad y agricultura sustentable: análisis del convenio sobre diversidad biológica. En: León Sicard, T. E., Altieri, M. A. Eds. *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones*. p 10 -130. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Schweitzer, J. A., Bailey, J. K., Hart, S. C., & Whitham, T. G. (2005). Nonadditive effects of mixing cottonwood genotypes on litter decomposition and nutrient dynamics. *Ecology*, 86(10), 2834–2840.
- Sendín, J. F. C., Selma, M. A. E., & Bermúdez, F. L. (2000). Biodiversidad: Contribución a su conocimiento y conservación en la Región de Murcia. EDITUM.
- Siemann, E., Tilman, D., Haarstad, J., & Ritchie, M. (1998). Experimental Tests of the Dependence of Arthropod Diversity on Plant Diversity. *The American Naturalist*, 152(5), 738–750.
- Stein, K., & Hensen, I. (2011). Potential pollinators and robbers: a study of the floral visitors of *Heliconia angusta* (Heliconiaceae) and their behaviour. *Journal of Pollination Ecology*, 4, 39–47.
- Stiles, F. G. (1975). Ecology, Flowering Phenology, and Hummingbird Pollination of Some Costa Rican *Heliconia* Species. *Ecology*, 56(2), 285.
- Straskraba, M. (1993). Ecotechnology as a new means for environmental management. *Ecological Engineering*, 2(4), 311–331.
- Sutherland, W. J., Adams, W. M., Aronson, R. B., Aveling, R., Blackburn, T. M., Broad, S., ... Watkinson, A. R. (2009). The Hundred Questions of Importance to the Conservation of Global Biological Diversity. *Conservation Biology*, 23(3), 557–567.
- Temeles, E. J., & Kress, W. J. (2003). Adaptation in a Plant-Hummingbird Association. *Science*, 300(5619), 630–633.

Tews, J., Brose, U., Grimm, V., Tielbörger, K., Wichmann, M. C., Schwager, M., & Jeltsch, F. (2004). Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures: Animal species diversity driven by habitat heterogeneity. *Journal of Biogeography*, 31(1), 79–92.

Thrupp, L. A., & World Resources Institute. (1998). *Cultivating diversity: agrobiodiversity and food security*. Washington, DC: World Resources Institute.

Tian, Y., Liu, J., Wang, X., & Gao, L. (2011). Carbon mineralization in the soils under different cover crops and residue management in an intensive protected vegetable cultivation. *Scientia Horticulturae*, 127(3), 198–206.

UNEP/GRID-Arendal (2005). *Linkages between Ecosystem Services and Human Well-being*. UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library. Recuperado el 11 de noviembre de 2012 de: <http://maps.grida.no/go/graphic/linkagesbetween-ecosystem-services-and-human-well-being>

Vandermeer, J. (199). *The ecological basis of alternative agriculture : Sustainability issues*. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26, 201–224.

Villegas, N. P., Alarcón, J. R., Galindo, J. R. (s.f). *Enfermedades limitantes de la producción de heliconias en los departamentos de Caldas, Risaralda y Quindío*. *Boletín de Sanidad Vegetal* 37. ICA y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá (Colombia).

Whitham, T. G., Young, W. P., Martinsen, G. D., Gehring, C. A., Schweitzer, J. A., Shuster, S. M., ... Kuske, C. R. (2003). C MMUNIT AN EC S STEM ENETICS: A CONSEQUENCE OF THE EXTENDED PHENOTYPE. *Ecology*, 84(3), 559–573.

Wimp, . M., Wooley, S., Bangert, R. K., oung, W. P., Martinsen, . ., Keim, P., ... Whitham, T. G. (2007). Plant genetics predicts intra-annual variation in phytochemistry and arthropod community structure. *Molecular Ecology*, 16(23), 5057–5069.

Wimp, Gina M., Martinsen, G. D., Floate, K. D., Bangert, R. K., & Whitham, T. G. (2005). PLANT GENETIC DETERMINANTS OF ARTHROPOD COMMUNITY STRUCTURE AND DIVERSITY. *Evolution*, 59(1), 61–69.

Wimp, Gina Marie, Young, W. P., Woolbright, S. A., Martinsen, G. D., Keim, P., & Whitham, T. G. (2004). Conserving plant genetic diversity for dependent animal communities. *Ecology Letters*, 7(9), 776–780.

Zhu, Y., Chen, H., Fan, J., Wang, Y., Li, Y., Chen, J., ... Mundt, C. C. (2000). Genetic diversity and disease control in rice. *Nature*, 406(6797), 718–722.

8. ANEXOS

Anexo 1: Esquema entrevista aspectos de diseño y manejo

ASPECTOS BIOFÍSICOS, DISEÑO Y MANEJO DEL AGROECOSISTEMA

| |
|--|
| fecha: |
| Nombre de la finca |
| Ubicación de la finca |
| Área de la finca _____ Área en |
| Hace cuánto tiene el cultivo de heliconias |
| Nombre del entrevistado |

CRITERIOS DE DISEÑO- ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

¿Por qué heliconias? _____

¿Por qué se seleccionaron esas especies y variedades?

Adaptación al sitio

Resistencia a plagas y enfermedades

Tendencias de mercado

Otro. ¿Cuál? _____

Productividad

***¿Cuántas variedades de heliconias hay en la finca? _____

Comerciales _____ De colección _____

¿Qué percepción tiene sobre la diversidad de variedades sembradas?

Oportunidades de mercado

Agro-ecoturismo

Disminución riesgo económico

No es conveniente. Mejor especializarse

Beneficios ecológicos

Otro. ¿Cuál? _____

¿Qué planea hacer con las especies sembradas que dejan de ser atractivas en el mercado?

Dejarlas intactas

Reemplazarlas pero guardar algunas como colección

Reemplazarlas totalmente

Otro. ¿Cuál? _____

¿Qué se tuvo en cuenta para definir la distribución en el terreno de las variedades de heliconias sembradas?

Topografía (pendiente)

Distancia al centro de acopio

sombrío entre distintas variedades

Peso de la flor

Radiación solar

Cercanía a vías

Disponibilidad nutrientes

Otro. ¿Cuál? _____

¿Cuáles fueron los criterios para definir distancia de siembra de las variedades sembradas?

Altura de la planta

Cobertura aérea de los vástagos (grado de inclinación, hábito de crecimiento de hojas)

Geometría de crecimiento

Fertilidad del suelo

Ninguno

Distribución de lluvias en el año

Otro. ¿Cuál?

