

COOPEAGRI



UNA
UNIVERSIDAD
NACIONAL
COSTA RICA

Producción de cedro (*Cedrela odorata* L.) en cafetales del cantón de Pérez Zeledón

San José, Costa Rica

MANUAL PARA PRODUCTORES

2022



634.9756

C331p

Carvajal-Arroyo, David

Producción de cedro (*Cedrela odorata* L.) en cafetales del cantón de Pérez Zeledón : Manual para productores / David Carvajal-Arroyo, Rafael Murillo-Cruz, Mónica Cortés-Cortés, Ana Gabriela Salazar-Ruiz, Mónica Castillo-Mora, Ana Isabel Barquero-Elizondo, Mariela González-Rojas, Luis Salazar-Salazar, Carlos Ávila-Arias, con la colaboración de Alexis Salas-Rojas, Johnny Rodríguez-Chacón, Edgar Ortiz-Malavassi. -- Pérez Zeledón, Costa Rica : INSEFOR-UNA, 2022.

85 páginas: Fotografías color; 14 x 21 cm.

ISBN 978-9968-49-887-6

1. INVESTIGACIÓN FORESTAL. 2. CEDRELA 3. MANUALES
4. AGROFORESTERIA. I. Murillo-Cruz, Rafael. II. Cortés-Cortés, Mónica.
III. Salazar-Ruiz, Ana Gabriela. IV. Castillo-Mora, Mónica. V. Barquero-
Elizondo, Ana Isabel. VI. González-Rojas, Mariela. VII. Salazar-Salazar, Luis.
VIII. Ávila-Arias, Carlos. IX. Título.

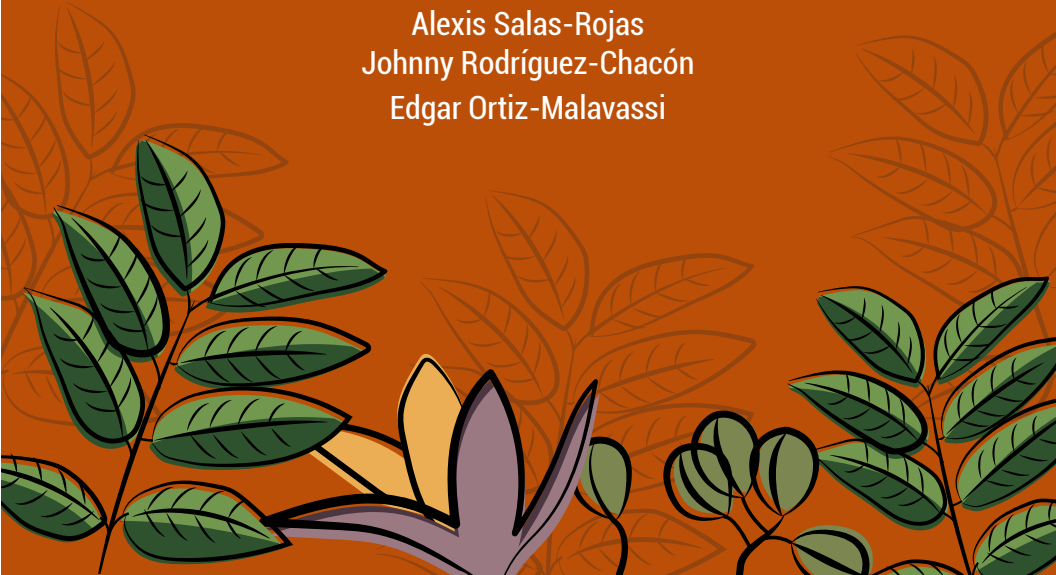


Instituto de Investigación y Servicios Forestales
Universidad Nacional de Costa Rica

David Carvajal-Arroyo
Rafael Murillo-Cruz
Mónica Cortés-Cortés
Ana Salazar-Ruiz
Mónica Castillo-Mora
Ana Isabel Barquero-Elizondo
Mariela González-Rojas
Luis Salazar-Salazar
Carlos Ávila-Arias

Con la colaboración de:

Alexis Salas-Rojas
Johnny Rodríguez-Chacón
Edgar Ortiz-Malavassi



Los autores externan su agradecimiento a:

CoopeAgri El General R. L.

Los caficultores del cantón de Pérez Zeledón que participaron en el estudio y permitieron la recolección de la información en sus fincas agroforestales.

El Instituto de Investigación y Servicios Forestales de la Universidad Nacional (INISEFOR-UNA), cuyos fondos presupuestarios hicieron posible la ejecución del proyecto 0083-16: "Cedro amargo (*Cedrela odorata* L.): desde su productividad hasta su rentabilidad en fincas cafetaleras asociadas a CoopeAgri El General R. L., Pérez Zeledón".

Heredia, Costa Rica
2022

circ	Circunferencia del árbol a un metro y 30 centímetros del suelo
cm	Centímetro
cmol	Centímol
DAP	Diámetro del árbol a un metro y 30 centímetros del suelo
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
ha	Hectárea
Hdom	Altura del árbol dominante
INISEFOR	Instituto de Investigación y Servicios Forestales
l	Litro
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
ml	Mililitro
Mg·l ⁻¹	Miligramos por litro
pH	Medida de acidez o alcalinidad de una disolución.
PMT	Pulgada maderera tica. Corresponde a una pieza de madera de 1 pulgada x 1 pulgada x 4 varas de largo
SAF	Sistemas Agroforestales
UNA	Universidad Nacional
USD	Dólar estadounidense
v	Vara
Vol	Volumen
Volcom	Volumen de madera comercial
IS	Índice de sitio

