

## RESÚMEN EJECUTIVO

### APROXIMACIÓN A LA VALORACIÓN ECOLÓGICA Y ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE LA POLINIZACIÓN, FORMACIÓN DE SUELOS Y EL CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN PLANTACIONES DE PALMA DE ACEITE:

#### ESTUDIO DE CASO EN OCHO FINCAS DE LA REGIÓN ORIENTE Y NUEVE DE LA REGIÓN NORTE

En el marco del *Proyecto GEF Paisaje Palmero Biodiverso – PPB*, a partir de 2014 se realizaron las caracterizaciones biológicas y evaluaciones requeridas para la identificación de los altos valores de conservación (AVC) en los núcleos palmeros beneficiarios del proyecto. En 2015 se decidió hacer una aproximación formal a la valoración de los servicios ecosistémicos de la polinización, formación de suelos y el control de plagas y enfermedades, debido a la dependencia que el sector palmero tiene de los mismos y la necesidad de considerarlos un aspecto fundamental de su planeación, y del uso y manejo de los recursos naturales.

**Entre octubre de 2016 y febrero de 2018, la Fundación Ecotrópico Colombia desarrolló una consultoría con el objetivo de valorar los beneficios ecológicos y económicos que la biodiversidad asociada a los procesos naturales de la polinización, formación de suelos y el control de plagas y enfermedades, presta a las plantaciones de palma de aceite.**

El estudio involucró 17 meses del trabajo interdisciplinario de un grupo de especialistas en economía ambiental, biología de la conservación, polinización de palmeras, microbiología y entomología del suelo y herpetofauna (anfibios y reptiles).

El tiempo y los recursos establecidos para el desarrollo de la consultoría determinaron el tamaño de la muestra o número de fincas evaluadas. **Como estudio de caso, se evaluaron ocho fincas de los núcleos palmeros de la región oriente y nueve de la región norte. Todas estas fincas tienen plantaciones de palma africana (*Elaeis guineensis*), a excepción de tres fincas de la región oriente donde se cultiva el híbrido entre la palma africana y la palma americana de aceite (*Elaeis oleifera*).**

La selección de estas fincas se realizó, de manera concertada, con el equipo técnico del proyecto *GEF PPB* y los núcleos palmeros beneficiarios del mismo. **Se tuvo en cuenta la necesidad de vincular a este estudio las fincas que contaran con buenos históricos de las actividades asociadas a sus prácticas de manejo agronómico, y que fueran representativas del diferencial de estas prácticas, en cuanto al uso de productos químicos y biológicos.** Adicionalmente, en cada finca se seleccionó un lote de su plantación para la caracterización biológica y fisicoquímica.

El área remanente de bosque natural en las fincas seleccionadas se calculó en el Sistema de Información Geográfica, con base en la cartografía de altos valores de conservación (AVC) elaborada por el equipo del Proyecto PPB (2014, a escalas 1:100.000 y 1:25.000 combinadas). Las ocho fincas evaluadas de la región oriente tienen entre el 3 y 21% de su área total en bosques riparios (algunos corresponden a bosques de galería) de las cuencas de los ríos Guatiquía y Guacavía, incluidos en el **AVC 4** por su importancia para la regulación hídrica y el control de la erosión. Las nueve fincas

evaluadas de la región norte se encuentran en el área de influencia de las cuencas de los ríos Aracataca y Fundación (Magdalena). Siete de estas fincas prácticamente no tienen bosque natural remanente en su interior (entre 0 y 2%), ni en su contexto paisajístico inmediato. Una de las fincas restantes tiene 9% de su área total en bosque seco tropical y bosque ripario semi-inundable, clasificados como **AVC 3** o ecosistemas críticos y amenazados, debido a su fragmentación y aislamiento; y la otra cuenta con 10% de su área en bosque seco tropical asociado al **AVC 2** de la Sierra Nevada de Santa Marta.