*¿Cuáles especies vegetales se pueden asociar con heliconias? _____

¿Cuál es su percepción del negocio con heliconias y cómo se visualiza en algunos años?

¿Planea hacer expansión del área de siembra en el corto plazo? Si No

¿Qué opina del cultivo de heliconias en términos ambientales?

¿En qué aspectos cree que se necesita investigar más acerca del cultivo de heliconias? _____

DESCRIPCIÓN BIOFÍSICA DEL AGROECOSISTEMA

| Altitud | Temperatura | precipitación promedio | Humedad relativa |
|---------|-------------|------------------------|------------------|
| | | | |

Sucesos climáticos

¿Cuáles sucesos climáticos afectan más el cultivo? invierno sequía
¿cómo se afecta el cultivo con ambas? _____

¿Qué actividades realizan para disminuir los efectos de estas variaciones (antes, durante y después)?

- Identificar y hacer nuevos drenajes Aplicar productos para acelerar descomposición de hojas
 Incrementar deshojes Otros ¿Cuáles? _____
 Aplicar riego

Suelos

¿Realizan análisis físico-químico del suelo? Si No

¿Con qué frecuencia?

¿En qué cultivos lo utilizan? _____

¿Cuáles son las características del suelo (textura, contenido de materia orgánica, inclinación)

¿Qué uso tenía el suelo antes del cultivo de heliconias?

- Bosque Cultivo Ganado Descanso Otros _____

¿Cómo percibe los suelos con el cultivo de heliconias?

- los suelos están mejor
 los suelos están igual
 los suelos están peor

OTROS SUBSISTEMAS DE CULTIVOS, ANIMALES, ÁREAS SILVESTRES Y CASA

¿Qué otros **cultivos** hay en la finca? **Uso:** (1)autoabastecimiento, (2)comercialización, (3)alimentación animal, (4)otro. **Fertilización:** química (1), org (2). **Labranza:** (1)convencional, (2)de conservación, (3) cero

| cultivo y hace cuánto lo están cultivando | Área (ha) | usos | fertilizac. | Uso Agroquím. (si/no) | Riego (si/no) | Labranza |
|---|-----------|------|-------------|-----------------------|---------------|----------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

¿Hay asociaciones de cultivos? Si No

¿Cuáles y con qué fin? _____

¿Hay rotaciones? Si No

¿Cuáles y con qué fin? _____

¿Existen especies **animales** en la finca? Si No

Uso: (1)Autoabastecimiento, (2)comercialización, (3)trabajo finca, (4)otro

| Animal | Área | Uso | cantidad |
|--------|------|-----|----------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

¿Qué se hace con el estiércol de los animales? _____

Fuentes de agua de la zona

¿Cuáles son las fuentes de agua presentes en la finca?

Ríos _____ Acueducto _____
 Quebradas _____ Pozo _____
 Nacimiento _____ Otro _____

¿Están protegidos con vegetación las rondas de quebradas, nacimientos, ríos? Si No NA

¿Hay una distancia adecuada entre la fuente de agua y el cultivo de heliconias? Si No NA

¿Cuántos metros? _____

¿Hay captación y almacenamiento de agua lluvia? Si No

¿Existen **áreas silvestres dentro de la finca? Si No

| Áreas silvestres | Se protegen (si/no) | Área (ha) | usos | Especies |
|-------------------|---------------------|-----------|------|----------|
| Guadual | | | | |
| Bosque secundario | | | | |
| Bosque de ribera | | | | |
| Bosque plantado | | | | |
| Rastrojo bajo | | | | |
| Otro | | | | |

Usos: (1) Madera para construcción, (2) Guadua para construcción, (3) Extracción de leña, (4) Recreación y turismo, (5) Límites de la finca, (6) Área de conservación

Por favor dibujar un mapa de la finca (que incluya casa, cultivos, establos, estanques, áreas silvestres, fuentes de agua, vías, huerta, patio, zona de acopio)

PREPARACIÓN DEL TERRENO, PROPAGACIÓN Y SIEMBRA

¿Se requirió la construcción de sistemas de drenaje? Si No

¿Cómo fue el proceso realizado al lote antes de sembrar? Ejemplo: cambios en el suelo (pH, esterilización, inclinación, proporción de nutrientes), eliminación de árboles y/o arbustos, etc.

¿Cuál es el método de propagación?

Rizoma procedencia _____
 In-vitro procedencia _____

¿Cómo proceso de selección y propagación? _____

¿Cómo es el proceso de siembra? _____

LABORES DE MANTENIMIENTO DEL CULTIVO DE HELICONIAS

| | frecuencia | objetivo | Uso residuos | Observaciones |
|-----------|------------|----------|--------------|---------------|
| Deshoje | | | | |
| Deshije | | | | |
| Plateo | | | | |
| Tutorado | | | | |
| Resiembra | | | | |
| Cosecha | | | | |

DISEÑO DEL CULTIVO

•Diversidad específica, genética, espacial y temporal, de cultivares sembradas

Diferenciar las comerciales de las de colección.

| Variedad | Edad | pendiente (plano, media, alta) | Distancia siembra | Tamaño lote | Sitios/ha | Rendimie. (flores/ha) | Sombra (ninguna, poca, med, alta) | Canal de comercial. actualmente |
|----------|------|--------------------------------------|----------------------|-------------|-----------|--------------------------|--|---------------------------------------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

***¿Cuáles SON O FUERON las especies acompañantes del cultivo de heliconias y sus usos? (sombrió al inicio, pancoger al inicio, sombrío permanente, follajes, otros cultivos) UBICACIÓN CON RESPECTO AL CULTIVO DE HELICONIAS: (1) dispersa dentro del lote, (2) en hileras en las calles del cultivo de heliconias, (3) intercalado, (4) rodeando el lote de heliconias, (5) otro

| Especie | sombrio | ALIMENTO | | | comercial | fertil. suelo | UBICACIÓN |
|---------|---------|----------|----------|----------|-----------|------------------|-----------|
| | | autoab | comercia | animales | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Otros? _____

¿Es conveniente sembrar plátano y banano con heliconias? Si No No sabe

¿Qué cuidados deberían tenerse si se siembran juntos? _____

¿Hay cercas vivas o linderos? Si No

| Especie | separar lot. | exc animal | ALIMENTO | | | madera | benef ecolog |
|---------|--------------|------------|----------|-----------|--------|--------|--------------|
| | | | autoab | comercial | animal | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Otros? _____

**Procura que el suelo del cultivo de H esté: Cubierto Desnudo

**¿Con qué está cubierto?

- Arvenses
- Residuos de cosecha
- Otros cultivos
- Otro ¿cuál? _____

¿Tienen problemas de erosión? ¿Cuáles? _____

**¿Cuáles prácticas son implementadas para EVITAR O REDUCIR erosión?

- Barreras vivas
- Barreras antiescorrentía/trinchos
- Siembra en curvas de nivel
- Mantener cubierto el suelo con vegetación
- Manejo de terrazas

Otras? _____

*****FERTILIZACIÓN**

¿Qué tipo de fertilización usa en el cultivo de heliconias?