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	17
Capítulo I. ¿Qué calidad de finca tengo?	19
1.1 Número de árboles.....	22
1.2 Limpieza química aplicada.....	25
1.3 Altitud sobre el nivel del mar	26
1.4 Nutrientes en el suelo	30
Capítulo II. ¿Cómo están creciendo mis árboles? 37	
2.1 Madera en pie.....	39
2.2 Madera en troza.....	44
Capítulo III. ¿Cuánto crecerán mis árboles?	49
3.1 Calidad productiva.....	51
3.2 Rendimiento productivo	54
Capítulo IV. ¿Qué productos puedo sacar de mis árboles?	57
4.1 Productos a obtener.....	59
Capítulo V. Costos de establecimiento y mantenimiento	63
5.1 Pago por Servicios Ambientales con FONAFIFO ...	67
Capítulo VI. Manejo de la principal plaga del cedro... 69	
6.1 Barrenador de las Meliáceas.....	71
6.2 Principales daños	73
6.3 Prevención y manejo.....	74
Conclusiones y recomendaciones	79
Bibliografía.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ejemplo de análisis de suelo, rangos a encontrar y cantidad recomendada según componentes para el adecuado crecimiento del cedro*..... 33

Cuadro 2. Circunferencia y volumen comercial en pulgadas madereras ticas por árbol de *Cedrela odorata* en cafetales, Pérez Zeledón, Costa Rica, 2019..... 42

Cuadro 3. Rendimiento productivo de *Cedrela odorata* por árbol y por ha con 88 árboles, según calidad de sitio a los 15 años en Pérez Zeledón, 2019..... 54

Cuadro 4. Rendimiento productivo de *Cedrela odorata* por árbol y por ha con 88 árboles, según calidad de sitio a los 17 años en Pérez Zeledón, 2019..... 54

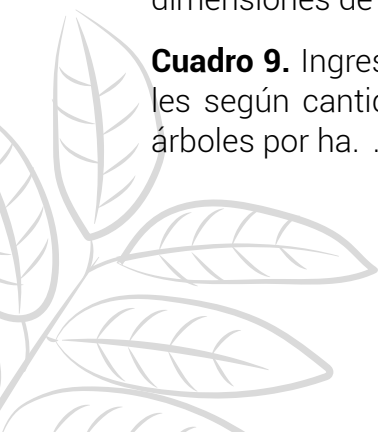
Cuadro 5. Rendimiento productivo de *Cedrela odorata* por árbol y por ha con 88 árboles, según calidad de sitio a los 20 años en Pérez Zeledón, 2019..... 55

Cuadro 6. Despiece comercial en PMT para *Cedrela odorata*, Pérez Zeledón, Costa Rica, 2019..... 61

Cuadro 7. Costos de establecimiento y mantenimiento por hectárea del cedro en cafetales. 65

Cuadro 8. Precios de venta de madera de cedro según dimensiones de troza y uso de la madera 66

Cuadro 9. Ingresos del Pago por Servicios Ambientales según cantidad de hectáreas plantadas con 100 árboles por ha. 67



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cedro amargo en combinación con café, finca cafetalera El Compadre S.A. Foto: D. Carvajal.....	20
Figura 2. Ilustración de la instalación de parcelas rectangulares de 1000 m ² (40x25 m). Dibujo: M. Cortés.	23
Figura 3. Ícono de la tienda de aplicaciones en su celular.....	26
Figura 4. Pantalla donde busca e instala Google Earth.	27
Figura 5. Proceso de descarga del programa.	27
Figura 6. Botón de abrir el programa.	28
Figura 7. Pantalla donde le permite a Google Earth acceder a su ubicación.....	28
Figura 8. Ícono para que Google Earth se ubique en el punto donde usted se encuentra.	29
Figura 9. Lugar donde puede leer la altitud.	29
Figura 10. Cedro de 18 años en combinación con café y plátano. Foto: D. Carvajal.....	38
Figura 11. Mecate utilizado para medir madera en el sistema PMT.....	44
Figura 12. Cinta utilizada para medir la longitud del mecate colocado en la tuca.	44
Figura 13. Cara más delgada de la troza.	45
Figura 14. Mecate doblado en cuatro partes.	46
Figura 15. Medición en pulgadas de la longitud del mecate doblado en cuatro.....	46

- Figura 16.** Árbol de cedro amargo de 20 años en finca cafetalera El Compadre S.A. Foto: D. Carvajal..... 50
- Figura 17.** Curvas de índice de sitio de cedro amargo a edad base de 10 años. 53
- Figura 18.** Trozas de cedro amargo en finca Hube General Viejo del Sur S.A. Foto: Alberto Araya..... 58
- Figura 19.** Madera aserrada de cedro en finca Hube General Viejo del Sur S.A. Foto: Alberto Araya..... 64
- Figura 20.** Fases de vida del barrenador de las meliáceas (huevo, larva, pupa y adulto) Fuente: Tavares, Coelho y Gomes (2016)..... 72
- Figura 21.** Árbol de cedro atacado por el barrenador a edades tempranas **vs** árbol con buen manejo y control de plagas (Fotos D. Carvajal). 74



Presentación



Este manual contiene información sobre la productividad de cedro amargo (*Cedrela odorata*) en sistemas agroforestales con café en el cantón de Pérez Zeledón, Costa Rica. El mismo se presenta en seis capítulos que responden a preguntas sobre ¿cómo conocer la calidad productiva de la finca según condiciones ambientales?, ¿cómo saber cuál es el crecimiento de los árboles de cedro?, ¿cuál es la calidad de sitio para cedro?, ¿qué productos se pueden obtener a partir de un árbol?, ¿cuál es la rentabilidad del SAF? y un último capítulo sobre el manejo de la principal plaga del cedro.