## SERVICIO ECOSISTÉMICO DE LA POLINIZACIÓN

Desde la perspectiva de los servicios de soporte, que son lo que contribuyen al bienestar humano mediante el mantenimiento o la mejora de otros servicios, la polinización natural es indispensable para la producción de los cultivos agrícolas y el mantenimiento de los ecosistemas naturales. En cuanto a los servicios de regulación, que incluyen los procesos ecológicos complejos, mediante los cuales se regulan las condiciones del ambiente en que los seres humanos realizan sus actividades productivas, la polinización permite la obtención de los frutos, reproducción vegetal y variabilidad genética y, en consecuencia, garantiza el mantenimiento de las poblaciones naturales de plantas.

En las plantaciones de palma de aceite la polinización es considerada uno de los fenómenos más importantes y críticos para la producción de los frutos y el aceite, puesto que el rendimiento, la cantidad y calidad de la fruta cosechada dependen directamente de la fecundación de las flores. Esta última garantiza el llenado de los racimos (% frutos normales/racimo) y, por consiguiente, el contenido de aceite (% de extracción) y la producción de almendra.

**Para el servicio ecosistémico de la polinización, la consultoría se enfocó en determinar el aporte valorativo de las relaciones funcionales entre los polinizadores, visitantes florales y atributos morfológicos, fenológicos y reproductivos de la palma de aceite o palma africana, con la fisicoquímica del suelo, las prácticas de manejo agronómico implementadas, y el área de las coberturas naturales remanentes en las fincas seleccionadas.**

Adicionalmente, se evaluó una población silvestre de *E. oleifera* en un remanente de bosque seco ubicado al norte del país (San Onofre, Sucre), con el objetivo de generar la línea base requerida sobre los polinizadores nativos de esta especie y potenciales polinizadores de los cultivos establecidos de *Elaeis guineensis* y su híbrido interespecífico con *E. oleifera* (GxO).

En los primeros 12 meses de la consultoría se llevó a cabo la fase intensiva de campo, durante la cual se realizó la descripción y el seguimiento de la fenología reproductiva y las fases de la biología floral; el análisis de la estructura, función y variación temporal de los visitantes florales y polinizadores; la determinación de los mecanismos de la atracción, recompensa y el mantenimiento de los polinizadores; y evaluación de la eficiencia reproductiva y productiva. Estas actividades se realizaron de manera articulada con el trabajo en el laboratorio, que incluyó la descripción de la morfología floral, el sistema reproductivo, la viabilidad del polen y composición química de los aromas florales.

Aunque en las tres plantaciones evaluadas del híbrido interespecífico GxO se realiza polinización asistida, allí también se desarrollaron las actividades mencionadas con el objetivo de evaluar su dinámica reproductiva y el ensamblaje de sus visitantes florales desde la dinámica natural del servicio ecosistémico.

Los técnicos, administradores y contadores de las fincas y las plantas extractoras suministraron la información solicitada sobre las prácticas de manejo agronómico, y sus costos asociados, durante los últimos seis meses de la consultoría.

**Con la información obtenida de las actividades de descripción y seguimiento de la fenología reproductiva de la palma y el ensamblaje de sus visitantes florales (riqueza y abundancia), se construyeron indicadores biológicos. Luego, para la valoración ecológica se establecieron las relaciones estadísticas más significativas entre estos indicadores biológicos, la fisicoquímica de los suelos, las prácticas de manejo agronómico implementadas, y el área remanente de los bosques naturales en las fincas seleccionadas.**

**La valoración ecológica se articuló con la valoración económica, aplicando las metodologías de los costos evitados y la función de producción (producción incremental) a algunas de las relaciones obtenidas con mayor sentido económico y agronómico, con el objetivo de aproximar y estimar un valor monetario de su contribución a la generación y el mantenimiento del servicio ecosistémico de la polinización.**

Aunque el número de fincas evaluado (o tamaño de la muestra) limita el peso estadístico de las relaciones encontradas entre los indicadores, los resultados obtenidos reflejan tendencias, brindan unas primeras señales y constituyen una aproximación a su valoración ecológica y económica, que determinan la generación y el mantenimiento del servicio en el marco del estudio de caso.