- Orgánica
- Química

¿A todas las variedades se les fertiliza igual? Si No

¿Qué criterios utiliza para decidir la fertilización (tipo de fertilizante, época, dosis?)

- Disponibilidad de nutrientes (análisis químico del suelo)
- Criterio del agrónomo
- Requerimiento nutricional del cultivo, proporciones N:P:K
- Lo recomendado por un tercero
- Otro ¿Cuál? _____

| Fertilizante/Abono | Frecuencia | Cantidad por hectárea | Observaciones (especificidad de fertilización en alguna variedad) |
|--------------------|------------|-----------------------|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

¿Produce compost? Si No

¿Con qué materiales?

- Estiércol animales de la finca
- Residuos vegetales cultivo heliconias
- Residuos vegetales de los otros cultivos de la finca
- Residuos orgánicos domésticos
- Materiales traídos de otras fincas
- Materiales comprados

Otros _____

¿En qué utiliza el compost?

- Cultivo de heliconias
- Otros cultivos de la finca
- Venta

Si utiliza abono orgánico para fertilizar el cultivo de heliconias:

% propio _____ % externo _____

*****MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES**

¿Cuáles son las principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo (Asigne los números del 1 al 5, siendo 1 la principal)?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Pudrición (<i>Phytophthora sp.</i>) | <input type="checkbox"/> Picudo (<i>Cholus Sicaudata</i>) |
| <input type="checkbox"/> Marchitez del plátano (<i>Fusarium oxysporum</i>) | <input type="checkbox"/> Thrips palmi |
| <input type="checkbox"/> <i>Helminthosporium sp.</i> | <input type="checkbox"/> Virus Mosaico del pepino |
| <input type="checkbox"/> Moko (<i>Ralstonia solanacearum</i>) | <input type="checkbox"/> Minador (<i>Radopholus similis</i>) |
| <input type="checkbox"/> Cochinilla (<i>Planococcus citri</i> .) | <input type="checkbox"/> Nemátodo <i>Meloidogyne sp</i> |
| <input type="checkbox"/> Bacteriosis producida por <i>Erwinia sp.</i> | <input type="checkbox"/> Otro ¿cuál? _____ |

- Sintético Integrado Manual/Biológica No tiene plagas ni enfermedades

¿En qué casos usa plaguicidas químicos?

- Permanentemente/ periódicamente Como última medida. Se evita su uso
- Siempre que se presenta plaga Nunca

Sintética

| Plaguicida | Frecuencia/ últimas aplicaciones | Observaciones (percepciones nada, poco, mucho) |
|------------|----------------------------------|--|
| | | |
| | | |

Natural/Biológica (Prevención y manejo)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Desinfección de suelo | <input type="checkbox"/> Trampas mecánicas |
| <input type="checkbox"/> Rizomas sanos | <input type="checkbox"/> Drenajes |
| <input type="checkbox"/> Evitar terrenos con antecedentes | <input type="checkbox"/> Alelopatía |
| <input type="checkbox"/> Evitar monocultivos | <input type="checkbox"/> Extractos de plantas |
| <input type="checkbox"/> Policultivos | <input type="checkbox"/> Enemigos naturales |
| <input type="checkbox"/> Labores culturales al día | <input type="checkbox"/> Beauveria Bassiana |
| <input type="checkbox"/> Riego con agua limpia | <input type="checkbox"/> Trichoderma sp. |
| <input type="checkbox"/> Desinfección de herramientas de trabajo | <input type="checkbox"/> Metarhizium |
| <input type="checkbox"/> Otros ¿cuáles? _____ | |

¿Cuáles criterios tiene para definir el manejo de una enfermedad o plaga en un momento dado?

- Lo recomendado por el agrónomo
- Conocimiento población del insecto y sus predadores
- Conocimiento de efectos en otros organismos
- Otros

***MANEJO DE ARVENSES

¿Por qué hay presencia de arvenses?

- Escasez de tiempo para eliminarlas
- Escasez de dinero para comprar herbicidas
- Por beneficios ecológicos
- Porque se ha abandonado el cultivo
- Otro ¿cuál? _____

¿Cuáles son los beneficios de tener esas arvenses en el cultivo? _____

¿Cuáles son los perjuicios de tener esas arvenses en el cultivo? _____

¿Cuáles son los criterios para definir el manejo de las arvenses?

¿Cuál(es) es el sistema(s) de manejo de las arvenses?

Herbicidas

| Herbicida | Frecuencia | Observaciones (percepciones nada, poco, mucho/ solo los primeros años del cultivo?) |
|-----------|------------|---|
| | | |
| | | |
| | | |

Control manual -machete

| Época | Veces al año | Observaciones |
|-------|--------------|---------------|
| | | |
| | | |

Control con guadaña

| Época | Veces al año | Observaciones |
|-------|--------------|---------------|
| | | |
| | | |

MANEJO DEL AGUA

¿Posee sistema de riego?

- Si No

¿Cuál es el

- por goteo
- por pulsos
- con aspersores
- con manguera
- otro ¿cuál? _____

¿Cuáles son los criterios para definir la cantidad y frecuencia del riego?

- Radiación
- Características planta
- Temperatura aire
- Precipitación
- Características suelo
- Recomendación agrónomo
- Otro ¿cuál?

¿Cuál es la fuente de abastecimiento de agua para las siguientes prácticas?

| Práctica | Fuente | | | | | | |
|---------------------|-----------|----------------|------------|-------|-------------|-------|-------------|
| | Acueducto | Quebrada o río | nacimiento | Lagos | Agua lluvia | Pozos | otro ¿cuál? |
| Riego | | | | | | | |
| Fertilización | | | | | | | |
| Manejo Plagas y enf | | | | | | | |
| Cosecha | | | | | | | |
| Uso doméstico | | | | | | | |

¿Hay sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas y agropecuarias? ¿cuál?