En el primer capítulo se especifica cómo conocer la calidad productiva de la finca a partir de factores biofísicos y del manejo que afectan la productividad, como son la altitud, cantidad de árboles por hectárea y nutrientes disponibles en el suelo. El segundo capítulo incluye proyecciones del crecimiento por árbol que permiten estimar cuánta madera esperar a futuro. El tercer capítulo permite determinar bajo qué calidad productiva está la finca y cómo calcular de manera sencilla el rendimiento productivo por hectárea a un turno de corta de 15, 17 y 20 años. El cuarto capítulo identifica qué productos se pueden obtener de un

árbol de cedro, así como la cantidad de pulgadas madereras ticas de aserrío grueso, delgado, para tarimas, leña y desperdicio correspondiente a la especie. En el capítulo quinto se muestra los costos del establecimiento y mantenimiento del cedro, así como ingresos potenciales por el pago por Servicios Ambientales y la venta de la madera. El capítulo sexto y final presenta algunas recomendaciones para la prevención y manejo de la principal plaga del cedro.

Este manual muestra la realidad del cultivo de cedro en cafetales en la región de Pérez Zeledón y da a conocer a los propietarios las posibilidades que un Sistema Agroforestal café-cedro les proporciona a sus sistemas productivos y a la rentabilidad de su actividad.





Introducción

Las mejores opciones para la producción en las fincas se encuentran en diversificar y aprovechar al máximo la capacidad que tiene el terreno. Esto es precisamente lo que busca un Sistema Agroforestal (SAF), entendido como aquel sistema que combina la producción de madera con otros productos agrícolas o pecuarios. En el caso de la combinación cedro-café, resulta más beneficioso económicamente contar con un SAF que únicamente la plantación de café, tomando en cuenta que su resultado, en términos de madera, se obtiene a largo plazo, pues el aprovechamiento en el caso del cedro se da cuando los árboles alcanzan entre 17 y 20 años.

Los sistemas agroforestales significan un beneficio desde varios puntos de vista, tales como la absorción y fijación de carbono, diversidad de vegetación y embellecimiento del paisaje, diversificación de productos que pueden ir desde leña y madera hasta flores para abejas de producción de miel, ya que el cedro es una especie melífera; beneficios a nivel de fauna con el aumento de la concurrencia de aves, insectos y mamíferos al terreno y los beneficios económicos como el aporte de dinero a largo plazo, gracias a un aprovechamiento máximo del terreno.



Capítulo I

¿Qué calidad de finca tengo?





Figura 1. Cedro amargo en combinación con café. Foto: R. Murillo.



¿Cómo saber si mi finca es adecuada para que el cedro crezca bien?

Las características de las fincas varían según su ubicación, por tal razón es importante conocer cuáles son las condiciones que favorecen el crecimiento del cedro y compararlas con el estado actual de mi finca. Esas condiciones son: **número de árboles** por hectárea, cantidad de **limpiezas químicas** aplicadas, **altitud** de la finca y **nutrientes presentes en el suelo**.



1.1 Número de árboles

Para conocer la cantidad de árboles que hay en una hectárea se debe establecer una parcela de 1000 m² en forma rectangular (25 x 40 m), para ello se siguen los siguientes pasos:

PASO 1

Buscar un mecate de 40 metros de largo y hacerle un nudo a los 25 metros.

PASO 2

Ir con otra persona a la zona de la finca donde está el sistema agroforestal y caminar dentro de él, buscar un sitio que esté 10 metros apartado del borde.

PASO 3

Mientras una persona se detiene en un punto con un extremo del mecate, la otra persona camina en línea recta hasta que el mecate esté tenso, a los 40 metros. En ese momento ambos colocan una rama en el suelo que les funcione de referencia y que marcarán dos esquinas de la parcela.

PASO 4

Una persona se coloca en uno de los dos extremos ya referenciados por la rama y la otra persona inicia una caminata a 90 grados desde ese punto con el otro extremo del mecate, hasta que este tenga el nudo realizado a los 25 metros. Para trazar la segunda línea a 90 grados se hace uso de los brazos. Al nuevo extremo también se le coloca una rama de referencia.

PASO 5

Desde este nuevo punto se debe de cerrar el rectángulo. Para ello, una persona se queda en el punto de referencia, mientras la otra camina en línea recta hasta que el mecate haya alcanzado su largo máximo de 40 metros.



Figura 2. Ilustración de la instalación de parcelas rectangulares de 1000 m² (40x25 m). Dibujo: M. Cortés.

PASO 6

Una vez terminado el paso 5, tendrá una parcela de 1000 m². Ahora debe contar la cantidad de árboles de cedro que se ubican dentro de la parcela y proceder a anotar ese número.

PASO 7

Finalmente debe multiplicar ese número de árboles por 10. El resultado es la cantidad de árboles que su sistema agroforestal tiene en una hectárea.

Si la cantidad de árboles está entre 80 y 100 árboles por hectárea, el cedro podría tener un crecimiento óptimo, permitiéndole aumentar en grosor año con año y con ello obtener un mayor volumen comercial final. Se recomienda que esta cantidad de árboles se mantenga desde el momento de siembra hasta el día de la corta final.



1.2 Limpieza química aplicada

La cantidad de limpiezas químicas realizadas en el área donde se encuentra el café, cedro y otros árboles presentes en la plantación podría estar afectando el suelo.

Se recomienda verificar cuántas limpiezas químicas se aplican en su sistema, puesto que a mayor cantidad de estas al año, el desarrollo del cedro se ve disminuido. Lo ideal es aplicar **una limpieza química anual** o bien utilizar otro tipo de productos, para lo cual lo recomendable es consultar al ingeniero.



1.3 Altitud sobre el nivel del mar

La altitud a la que la finca se encuentre sobre el nivel del mar puede traer beneficios a los árboles de cedro. Para conocer en qué altitud se encuentra el área de la finca donde está el sistema agroforestal debe descargar una aplicación en el celular. Le mostraremos los pasos que debe seguir con la aplicación Google Earth.



PASO 1

Busque en su teléfono celular la tienda de aplicaciones, en este caso sería Play Store.