### Principales resultados y recomendaciones de la valoración ecológica:

Los resultados que se destacan a continuación, se observaron y obtuvieron tanto para las plantaciones de palma africana como para las del híbrido.

Aunque los polinizadores introducidos *Elaeobius kamerunikus* y *E. subvittatus* en todos los lotes evaluados fueron los polinizadores más eficientes, los resultados resaltan el papel relevante que están cumpliendo las especies de los polinizadores nativos de las familias Nitidulidae y Curculionidae, especialmente *Mystrops costaricensis*.

**La especie de coleóptero *Mystrops costaricensis* cumple con las condiciones para ser considerado un polinizador efectivo y eficiente en la polinización de la palma de aceite, ya que accede a las flores masculinas y femeninas en gran abundancia y con suficientes granos de polen para depositar en los estigmas receptivos de cada palma.**

Los resultados obtenidos del seguimiento de la población silvestre de la palma americana de aceite (*Elaeis oleifera*), muestran que *Mystrops costaricensis* es su principal polinizador. En consecuencia, es prioritario realizar estudios encaminados a caracterizar detalladamente esta especie de

coleóptero, evaluar su ciclo de vida, determinar sus áreas de distribución, y conocer las palmas nativas que sirven como sus reservorios naturales a lo largo del territorio colombiano y en las diferentes regiones donde existen cultivos establecidos de la palma americana de aceite.

La palma americana de aceite (*Elaeis oleifera*) está presente en algunas de las fincas evaluadas de la región oriente, porque ha sido cultivada puntualmente para los objetivos de la hibridación. En las fincas de la región norte está presente de manera silvestre o cultivada. En ambos casos, debe contemplarse la incorporación de esta especie en los planes de reforestación, restauración e implementación de herramientas de manejo del paisaje. Se recomienda plantarla entre los lotes (interlíneas del cultivo) e incluirla en las áreas destinadas a la restauración ecológica.

**En el marco del mantenimiento del servicio ecosistémico de la polinización es de gran relevancia conservar y/o sembrar *Elaeis oleifera*, conocida como la palma americana de aceite o palma noli, en las interlíneas de la plantación y sus áreas contiguas, ya que es el reservorio de los polinizadores nativos y potencial hospedera de los polinizadores introducidos del género *Elaeidobius*. Esta palma es una especie clave para incluir en las actividades de restauración ecológica y herramientas de manejo del paisaje (HMP) que se implementen en las fincas.**

La especie *Elaeis oleifera* crece silvestre en Colombia, principalmente en los departamentos de Antioquia, Caldas, Sucre, Córdoba, Bolívar y Magdalena. Sin embargo, estas poblaciones están sometidas a fuertes presiones que las han diezmando a tal punto de encontrarse en peligro crítico de extinción. En consecuencia, es importante que el sector palmero lidere, junto con la academia y las organizaciones no gubernamentales, un plan de manejo, recuperación y reutilización de la especie según los requerimientos establecidos para tal fin.

**La recuperación, restauración y conservación de las áreas naturales de las fincas con presencia de palmeras nativas, constituye una práctica y herramienta de manejo fundamental para aumentar la resiliencia del servicio ecosistémico de la polinización en estas plantaciones, y su adaptación a la variabilidad climática y el cambio ambiental global.**

En la región oriente, los bosques riparios o de galería remanentes en las fincas son reservorios naturales de las poblaciones silvestres de por lo menos 12 especies de palmeras nativas: *Mauritia flexuosa*, *Attalea insignis*, *Attalea maripa*, *Attalea butyracea*, *Aiphanes horrida*, *Acrocomia aculeata*, *Bactris gasipaes chichauí*, *Socratea exorrhiza*, *Euterpe precatoria*, *Oenocarpus bataua*, *oenocarpus minor* y *Syagrus sancona*, entre otras. La mayoría de estas palmas funcionan como las plantas hospederas de los polinizadores nativos; por lo tanto, su conservación asegura las flores para los polinizadores nativos y esto contribuye a mantener sus poblaciones en el paisaje palmero, y con ello se asegura que la interacción flores de *E. guineensis* sea cada vez más estable y los polinizadores nativos se conviertan en una alternativa de flujo de polen entre individuos del cultivo.