MANEJO DE RESIDUOS

***¿Dispone los residuos vegetales de la cosecha en las calles del cultivo? Si No

¿Utiliza los residuos vegetales de cosecha de las heliconias en otro cultivo? Si No

¿con qué objetivo? _____

¿Qué funciones cumple esta práctica?

- Aporte de Materia Org. al suelo
- Control de arvenses en el cultivo
- Conserv. Humedad del suelo
- Estimulación biota suelo
- Protección suelo de erosión

¿Qué desventajas ha observado?

- Propiciar la presencia de picudo
- Aumenta riesgo de enfermedades o plagas

Otros _____

***¿Qué hace con los residuos vegetales de poscosecha? _____

¿Cuál es el manejo de envases de agroquímicos?

- Quema, enterramiento, disposición a cielo abierto
- Triple lavado, perforación, aislamiento envases, entrega a empresa productora
- Aislamiento, entrega a recolectores no identificados.
- No producen residuos de agroquímicos

¿Cuál es el manejo de residuos domésticos? _____

FUENTE DE ENERGÍA UTILIZADA

¿Cuáles son las fuentes de energía utilizadas en las labores del cultivo?

| Fuente | mucho | poco | nada | Observaciones |
|---------------------|-------|------|------|---------------|
| Gasolina | | | | |
| Aceite | | | | |
| Mano de obra humana | | | | |
| Fuerza animal | | | | |
| Otra | | | | |

Anexo 2: Esquema entrevista aspectos socio económicos

Relación del entrevistado con el terreno _____

- Propietario
 Agregado de la finca
 Administrador
 Arrendatario del cultivo
 Encargado del cultivo de heliconias
 Otro _____

Nombre del propietario de la finca _____

Nombre del propietario del cultivo _____

¿El propietario del cultivo vive en la finca? Si No

¿Pertenece a alguna organización por ser productor de heliconias? Si No

Nombre de la organización _____

Beneficios

- Disminución de costos en insumos
 Acceso a información y conocimientos
 Aumento de precios en venta
 Acceso a redes y ferias internacionales
 Reducción de costos en comercialización
 Procesos de investigación conjuntos
 Otros, cuáles _____

¿Tiene certificaciones por ser productor o comercializador de heliconias? Si o

Certificaciones _____

Beneficios _____

Implicaciones en el manejo del cultivo _____

Nivel de formación educativa de los habitantes y trabajadores de la finca (incluye fijo y variable) (1) primaria incompleta. (2) primaria completa. (3) secundaria incompleta. (4) secundaria completa. (5) técnica o tecnología incompleta. (6) técnica o tecnología completa. (7) universidad incompleta. (8) universidad completa. (9) posgrado.

| h/m | Persona | Nivel educativo | Edad | Rol en la finca (familiar y laboral, cultivo, poscosecha) |
|-----|---------|-----------------|------|---|
| 1 | | | | propietario |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |

OBSERVACIONES (cursos realizados) _____

Generación de empleo en el cultivo

| Tipo de contrato | # personas | Prestaciones sociales |
|------------------|------------|-----------------------|
| fijo | | |
| indefin. | | |
| variable | | |

¿Cuál es el sistema productivo que representa mayor sustento económico para la finca? _____

¿Cuál es el rol de las heliconias en el sustento económico (fuente alterna %, fuente única)?

- Fuente alterna
 Fuente única
 No genera ingresos actualmente

¿Está satisfecho con lo que hace?

- Está muy contento con lo que hace.
 Está contento, pero antes le iba mucho mejor
 No está del todo satisfecho. Se queda porque es lo único que sabe hacer
 Poco satisfecho con esta forma de vida. Anhela vivir en la ciudad y ocuparse de otra actividad
 Está desilusionado con la vida que lleva, no lo haría más. Está esperando que se le presente una oportunidad para dejar la producción de heliconias.

Anexo 3: Respuesta de los agricultores a preguntas abiertas

¿Qué opina del cultivo en términos ambientales?

- Yo no uso químicos, yo uso principalmente biológicos. Se mantiene la tierra más sana. A mí me gusta. No se daña tanto la tierra porque no se aplican herbicidas, la heliconias no es de agroinsumos fuertes, nocivos, mientras que uno le esté haciendo raleo, la mantenga limpia, y le esté haciendo las cosas con el oxicloruro, con el ditane [agroquímico], ella se maneja bien.

Marta Mora (Propietario. Bellavista)

- Muy favorable, produce mucha biomasa, oxígeno, otros cultivos necesitan más fumigaciones, más químicos para lograr buen resultado. Hace la comparación de que del 100% de agroquímicos que se utilizan en las flores tradicionales, 30% es lo que consumen las heliconias.

Jorge Mahe (Propietario- Casablanca-Sanmiguel)

- Es el más beneficioso para toda la parte ambiental... Hay algo muy importante que yo le digo a toda la gente, el cultivo de heliconias es como una selva pequeña, donde conviven ranas, insectos, donde se ve una cadena biológica, yo en mi cultivo tengo cangrejos... todas las podas quedan ahí en el terreno, entonces se vuelve como una selva pequeña. Es una gran consumidora de carbono, yo pienso que si el mundo mirara las heliconias como debería miraras es la flor del futuro, y lo veo porque es una flor que no necesita químicos, porque ella se auto-sostiene porque tiene mucho volumen de tallos y hojas entonces coge el carbono y lo convierte en oxígeno, es una flor que está a libre exposición. Es una flor que almacena agua, cuando uno corta una flor le puede sacar 200-250 cm³ de agua.

Yo la llamo en el mundo moderno “la flor del futuro”, yo pienso que se podría ver no como “la flor” sino como “la flor que podría ayudarle al mundo a hacer muchas cosas”, como reserva de oxígeno, de agua, como la selva pequeña donde muchos animales se pueden conservar. Nosotros tal vez no hemos mirado la comercialización de heliconias desde ese punto, desde el punto de vista biológico, ecológico, de ponerle una etiqueta que le diga al comprador de una superficie grande: “usted comprando esta flor está ayudando a conservar tal especie o está ayudando a que el mundo conserve tantos litros de agua, conserve tantas cosas”, entonces realmente yo pienso que en el punto de la conservación esta flor no se ha mirado como es. Yo le diría a los europeos, por ejemplo a las empresas, por ejemplo una multinacional, que adopten una hectárea de heliconia. Si adoptan un bosque tienen que esperar, en cambio la heliconia en 1-2 años ya está devolviendo oxígeno y fuera de eso está produciendo las flores.