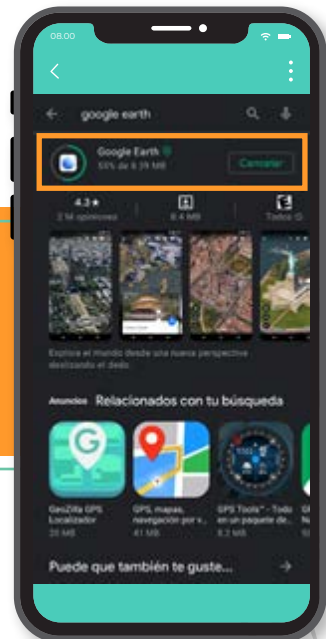
Figura 3. Ícono de la tienda de aplicaciones en su celular. Tome en cuenta que si el sistema operativo de su teléfono es Android, debe utilizar Play Store y si es ISO, utilizar Apple Store.

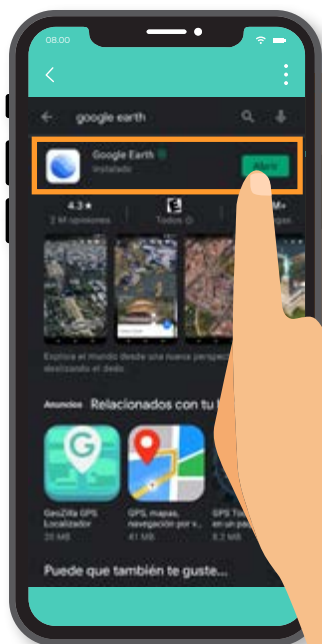


PASO 3

Espere a que la aplicación se descargue e instale completamente.

Figura 5. Proceso de descarga del programa.





PASO 4

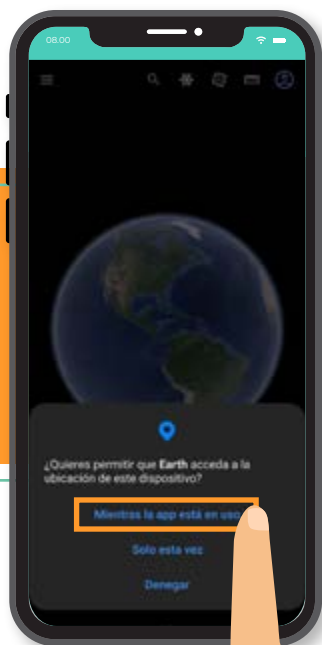
Una vez instalado, presione donde dice "abrir" o bien puede buscar en su celular el ícono de la aplicación Google Earth.

Figura 6. Botón de abrir el programa.

PASO 5

Cuando la usa por primera vez, debe permitir que la aplicación tenga acceso a la ubicación de su celular.

Figura 7. Pantalla donde le permite a Google Earth acceder a su ubicación.





PASO 6

Pulse el círculo para que el mundo se ubique en su sitio actual. Esto lo debe realizar una vez que usted se encuentre en la zona de la finca donde están ubicados sus árboles de cedro.

Figura 8. Ícono para que Google Earth se ubique en el punto donde usted se encuentra.

PASO 7

Finalmente, en la parte inferior derecha encontrará la altitud, o sea los metros a los que se encuentra su finca sobre el nivel del mar (msnm). Cabe destacar que la aplicación posee diversas funciones que usted puede explorar.

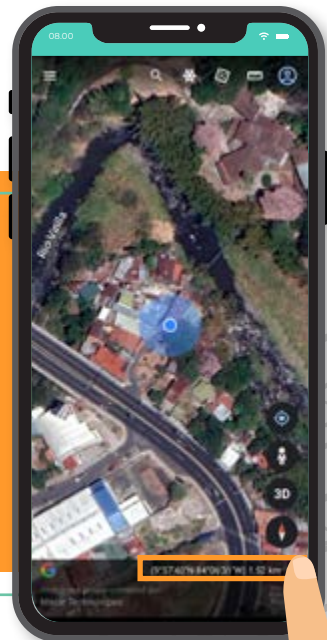
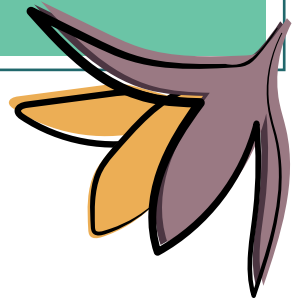


Figura 9. Lugar donde puede leer la altitud.

Es importante destacar que, en las zonas altas del cantón de Pérez Zeledón, el crecimiento de los árboles de cedro es menor, tanto en diámetro como en altura y es en **altitudes entre 600 y 700 msnm**, donde el cedro alcanza su mejor desarrollo.



1.4 Nutrientes en el suelo

Los nutrientes presentes en el suelo o los posibles problemas de fertilidad se pueden determinar por medio de un análisis de suelo. Estos análisis son necesarios para conocer el estado actual del área de la finca donde se encuentra el SAF. Para este propósito, siga los siguientes pasos.

PASO 1

Seleccionar partes de la finca donde se ubique el cultivo de café en combinación con cedro. Estas deben de estar distribuidas en la mayor cantidad de área posible, incluyendo topografías diversas (sectores planos, inclinados, etc.). Prever que no estén en lugares donde recién se hicieron fertilizaciones o encalados.

PASO 2

Realizar el muestreo en época seca.

PASO 3

Con un palín, hacer huecos de entre 5-20 cm de profundidad en 10 puntos distintos del área plantada. Si el área es pequeña, para movilizarse de un punto a otro se camina en forma de zigzag.

PASO 4

La tierra extraída en cada hueco se debe depositar en bolsas plásticas limpias.

PASO 5

Revolver toda la tierra recolectada en los 10 puntos de muestreo, para que esta sea uniforme y apartar medio kilo aproximadamente. Colocarla en una bolsa plástica e identificarla con el nombre del propietario, ubicación y fecha en la que se realizó el muestreo.

PASO 6

Comunicarse y enviar por Correos de Costa Rica u otro medio la muestra de suelo al Laboratorio de Suelos del INISEFOR de la UNA, ubicado en Heredia, para que ésta sea analizada. El análisis químico completo tiene un costo de 12 720 colones y el costo del análisis de textura es de 6 120 colones; puede comunicarse al 2562-4600, para verificar dichos montos.