En las fincas de la región palmera norte, los bosques con palmas nativas son significativamente más reducidos y en la mayoría su área no es funcionalmente viable. Sin embargo, el mecanismo de la polinización se mantiene y es asegurado por la presencia en abundancia de los polinizadores introducidos y de las especies nativas provenientes de los pequeños relictos o parches con palmas como *Elaeis oleifera*, *Attalea butyracea*, y algunos individuos de *Bactris guineensis* y *Bactris major*. Entre estas, especialmente *Elaeis oleifera* es la especie que asegura la permanencia de las especies de polinizadores nativos, como *Mystraps costaricensis*.

El mecanismo de la polinización en las palmas silvestres y cultivadas es realizado principalmente por las especies de pequeños coleópteros, muy específicos, ya que sólo se encuentran en palmeras,

porque dependen del polen que les ofertan como recompensa; van en su búsqueda porque sin el polen de las palmeras su ciclo de vida se vería interrumpido. Por esta razón, la presencia de palmeras silvestres creciendo en los bosques aledaños a los cultivos constituye una oferta de polen alternativa para sus polinizadores, en la eventualidad de que la cantidad y calidad del polen que ofrecen las inflorescencias masculinas sufrieran cambios y afectaciones.

La adecuada fertilización de las palmas es necesaria, no sólo desde el punto de vista de su efecto directo sobre los rendimientos de fruta y aceite, sino que la nutrición suficiente y balanceada juega un papel importante en la prevención de las enfermedades y los ataques de plagas que afectan el cultivo y sus rendimientos. La inadecuada nutrición puede afectar la salud de la planta y, en consecuencia, hacerla más vulnerable, aumentando la probabilidad de la incidencia de las enfermedades y el ataque de las plagas. A tales afectaciones se responde con la aplicación de controles químicos que, aunque combaten directamente el agente causante del problema, también tienen efectos negativos sobre los insectos beneficios. Lo anterior, conlleva a un efecto negativo en el mantenimiento de los polinizadores, que hacen parte de los insectos benéficos. El impacto negativo de las sustancias de origen químico sobre los insectos beneficios ha sido ampliamente demostrado; sin embargo, en los cultivos de palma africana es importante evaluarlo, dado que no se tiene la información de soporte sobre el grado de sensibilidad y vulnerabilidad de sus polinizadores introducidos (*Elaeidobius kamerunikus* y *E. subvittatus*) frente a estas sustancias, y mucho menos de su efecto sobre el ensamblaje de los visitantes florales (del cual hacen parte los polinizadores nativos).

#### **Principales resultados y recomendaciones de la valoración económica:**

**Las fincas del estudio de caso de las dos regiones (oriente y norte) registraron mayores frecuencias y costos asociados a las estrategias químicas de control de plagas y enfermedades, limpieza platos y fertilización. Estas estrategias mostraron correlaciones negativas con los indicadores biológicos asociados al servicio de la polinización.**

Es importante generar estudios adicionales, realizando ensayos y monitoreando sus resultados, que muestren en un mediano plazo el efecto de sustituir estas estrategias químicas por las que no afectan a los polinizadores y verificar la hipótesis que, en el mediano plazo, esto puede reflejarse en mayores rendimientos (producción por hectárea por año). Por ejemplo, los resultados obtenidos sugieren que el ploteo manual puede contribuir a la prestación del servicio de la polinización. Se trata de una hipótesis a trabajar en futuras investigaciones.

La valoración (categorías) de los costos asociados a las prácticas de manejo agronómico implementadas, en términos de su aporte a la dinámica de la polinización, muestran que todas las fincas evaluadas tienen la posibilidad de ajustar y mejorar sus estrategias relacionadas con la fertilización y limpieza química de platos, y el incremento en el control biológico de plagas y enfermedades.