Amarran el suelo, con la maraca hacen shampoo. En Centroamérica con la ginger por los aromas sacan lociones y cosas para relajar. Hay muchos procesos que se pueden realizar. Por donde se le mire es una flor que tiene todas las ventajas.

La heliconia por su gran producción de materia orgánica y cuando se hace poda de hojas, es regeneradora de suelo porque la primera capa vegetal se va convirtiendo en una capa orgánica, todos esos desechos se van descomponiendo allí en el suelo.

Juan Guillermo Angel (Propietario Ecohotel Los Lagos).

- Hay controversia, hay mucha gente que maneja mucho químico. Si uno pertenece a Asocolflores, ellos tienen normas y están pendientes. Pero en general se aplica mucho, mucho plaguicida, se aplica mucho insecticida. Ahora hay una campaña muy grande para usar productos biológicos. A raíz del problema con el moko que tuvimos, todas las personas que llegan aquí nos dicen: trate de no usar químicos al máximo, eso acabó con la tierra de ustedes. Entonces rehacer una tierra, levantar el nivel de nutrientes de los suelos, después de haber echado tanto químico, es muy complicado.

María Leonor Echeverry (Propietario El Arroyo)

- [es bueno] para la fauna, flora. Se ven muchos animalitos, siempre y cuando sea un manejo natural. Acá el manejo ha sido prácticamente orgánico. No hay necesidad de intoxicarla con nada. Ella sin echarle nada ella da. Si ella no muestra ninguna enfermedad, no hay que echarle nada.

Jorge Cardona (Propietario El Jalisco)

- Nosotros aquí todo lo manejamos natural, esta finca era cafetera, en muy mal estado, quitamos el café. A mí me gusta [el cultivo de heliconias] porque hay más colibríes, más pájaros, más abejas y como manejamos el tema de la agroecología entendemos que es importante que ellos estén aquí para ayudarnos con otros procesos dentro de la finca, también ayudan a controlar, es muy interesante para lo de las aguas, permanece húmedo el suelo. No necesita mucho manejo y es un cultivo resistente. No hemos tenido ningún tipo de problema, es un cultivo muy fácil de manejar.

Diana Lopera (Propietario Gaia)

- Las heliconias retienen mucha agua, y dan sombra, protegen la cañada. [El cultivo es] muy bueno por el turismo, conservación de agua, la humedad que conserva la flor. Cuando estaba el potrero antes del cultivo de heliconias no había un nacimiento, y con las heliconias brotó el nacimiento, en el lote de la lobster salmón.

Dumar Pareja (Encargado del cultivo Hacienda Alabama)

- Es muy amigable, los manejos que se hacen, desde que se haga el manejo responsable no requiere un aporte alto de pesticidas. Acá se usa lixiviado de plátano. En la parte fitosanitaria el único problema que se ha tenido es el de fusarium y lo único que sirvió fue aplicándole trichoderma. Son plantas que generan mucho material vegetal ya que al cortar una flor de eliminan 7 hojas entonces ayudan al mejoramiento del suelo. También hay variedades que requieren sombra entonces se pueden asociar con árboles. Es un cultivo que es compatible ambientalmente. Las extracciones que el cultivo hace del suelo se deben suplir con fertilizantes químicos y también se aplica materia orgánica.

Andrés Quiceno (Encargado del cultivo Hacienda Mónaco)

- El dueño de la hacienda cuida mucho la naturaleza. Trabajamos mucho los hongos y no necesitamos mucho químico, solo cuando es muy fuerte la plaga. Retiene mucha agua, ayuda al terreno a no mantenerlo seco, los suelos de heliconias no acaban con el suelo como yuca, caña o piña. Cuando uno corta la heliconia es llena de agua por dentro.

Javier Velásquez (Encargado del cultivo Hacienda Pavas)

- Se ve que [el cultivo] es amigable. No se requieren tantos agroquímicos, se puede manejar con cosas biológicas, ciertas cosas. Es muy ecológico porque no se utilizan casi agroquímicos. casi no hay enfermedades, casi no se usan plaguicidas.

Fernando Figueroa (Propietario La Aurora)

- [El cultivo es] Lo más divino que hay, salir allá y ver todas las matas florecidas es lo más relajante, lo más enriquecedor que hay. Hay que mirar el cultivo como lo miro yo porque si no se desesperan [por la situación económica].

María Gladis González de Arenas (Propietario La Clemencia)

- A mí me parece muy bueno. La heliconia es muy bonita.

Heriberto García (Propietario La Estrella)

- Es magnífico, absolutamente beneficioso. Para la conservación de las fuentes de agua, es lo mejor. Para evitar la erosión, la conservación de especies beneficiosas, de insectos benéficos. Eso si hay que estar encima del deshoje y del destronque, porque es muy susceptible a ciertas plagas

Gloria Jaramillo (Propietario La Giralda)

- En un cultivo de manejo. No afecta [al medio ambiente] siempre y cuando se tengan controladas las plagas.

Margarita Cortés (Propietario La Margarita)

- Es excelente protege tierras, protege aguas, son productoras de oxígeno, toman mucho gas carbónico en relación a otras. Son muy protectoras de las aguas.

María Mercedes Ángel (Propietario La Pitita)

- Muy bueno. Depende del manejo que se le dé.

José Antonio Ledesma (Encargado del cultivo La Suiza)

- Es bueno. [Hay] Diversidad y cantidad de pajaritos, colibríes, en esa zona antes no habían. Antes no habían ardillas ahora se ve mucha ardilla, dentro del cultivo, debe ser porque es muy fresco. Donde hay heliconias abunda el agua.

John Fredy Mazo (Propietario Las Flores)

- Muy bueno, fabuloso, atractivo para pájaros, controla malezas, los lotes que tienen heliconias no se enmalezan tanto. Amarra el suelo, no hemos tenido problemas de derrumbes con todo el invierno que ha habido, le da fijación al suelo. Proporciona agüita. Contribuye al ciclo del agua con la evaporación, entonces ellas ayudan a que llueva bastante y haya buena agua. Es un cultivo agradecido, casi no hay que aplicar químicos, ni fertilizantes, ellas siguen produciendo, comparando con gérbera que hay que estar fumigando y estar pendiente.