PASO 7

Posterior a ello y según lo indique el laboratorio, se le hará llegar el resultado del análisis de suelo de la finca con información similar a la mostrada en el siguiente cuadro, en la parte de "Análisis de suelo".

Cuadro 1. Ejemplo de análisis de suelo, rangos a encontrar y cantidad recomendada según componentes para el adecuado crecimiento del cedro*

Análisis de suelo		Valor		
Componente	Unidad	Obtenido*	Rango normal	Óptimo
Grado de acidez	pH	4,7	4,5-9,5	mayor que 4,9
Acidez	(cmol ^{*l-1})	1,27		
Saturación de acidez	(cmol ^{*l-1})	0,5	0 a 60%	menor que 25
Potasio (K)	(cmol ^{*l-1})	0,15	menor que 5	
Calcio (Ca)	(cmol ^{*l-1})	0,83	menor que 50	
Magnesio (Mg)	(cmol ^{*l-1})	0,3	menor que 15	
Fósforo (P)	(mg ^{*l-1})	8,06	menor que 200	
Cobre (Cu)	(mg ^{*l-1})	19,43	menor que 100	menor que 3,6
Zinc (Zn)	(mg ^{*l-1})	3,39	menor que 50	
Manganeso (Mn)	(mg ^{*l-1})	5,61	menor que 100	
Hierro (Fe)	(mg ^{*l-1})	310,78	menor que 500	menor que 165

* Ejemplo con fines ilustrativos, cada finca puede mostrar distintas cantidades en cada componente.

PASO 8

Para identificar el estado actual de la finca donde se hizo el muestreo, hay que tener claro cuáles son los rangos normales en los que se puede encontrar cada componente.

PASO 9

Comparar los resultados de la finca con los recomendados para el adecuado crecimiento del cedro.

Se tomará como ejemplo el análisis de suelo mostrado anteriormente:

El contenido de hierro de la finca analizada es de $310,78 \text{ mg}^{\text{l}^{-1}}$, siendo este mayor a los $165 \text{ mg}^{\text{l}^{-1}}$ recomendados para el cedro. El pH es de 4,7, lo cual es menor a 5,5 considerado como muy ácido, además se encuentra por debajo de 4,9, que es el límite inferior en el cual la especie se desarrolla adecuadamente. Los dos parámetros anteriores se encuentran relacionados debido a que a menor pH, el suelo posee mayor cantidad de hierro. Por otra parte, el cobre recomendado para el mejor desarrollo del cedro es de $3,6 \text{ mg}^{\text{l}^{-1}}$ mientras que el de la finca es de $19,43 \text{ mg}^{\text{l}^{-1}}$ lo que indica que posee mayor cantidad de cobre que el que la especie necesita.

En general, esta finca no cuenta con ninguna de las recomendaciones apropiadas para el cedro, por lo que el crecimiento de los árboles no será el mejor.

Las **cantidades recomendadas** para el adecuado desarrollo del cedro se encuentran en los siguientes valores: el pH debe ser mayor a 4,9; el contenido de cobre debe ser menor que $3,6 \text{ mg}^{-1}$, el hierro debe tener valores menores a 165 mg^{-1} y la acidez debe ser menor al 25%.



Capítulo II

¿Cómo están creciendo mis árboles?





Figura 10. Cedro de 18 años en combinación con café y plátano. Foto: D. Carvajal.

¿Cómo conocer cuánta madera tengo en un árbol en pie?

2.1 Madera en pie

Para calcular la cantidad de madera de un árbol en pie, debe realizar los siguientes pasos.

PASO 1

Medir la circunferencia en centímetros, utilizando una cinta de costurera.

Ejemplo árbol 1: circunferencia=100,1 cm

PASO 2

Buscar en la tabla (Cuadro 2), en la columna de circunferencia (Circ), el dato que más se acerque hacia abajo al dato medido en campo.

Para el ejemplo del árbol 1, la circunferencia se redondea a 100 cm.

Tome en cuenta que: Si el dato medido en campo está entre 100,1 cm y 100,5 cm, debe usar 100 cm y si el dato medido en campo está entre 100,6 cm y 100,9 cm, debe usar 101 cm.

PASO 3

Ver en la última columna del Cuadro 2 (volumen comercial por árbol en PMT) cuál es la cantidad de PMT (pulgadas madereras ticas) que tendría ese árbol.

Ejemplo árbol 1: 136 PMT

PASO 4

Anotar el dato de PMT de cada árbol.

Ejemplo árbol 1= 136 PMT + todos los datos de los otros árboles

Árbol 1: 136 PMT

Árbol 2: 64 cm de circunferencia, tiene 39 PMT

Árbol 3: 156 cm de circunferencia, tiene 471 PMT

PASO 5

Sumar los datos de PMT de todos los árboles medidos.

Hacer la suma de todos los datos de PMT

Suma= $136 + 39 + 471$

Total= 646 PMT

PASO 6

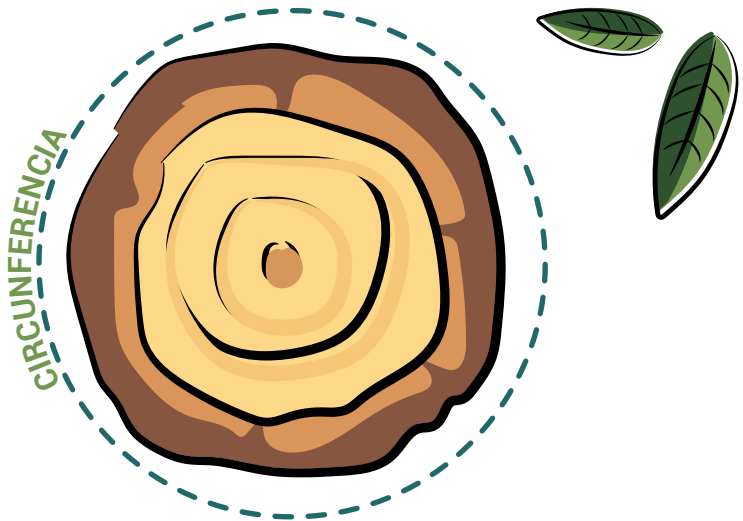
Multiplicar por el precio de madera de cedro amargo por PMT en pie (el árbol en la finca y sin cortar).