Se estimó la pérdida potencial que se tendría en la producción de los racimos de fruto fresca (ton/ha) con la pérdida de las coberturas naturales remanentes y sus palmeras nativas, que son el reservorio de los polinizadores nativos.

**En las fincas del estudio de caso de la región oriente, los polinizadores nativos tienen una participación en la producción (entre 12.4% y 26%) que puede ser valorada entre los \$834.000 y \$2.210.000 pesos/ha/año.**

**En las fincas del estudio de caso de la región norte, los polinizadores nativos tienen una participación en la producción (entre 28% y 69%) que puede ser valorada entre los \$1.6 y \$7.2 millones pesos/ha.**

La participación de los polinizadores nativos en la región norte es mucho mayor y, por lo tanto, en este escenario las pérdidas asociadas a la producción del cultivo son también mayores, permitiendo dimensionar aún más la importancia de incrementar y conservar las áreas naturales.

Como un segundo escenario de valoración, se estimaron los costos del reemplazo del servicio de la polinización natural, como capital natural, por la polinización asistida, como capital humano. Los datos que se utilizaron para valorar los costos de la polinización asistida corresponden a los datos de las plantaciones del híbrido GxO evaluadas en la región oriente, asumiendo que los costos son proporcionales a la participación de los polinizadores.

**En las fincas evaluadas de la región oriente, reemplazar el aporte de los polinizadores nativos con polinización manual o asistida puede tener costos que varían entre los \$40.838 y \$266.474 pesos/ha/año.**

**En las fincas evaluadas de la región norte, sustituir la función de estos polinizadores nativos con polinización asistida puede generar costos aproximados que varían entre los \$91.491 y \$706.054 pesos/ha/año.**

De esta manera, aunque la participación (abundancia) de los polinizadores nativos es relativamente baja, comparada con la de los introducidos, los costos de su reemplazo son significativos para el productor.

Un tercer escenario valoró los posibles efectos de la variabilidad y el cambio climático, teniendo en cuenta que el incremento de la temperatura y el riesgo de estrés hídrico pueden cambiar los ritmos de la floración en las palmas cultivadas (*E. guineensis* e híbrido GxO) y reducir las abundancias de los polinizadores introducidos. La estrecha y fuerte dependencia entre la palma africana y las dos especies de los polinizadores introducidos supone una altísima vulnerabilidad del sistema palmero en estos escenarios de cambio climático. Adicionalmente, es importante destacar que los polinizadores nativos visitan y polinizan la palma africana, pero los polinizadores introducidos no se encuentran en las palmas nativas. Esta situación permite considerar, de manera cualitativa, la capacidad adaptativa de los polinizadores nativos y la relevancia de su aporte potencial en circunstancias de afectación específica de los polinizadores introducidos.

**Se estimó que las pérdidas derivadas de los posibles efectos de la variabilidad y el cambio climático, en términos de la disminución drástica de la abundancia de los polinizadores introducidos, pueden oscilar entre los 5.4 y 8.8 millones de pesos/ha/año en las fincas del estudio de caso de la región oriente; equivalentes aproximadamente a un 74% y 84% de reducción en los ingresos.**

**Para las fincas del estudio de caso de la región norte se estimó que estas pérdidas pueden variar entre 1.1 y 4.2 millones de pesos/ha/año, equivalentes aproximadamente a un 32% y 72% de reducción en los ingresos.**

En la región oriente las pérdidas y reducciones de ingresos son bastante superiores a las estimadas para la región norte, debido a que en esta última hay una participación significativamente mayor de los insectos nativos en la polinización.

**La resiliencia del servicio reside en el ensamblaje de los visitantes florales, del cual hacen parte los polinizadores nativos y otros potenciales polinizadores; frente a escenarios de pérdida potencial de alguna de las especies clave, existe la posibilidad que otras puedan suplir su función de polinizador. Nuevamente, es indispensable conservar las palmeras nativas que persisten en las áreas naturales de las fincas y sus alrededores, ya que son los reservorios de estos insectos, e incrementarlas y consolidarlas mediante acciones de restauración ecológica.**