Nancy López de Díaz (Propietario Mauritania)

- Excepcional. Se aumentan los colibríes, les encanta el área de la rostrata. Han aumentado los pájaros, las arañas, los sapos, las serpientes. Son reservorios de agua. Ellas [las heliconias] tienen el recipiente hecho para que las aves se alimenten.

Gloria Carmenza Patiño (Propietario Monasterio Las Carmelitas)

- Es un cultivo sano, pocas enfermedades. No hay erosión en la tierra porque antes amarra

Álvaro Arbeláez Propietario Portugal

- Es perfecto, es muy bueno para el medio ambiente. Protege el suelo de la erosión, conserva el agua, es protector de la biodiversidad de aves sobretodo colibríes, cada cultivo por esas variedades que no se eliminan son un banco genético de la biodiversidad nacional, Colombia es un país rico en heliconias y si uno está cuidando una variedad rara está cuidando la biodiversidad nacional.

Juan Guillermo López Ángel (Propietario Santa María de Las Flores)

- Me parece que son amigables totalmente. Primero retienen una cantidad de agua, amarran la tierra, tienen muchos insectos benéficos, son hospederos

de ranitas, tijeretas que son controladores [de plagas], de araña que es controladora también. Ella cuando abre [la musa], es llena de colibríes y de pájaros. Los colibríes se entran a la casa y es una belleza. No hace ningún daño, su raíz no es tan profunda. Uno corta una musa y es agua. No tengo problema de erosión. Ellas se dan debajo de los guaduales. En Europa las comen. Tengo una endémica que rescaté de un barranco, porque se me estaba muriendo. Es propia de toda esta zona. Pero no tiene duración en florero, solo 3 días.

Nidia Restrepo (Propietario Villa Carmen)

- Es excelente, tiene un impacto positivo. Retiene agua, cuando estábamos en Asocolflores una señora que sembró en cerritos contó que el cultivo le generó agua. Es muy bonito el paisaje. Desde que haya buen manejo no requiere mucho químico.

Luz Piedad Rodríguez (Propietario Villa Lola)

- Son muy buenas para el carbono. No hace daño en el suelo para nada, por el contrario, como ellas se cortan y se dejan las hojas allí, entonces la materia orgánica es muy buena y el terreno es muy bueno.

Carmenza Uribe de Jaramillo (Propietario Yerbabuena)

¿Cuál es su percepción del negocio con heliconias?

- Este negocio tiene semanalmente un flujito de caja bueno, que sabiendo administrar bien el dinero alcanza para algunas cosas, no para todo... coger el cultivo de heliconias como un medio de supervivencia o como modo de vida y [pensar] que le va a dar todo, es muy muy difícil. Puede ayudar únicamente en algo, sabiéndolo manejar bien. No alcanza porque los insumos son caros, el manejo es caro, la mano de obra es muy costosa y la labor es dispendiosa. Hay que meterle otro tipo de trabajos, por ejemplo yo trabajo para la alcaldía de Dosquebradas para hacer los arreglos florales, y a eso le combino otro tipo de actividades que tengo para poderme ayudar.

Marta Mora (Propietario. Bellavista)

- Muy bueno. Si usted quiere problemas bienvenida al negocio de las flores. Es un negocio de plena dedicación. Yo he estado en casi todas las asociaciones pero el problema radica en algo sencillo, todo funcionaría si todo el mundo estuviera comprometido con un solo objetivo. Hay personas que hacen las cosas extremadamente bien, otros muy bien, otros bien, regular... y para manejar un mercado se necesita una calidad homogénea. El mercado nacional es muy bueno, precios, pagos, flor bien aceptada en el país. Pero el mercado está supeditado al país, es mejor tener mercados en

otros países. La visión puede ser mucho más amplia. El mercado es más exigente en el exterior, pero tiene sus recompensas.

Jorge Mahe (Propietario- Casablanca-Sanmiguel)

- En este momento la situación de la heliconia es difícil, en este momento yo estoy picando 40.000 flores, porque no las vendí, y eso me afecta el cultivo. Es un cultivo que está en decadencia...

Si uno mira exuberantes ramos en los eventos y hoteles del mundo uno ve heliconias... una de las principales ventajas para el comprador es que es una flor que dura 10-15 días en el jarrón, pero para el vendedor es una desventaja porque mientras que una rosa en 3 días ya está de botar, una heliconia dura todo eso. Con respecto al precio, una heliconia pequeña el precio es similar al de una rosa, la frecuencia de compra es menor.

Los transportes cada vez los combustibles son más caros y lo único que manejamos aquí es avión, entonces esa es otra de las falencias, porque hay heliconias que manejamos que pesan 800-1000 gramos y todo lo que se maneja en avión es por volumen y por peso, entonces por volumen es muy difícil llegar a consolidar un mercado.

Una de las ventajas es que es una flor duradera, es una flor que aguanta todo, los colores, es una flor exótica que en cualquier lugar donde se ponga llama la atención, en las zonas caribeñas es una flor que se usa mucho y que se necesita todo el tiempo, en hoteles. No habíamos explorado un mercado al que en este momento logramos entrar y es los emiratos árabes, son un potencial comprador, y es el que está ahorita moviendo.

Es tener y perseverar. Pero la tendencia es que en el mercado de la flor colombiana predomine la rosa y todo lo que se da en la sabana de Bogotá y en la parte de Rionegro en Antioquia. De todas maneras yo pienso que hay que perseverar, porque en algún momento...

Juan Guillermo Ángel (Propietario Ecohotel Los Lagos).

- Yo sé que es una cosa próspera, pero los costos son demasiado altos. Actualmente está dando pérdidas, pero yo tengo que luchar para que me dé al menos con qué pagar los trabajadores, que yo los tengo con todas las de la ley, eso vale mucha plata. Antes de la ola invernal, nos iba mejor pero el problema era la demora en el pago de las personas a las que yo les vendía la flor para exportar, había gente que se demoraba 90-120 días, y es muy difícil trabajar con una plata que llega cada 120 días. Es un negocio incierto. Porque a su vez los exportadores decían que a ellos no les pagaban entonces se vuelve una cadena muy complicada. En el mercado nacional, en las floristerías pagan de a poquito y también con mucho plazo. Es muy complicada la recogida de cartera.