Ejemplo: 646 PMT X precio por PMT (Árbol en pie)

Ejemplo: 646 PMT X 208 colones (precio consultado primer semestre 2020)

Ejemplo: 134 368 colones (ciento treinta y cuatro mil trescientos sesenta y ocho colones)

En el siguiente cuadro se muestra la cantidad de PMT de cada árbol, según su circunferencia.



Cuadro 2. Circunferencia y volumen comercial en pulgadas madereras ticas por árbol de *Cedrela odorata* en cafetales, Pérez Zeledón, Costa Rica, 2019.

Edad	DAP	Circ	Vol com	Edad	DAP	Circ	Vol com
(años)	(cm)	(cm)	(PMT)	(años)	(cm)	(cm)	(PMT)
9,1	20,7	65	40	12	28,0	88	94
9,2	21,0	66	42	12,1	28,3	89	97
9,3	21,2	67	43	12,2	28,5	90	99
9,5	21,7	68	46	12,4	29,0	91	104
9,6	22,0	69	47	12,5	29,3	92	107
9,7	22,2	70	49	12,6	29,6	93	110
9,8	22,5	71	50	12,7	29,8	94	112
10	23,0	72	54	12,9	30,3	95	118
10,1	23,2	73	55	13	30,6	96	121
10,2	23,5	74	57	13,1	30,8	97	124
10,4	24,0	75	61	13,2	31,1	98	127
10,5	24,2	76	62	13,3	31,4	99	130
10,6	24,5	77	64	13,5	31,9	100	136
10,7	24,7	78	66	13,6	32,1	101	139
10,9	25,2	79	70	13,7	32,4	102	142
11	25,5	80	72	13,8	32,7	103	145
11,1	25,7	81	74	14	33,2	104	152
11,2	26,0	82	76	14,1	33,4	105	155
11,4	26,5	83	81	14,2	33,7	106	159
11,5	26,7	84	83	14,3	33,9	107	162
11,6	27,0	85	85	14,5	34,5	108	169
11,7	27,3	86	87	14,6	34,7	109	173
11,9	27,8	87	92	14,7	35,0	110	177

Edad	DAP	Circ	Vol com	Edad	DAP	Circ	Edad
(años)	(cm)	(cm)	(PMT)	(años)	(cm)	(cm)	(años)
14,8	35,3	111	180	17,6	42,6	134	308
14,9	35,5	112	184	17,7	42,9	135	313
15,1	36,0	113	192	17,8	43,1	136	319
15,2	36,3	114	196	18	43,7	137	330
15,3	36,6	115	200	18,1	43,9	138	336
15,4	36,8	116	204	18,2	44,2	139	341
15,6	37,3	117	212	18,3	44,5	140	347
15,7	37,6	118	216	18,4	44,7	141	353
15,8	37,9	119	221	18,6	45,3	142	365
15,9	38,1	120	225	18,7	45,5	143	371
16	38,4	121	229	18,8	45,8	144	377
16,2	38,9	122	238	18,9	46,1	145	384
16,3	39,2	123	243	19	46,3	146	390
16,4	39,4	124	247	19,2	46,9	147	403
16,5	39,7	125	252	19,3	47,1	148	409
16,6	40,0	126	257	19,4	47,4	149	416
16,8	40,5	127	267	19,5	47,7	150	422
16,9	40,8	128	272	19,6	47,9	151	429
17	41,0	129	277	19,8	48,5	152	443
17,1	41,3	130	282	19,9	48,7	153	450
17,2	41,5	131	287	20	49,0	154	457
17,4	42,1	132	297	20,1	49,3	155	464
17,5	42,3	133	302	20,2	49,5	156	471

2.2 Madera en troza

PASO 1

Buscar un mecate que no estire, puede tener entre 2 a 3 milímetros de grosor.



Figura 11. Mecate utilizado para medir madera en el sistema PMT.

PASO 2

Buscar una cinta métrica de carpintero con unidades en pulgadas.



Figura 12. Cinta utilizada para medir la longitud del mecate colocado en la tuca.

PASO 3

Ubicar el lado más delgado de la troza.

Figura 13. Cara más delgada de la troza.



PASO 4

En la cara más delgada, rodear la circunferencia de la tuca con el mecate, pasándolo sobre la corteza y en el borde de la cara, hasta dar una vuelta completa; colocar firmemente un dedo sobre el punto en el que se llega a la punta del mecate, y sostener firmemente el dedo sobre el mecate, para no perder la posición en el mismo.

PASO 5

Doblar el mecate en cuatro partes.



Figura 14. Mecate doblado en cuatro partes.

PASO 6

Medir en pulgadas la longitud del mecate doblado en cuatro, utilizando la cinta métrica. Nota: las fracciones de pulgada se anotan cada cuarto de pulgada. A la medida en pulgadas del mecate doblado se le castiga algo (por el grosor de la corteza), puede ser una o media pulgada, en común acuerdo entre el vendedor y el comprador.



Figura 15. Medición en pulgadas de la longitud del mecate doblado en cuatro.

PASO 7

Ahora proceda a medir el largo de la troza en varas. Si la troza no tiene la última vara completa, se mide medias varas.