María Leonor Echeverry (Propietario El Arroyo)

- Hasta ahora, no le puedo dar un concepto claro. No nos ha ido tan bien. La idea era exportar y que hubieran buenos incentivos. El cultivo de heliconias es para volverse rico, no necesita agroinsumos, solo limpieza y un trabajador que la mantenga bonita

Jorge Cardona (Propietario El Jalisco)

- El negocio de las flores lo veo en general muy difícil. Como están las economías mundiales dentro de poco la gente solo va a tener para comida. Aunque son cultivos muy resistentes que no necesitan mucho manejo, aquí no hemos tenido mayor problema con ellas, por eso las vamos a dejar, porque además tenemos el mercado para lo que sacamos y protegen el suelo, pero si estamos tratando de producir mucha comida. Las dejamos allí pero no las vemos como un negocio rentable.

Diana Lopera (Propietario Gaia)

- Son fáciles de sostener, no necesitan casi insumos, solo mantenimiento. Se necesita es de alguien avisado que consiga muchos clientes.

Dumar Pareja (Encargado del cultivo Hacienda Alabama)

- Comercialmente es complicado, es difícil, desde hace algún tiempo se ha venido en crisis, porque a raíz del incentivo fitosanitario que estuvieron dando se aumentó el área sembrada en un 200%, entonces mucha gente no maneja costos ni le hace seguimiento financiero al cultivo, nosotros sabemos que producir una flor nos vale X entonces en el mercado va a valer XX, los productores que sembraron por recibir el incentivo, entonces ya tenían la flor y se iban y la vendían en el mercado local muy muy barata, por ejemplo la docena de trópica a mil pesos, ¿cómo competíamos contra ellos? entonces el mercado de Pereira se volvió complicado, ahora se está explorando otras ciudades como Cartagena, Medellín, Bogotá... el cultivo financiero es muy rentable, con el 30% de ventas el cultivo se sostiene. A mí me gusta mucho, la parte agroecológica es excelente.

Andrés Quiceno (Encargado del cultivo Hacienda Monaco)

- Para el que tenga mercado o cliente es muy bueno, pero para el que no lo tenga le va súper mal, como el caso de Tuluá, que tienen predios, tienen flor pero no tienen quien les compre. El cultivo es muy bueno. Nos está yendo muy bien con el follaje. La flor es muy delicada y el follaje no.

Javier Velásquez (Encargado del cultivo Hacienda Pavas)

- Es un negocio que apenas estamos comenzando, llevamos 10 años y estamos en pañales. Hay que dejar de lado muchas envidias, hay que ser muy abiertos, dejar los misterios, la gente es muy callada con las cosas. eso es de la sociedad nuestra, no solo de la floricultura. Es un negocio con mucho

futuro, y los que van a perseverar son los que van a salir adelante. Hay mucha gente que ha terminado con el cultivo, nosotros llevamos 10 años y ahí vamos.

Fernando Figueroa (Propietario La Aurora)

- Está en proceso de construcción, hay gente que se ha salido del negocio porque no es productivo. Yo he logrado hacer como una cajita menor, yo saco mil flores semanales si logro venderlas, tengo como pagar el trabajador con todas sus prestaciones, los insumos, la gasolina del carro... siendo juiciosas, sin sacar plata para uno. Yo lo tengo para pagar el trabajador. No produce ganancias.

María Gladis González de Arenas (Propietario La Clemencia)

- Yo lo veo bien. El problema que existe en este momento es con el mercadeo, muchos campesinos tiene 10-15 matas y como básicamente este es un cultivo que era de monte, y la gente tenía unas maticas entonces se van a venderlo a muchas floristerías y a lo que le paguen lo venden. Por el día de la madre me di cuenta, que uno va a la floristería y ofrece la docena en \$5.000, y la gente decía "pero mire la que me traen a 1000 la docena" y uno mira y está mejor que la de uno, entonces la única [salida] que yo veo ahora es sacar un producto de muy buena calidad y exportar, yo veo el mercado nacional muy difícil... porque además esas personas que pagan eso tan barato se vuelven muy exigentes quieren que uno se las lave, se las maquille, que le hagan todo como si fueran de exportación. Muchas veces con lo que uno vende no es capaz de pagarle al trabajador. Y las floristerías las venden caras, cuando es en ramo mucho más.

Heriberto García (Propietario La Estrella)

- Actualmente en Colombia no es competitivo para exportar y el mercado nacional... los que quedamos [en este momento en el negocio] es porque tienen un nicho de mercado, bien sea de exportación o nacional. Yo conseguí un nicho de mercado que es el bouquet, en un supermercado de Bogotá estrato muy alto que es donde van a mercar los diplomáticos. Con la exportación el problema es los costos y abrir el mercado. Este negocio es con las uñas y uno no le puede meter una caja de exportación a un negocio nacional, no hay manera de sacarle los costos, porque nadie le va a meter más de \$12.000 a un ramo de esos y la utilidad que se llevan los supermercados es altísima. Trabajar con los supermercados es muy duro.

Gloria Jaramillo (Propietario La Giralda)

- Le han trabajado mucho al posicionamiento [las instituciones como Asocollores]. La comercialización es difícil. No pienso crecer a menos que el negocio despegue.

Margarita Cortés (Propietario La Margarita)

- Es bueno, lo que nos hace falta es la comercialización. Los cultivadores no sabemos comercializar y las poquitas comercializadoras que hay aquí no han salido todavía bien al mercado. Prácticamente no sale casi flor a EEUU, porque ellos compran a Centroamérica por bajos precios, pero eso a la larga es una excusa.

María Mercedes Ángel (Propietario La Pitita)

- Falta alguien abriendo mercado en el exterior

José Antonio Ledesma (Encargado del cultivo La Suiza)

- Pero es muy dura la exportación, por la comercialización, los que se ganan la plata son las comercializadoras. Desistimos de la exportación y nos dedicamos al mercado nacional. El mercado nacional es muy bueno, en la costa dan muy buen precio. En el futuro me visualizo exportando, con otras fincas, porque se requieren volúmenes altos que yo no puedo suministrar.

John Fredy Mazo (Propietario Las Flores)

- ...Vender una flor de esas por \$500/flor no compensa el tamaño, la belleza y el trabajo de la flor, es una grosería. ¿Qué hacer para cambiar la percepción y hacer que la gente pague más por una flor de esas?, porque como era flor de monte no la valoran. Hay mucha competencia, y mientras que uno se esfuerza por sacarla bien bonita, bien organizada, bien lavada, otro la saca a medias y la da por cualquier peso. Los de las floristerías prefieren comprar esa flor barata y ellos hacerles cualquier arreglito que comprar una flor bien organizada. Sacarla a otras ciudades es muy costoso por los fletes. Exportar es complicado porque las exigencias son muchas, el precio es mínimo y la plata aparece a los 3 meses. Y por cualquier insignificancia le fumigan a uno el cultivo.

Nancy López de Díaz (Propietario Mauritania)

- Yo lo veo como un negocio de futuro, porque hay muchos mercados vírgenes a donde podemos llegar. Ellas por si solas llaman la atención. Pero ahora tenemos la limitante de que no hay personas que se dediquen al mercadeo. Esa es la principal falencia. necesitamos que nos apoyen a buscar mercados nacionales e internacionales. Porque posibilidades las tenemos todas. La flor se vende por sí misma.

Gloria Carmenza Patiño (Propietario Monasterio Las Carmelitas)

- Es más o menos rentable, es un cultivo estable, no hay que estar renovando, necesita muy poca fumigación, solo fertilización por ahí cada año. Me visualizo cada vez mejor.

Álvaro Arbeláez (Propietario Portugal)

- No es un negocio para enriquecerse, es un negocio para gente como nosotros que nos gusta disfrutarlo.

Juan Guillermo López Ángel (Propietario Santa María de Las Flores)

- Maravilloso, si y solo si usted se le dedique a eso, si usted no está ahí, no hay nada. Y hay que buscar el mercado, hay que tener un técnico al pie, es un cultivo que requiere todos los cuidados de cualquier empresa en la que uno se meta. No es que usted la siembre y la suelte. Yo no tengo problemas de comercialización.

Nidia Restrepo (Propietario Villa Carmen)

- Yo lo veo muy difícil, porque no hay apoyo institucional, no se ha tenido el apoyo que es, por la misma conformación del grupo como tal. Para trabajar el mercado hay que empezar a educar más al consumidor, porque es un mercado más difícil que el de la flor tradicional, de hecho cumplir los volúmenes para uno como pequeño es muy difícil, entonces hay que asociarse, yo estoy en una asociación (Colores de mi tierra) y hay mucha gente que se ha ido retirando... hay gente que quiere resultados ya.

Me visualizo con el cultivo pero muy pequeño, ir depurando cada vez más lo que comercialice, o sea ya no seguirle invirtiendo más porque me desgasté demasiado. El problema de comercialización es grande. Yo pienso que le debemos apuntar más al mercado nacional, porque el internacional por costos de transporte, por reglamentación, es muy complicado. Motivar más al consumidor nacional, a enseñarle a la gente a valorar, a trabajar la flor en el florero, los arreglos... yo voy al [centro comercial] Pereira Plaza y veo unos arreglos divinos, entonces yo pienso que es cuestión de que a la gente se le enseñe cómo trabajar con la flor... para mí la clave está es ahí en educar.




Luz Piedad Rodríguez (Propietario Villa Lola)





- Es una flor que está entrando muy bien en el mercado, que la estamos aprendiendo a manejar. Asocolflores hace con nosotros unos talleres espectaculares para enseñarle a la gente a manejar la flor tropical que no es fácil, porque es una flor de porte muy grande... la gente está acostumbrada a manejarla entre la cañada pero eso no es así, la diferencia entre una flor de exportación y una flor de cañada es infinita. Yo creo que la flor tiene muy buen futuro. Actualmente yo vendo absolutamente todo lo que produzco, lo más importante es que me dé para sostener la finca, no puedo decir que la flor me dé para comprarme una camioneta, pero me sostiene la finca, y mis trabajadores viven bien.

Carmenza Uribe de Jaramillo (Propietario Yerbabuena)

Anexo 4: Detalle de especies y cultivares en cultivos estudiados

La información completa de los cultivares por especie y la frecuencia con la que aparecen en los predios estudiados se compila en la siguiente tabla. Según los datos de los 48 cultivares identificados el 63% tienen presencia en 3 predios o menos, y el 29% de los cultivares (15) se encuentran presentes solo en 1 predio.

| ESPECIE | VARIEDAD | FRECUENCIA | FRECUENCIA RELATIVA |
|---|---|------------|---------------------|
|  | Edge of Nite/Filo de la Noche/Negra | 11 | 45,8% |
| | Bicolor/Limon, Pintoresca | 9 | 37,5% |
| | Arco Iris/Glabra, Roja, Tricolor | 3 | 12,5% |
| | She | 2 | 8,3% |
| <i>H. orthotricha</i> | Mini Pintoresca, Total Eclipse | 1 | 4,2% |
|  | Lobster Salmón | 10 | 41,7% |
| | Lobster Claw One/Punta Negra | 7 | 29,2% |
| | Guapa bihai/Lobster Balisier | 5 | 20,8% |
| | Pink Peach | 4 | 16,7% |
| | Lobster Roja, Halloween/Fiesta, Yellow Dancer, Lobster Claw Two/Punta Verde | 2 | 8,3% |
| | <i>H. bihai</i> | Aurea | 1 |
|  | Iris Red | 8 | 33,3% |
| | Las Cruces | 6 | 25,0% |
| | Fire Bird | 4 | 16,7% |
| | Mini Jamaica, Tagami Real | 3 | 12,5% |
| | Big Jamaica | 2 | 8,3% |
| | Dwarf Wagneriana Chubby, Lone Lover, Huber o Bucky | 1 | 4,2% |
| | <i>H. stricta</i> | | |

| | | | |
|---|---|----|-------|
|  | Crema | 10 | 41,7% |
| | Splendid | 5 | 20,8% |
| | Gold/Dorada/Amarilla | 4 | 16,7% |
| | Peterson/Verde/Turbo | 1 | 4,2% |
| <i>H. wagneriana</i> | | | |
|  | Scarlata | 6 | 25,0% |
| | Purpurea | 5 | 20,8% |
| | Barbados, Brasilian Bomber/Dimitri Sucre, Gold, Príncipe de la Oscuridad | 3 | 12,5% |
| | Black Magic | 2 | 8,3% |
| <i>H. caribaea</i> | Chartreuse, Salmon, Vulcano | 1 | 4,2% |
|  | Rostrata | 11 | 45,8% |
| <i>H. rostrata</i> | | | |
|  | Opal Fire | 9 | 37,5% |
| | Golden Opal, Opal Red | 1 | 4,2% |
| <i>H. pssitacorum</i> | | | |
| <i>H. caribaea x H. bihai</i> | Jacquinnii | 4 | 16,7% |
| | Piton Point | 1 | 4,2% |
| <i>H. chartacea</i> | Sexy Pink | 1 | 4,2% |

Fuente: elaboración propia