Ejemplo: 3 varas y media de largo (3,5 v)

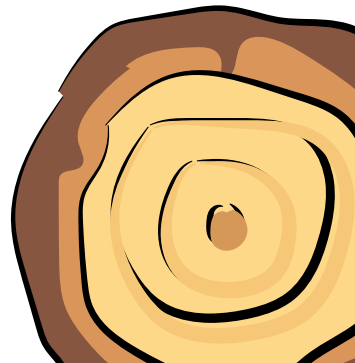
PASO 8

Para obtener la cantidad de pulgadas madereras ticas, la medida de la circunferencia en pulgadas se multiplica por sí misma y luego por el largo de la troza en varas y el resultado se divide entre cuatro.

Ejemplo: (8' x 8' x 3,5 v) /4v

PASO 9

El resultado es 56 pulgadas madereras ticas para el ejemplo.



Capítulo III

¿Cuánto crecerán mis árboles?





Figura 16. Árbol de cedro amargo en cafetal.
Foto: R. Murillo.

3.1 Calidad productiva

En los distritos evaluados, exceptuando Páramo y Rivas, hay presencia de todas las calidades de sitio, que incluyen fincas con una alta productividad de madera y otras de menor productividad. Para determinar la calidad productiva de la finca, se deben seguir los pasos que se indican a continuación.

PASO 1

Averiguar la edad de los árboles de cedro amargo y elegir uno de los árboles más altos de la finca.

PASO 2

Estimar la altura total del árbol, es decir hasta la punta de la copa; este cálculo se puede hacer utilizando una varilla de dos metros.

PASO 3

Colocar la varilla de dos metros en un lugar visible junto a la base del árbol y alejarse unos 10 metros, para luego intentar conocer cuántas veces cabe la varilla en el árbol. De ese modo se tiene un valor aproximado de la altura total del árbol.



PASO 4

Al conocer la edad y la altura total del árbol más alto se procede a utilizar las curvas de calidad del sitio.

El siguiente ejemplo muestra cómo tres diferentes fincas con árboles de cedro de la misma edad (12 años) en el distrito de Platanares, tienen diferente calidad productiva para dicha especie. Al medir la altura del árbol más alto en cada finca se observó que en la finca 1, el árbol más alto tenía una altura de 18 m; en la finca 2 la altura del árbol más alto fue de 22 m y en la finca 3 dicho árbol tenía una altura de 26 m.

Al colocar las alturas en la Figura 16 (note que en los números de la izquierda están las posibles alturas de los árboles), se observa que la finca 1 tiene una productividad más baja que la de las otras fincas; la finca 3 es la más productiva y la finca 2 tiene una productividad regular.



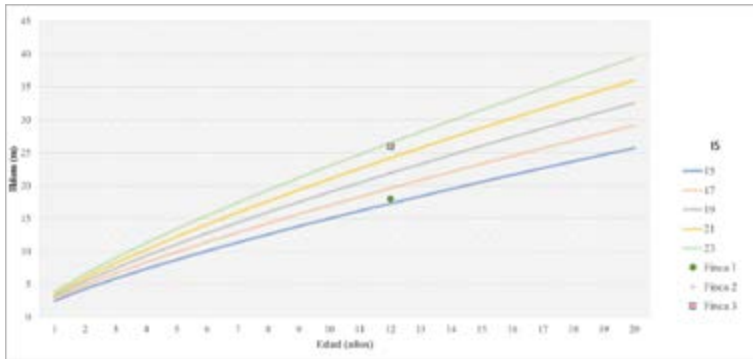


Figura 17. Curvas de índice de sitio de cedro amargo a edad base de 10 años.

PASO 5

Para conocer el posible rendimiento productivo a futuro, se toma el índice de sitio resultante de la finca o del sector de la finca y se busca el valor de volumen comercial tanto en PMT como en colones según la edad de corta, que puede ser a los 15 (Cuadro 3), a los 17 (Cuadro 4) o a los 20 años (Cuadro 5).

3.2 Rendimiento productivo

Cuadro 3. Rendimiento productivo de *Cedrela odorata* por árbol y por ha con 88 árboles, según calidad de sitio a los 15 años en Pérez Zeledón, 2019.

IS	Hdom (m)	DAP (cm)	Vol/ árbol (PMT)	Ingreso por árbol	Vol/ha (PMT)	Ingreso por venta en pie
15	20,6	29,9	109,6	¢22 800	9 043	¢1 881 037
17	23,3	34,4	163,8	¢34 061	13 509	¢2 810 004
19	26,0	39,1	233,9	¢48 658	19 299	¢4 014 269
21	28,8	43,8	322,5	¢67 071	26 602	¢5 533 357
23	31,5	48,6	431,7	¢89 790	35 613	¢7 407 667

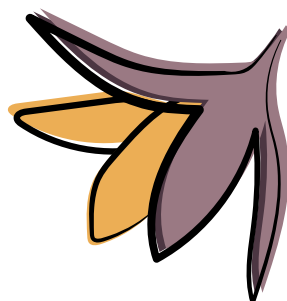
Cuadro 4. Rendimiento productivo de *Cedrela odorata* por árbol y por ha con 88 árboles, según calidad de sitio a los 17 años en Pérez Zeledón, 2019.

IS	Hdom (m)	DAP (cm)	Vol/ árbol (PMT)	Ingreso por árbol	Vol/ha (PMT)	Ingreso por venta en pie
15	22,7	33,4	149,8	¢31 157	12 358	¢2 570 458
17	25,7	38,5	223,8	¢46 544	18 461	¢3 839 903
19	28,7	43,7	319,7	¢66 491	26 372	¢5 485 545
21	31,7	48,9	440,6	¢91 653	36 352	¢7 561 396
23	34,8	54,2	589,9	¢122 699	48 666	¢10 122 662

Cuadro 5. Rendimiento productivo de *Cedrela odorata* por árbol y por ha con 88 árboles, según calidad de sitio a los 20 años en Pérez Zeledón, 2019

IS	Hdom (m)	DAP (cm)	Vol/ árbol (PMT)	Ingreso por árbol	Vol/ha (PMT)	Ingreso por venta en pie
15	25,7	38,5	0,7	¢46 735	18 536	¢3 855 659
17	29,2	44,4	1,0	¢69 816	27 691	¢5 759 812
19	32,6	50,4	1,5	¢99 736	39 558	¢8 228 256
21	36,0	56,5	2,1	¢137 479	54 528	¢11 342 009
23	39,4	62,6	2,8	¢184 047	72 999	¢15 183 879

Los precios de venta para el cedro en pie fueron de 208 colones por pulgada maderera tica. Tipo de cambio del dólar primer semestre de 2020: ¢580 por USD.



Capítulo IV

¿Qué productos puedo sacar de mis árboles?





Figura 18. Trozas de cedro amargo en finca Hube General Viejo del Sur S.A. Foto: Alberto Araya.



4.1 Productos a obtener

Es posible estimar la cantidad de madera por tipo de producto que se obtendrá de un árbol, antes de cortarlo. Para ello, se realiza una simple medición de su circunferencia y con ese valor se busca en el **Cuadro 6** la cantidad de cada uno de los posibles productos que se obtendrían, según la siguiente clasificación: aserrío grueso, aserrío delgado, tarimas, leña y desperdicio. Para saber el volumen que se tiene por producto, se siguen los siguientes pasos.

PASO 1

Consiga una varilla que mida 1,30 m.

PASO 2

Colocar la varilla de manera vertical junto a la base del árbol y medir la circunferencia utilizando una cinta de costurera en centímetros justo donde la varilla llega a 1,30 m.

PASO 3

Diríjase al **Cuadro 6** de este documento y en la columna de circunferencia seleccione el rango donde se encuentra el valor obtenido en la medición que usted realizó.

PASO 4

Una vez identificado dicho rango, en las siguientes columnas podrá observar el volumen a obtener para cada uno de los productos antes mencionados.

PASO 5

Una vez conocida la distribución del volumen sume los valores que corresponden a PMT de los productos aserrío grueso, delgado y tarimas.

PASO 6

Multiplicar el valor obtenido del paso anterior por el precio de la madera de cedro amargo por PMT en pie.

Cuadro 6. Despiece comercial en PMT para *Cedrela odorata*, Pérez Zeledón, Costa Rica, 2019.

Clase diamétrica	Circ	Aserrió grueso	Aserrió delgado	Tarimas	Leña	Desperdicio
20-24,9	63-78,9	--	54	29	3.3	0.33
25-29,9	79-93,9	3	80	64	3.3	0.33
30-34,9	94-109,9	86	90	42	3.3	0.33
35-39,9	110-125,9	179	128	51	3.3	0.33
40-44,9	126-140,9	262	122	45	3.3	0.33
45-49,9	141-156,9	445	106	38	3.3	0.33
50-54,9	157-172,9	582	93	42	3.3	0.33
55-59,9	173-187,9	730	77	38	3.3	0.33
60-64,9	188-203,9	704	96	45	3.3	0.33
65-69,9	204-219,9	1002	83	32	3.3	0.33
70-74,9	220-235	1043	109	29	3.3	0.33

Ejemplo: Si al medir el árbol en pie con la cinta de costurera se obtiene una circunferencia de 147 cm, este árbol se encuentra en la clase diamétrica entre 45-49,9 cm; seguidamente suma los valores de PMT para los primeros tres productos; $445+106+38=589$ PMT. Finalmente, multiplique el valor por el precio de la PMT en pie: 589×208 colones, lo cual da como resultado un monto de 122 470 colones.

Capítulo V

Costos de establecimiento y mantenimiento





Figura 19. Madera aserrada de cedro en finca Hube General Viejo del Sur S.A. Foto: Alberto Araya.



Los costos totales del establecimiento y mantenimiento del cedro dentro de los cafetales son ₡59 000 por hectárea, siendo la compra de las plantas el rubro más alto (190 por planta) y los trabajos de poda de las plantas al año dos (**Cuadro 7**) considerando 100 árboles por hectárea. Otro costo necesario es la compra del insecticida para controlar plagas (palomilla), en este caso se puede utilizar Decis, cuyo costo es ₡30 500 y alcanza para una aplicación a 30 ha aproximadamente (tomar en cuenta la toxicidad de este producto; puede consultar para utilizar otro).

Cuadro 7. Costos de establecimiento y mantenimiento por hectárea del cedro en cafetales.

Mano de obra	Año 1	Año 2
Ahoyado	₡5 000	₡292
Siembra	₡3 042	₡305
Control fitosanitario	₡2 400	
Poda		₡15 210
Insumos		
Arbolitos	₡19 000	₡1 900
Insecticida (Decis)	₡915	₡915
Serrucho podador (cola de zorro)		₡10 000
Total	₡30 356	₡28 622

Anteriormente se mencionó el ingreso potencial promedio por hectárea al vender la madera en pie, así como los ingresos según la calidad de sitio, sin embargo, existen oportunidades de obtener mejores ingresos por la venta de cedro. En este sentido, al cortar los árboles y vender la madera en troza, se incrementa el precio de venta, lo mismo sucede al aserrar la madera y vender tablas o piezas diversas (**Cuadro 8**). Los precios pueden triplicarse al realizar estas labores extras, sin embargo, es importante tomar en cuenta que los costos de corta, arrastre y aserrío se incorporan a los gastos en finca. El costo promedio del aserrío es de 100 colones por PMT cubicada en troza.

Cuadro 8. Precios de venta de madera de cedro según dimensiones de troza y uso de la madera. Precios en colones por PMT

Uso de la Madera	En pie	Trozas de menos de 8 pulgadas	Trozas de más de 10 pulgadas	Madera aserrada
Aserrío	208	N/A	333	700
Tarimas	49	97	N/A	290

5.1 Pago por Servicios Ambientales con FONAFIFO

Los finqueros tienen la posibilidad de establecer un contrato con el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, entidad que ofrece un pago por el establecimiento de un Sistema Agroforestal de árboles de cedro con café, el cual tiene una vigencia de cinco años. Se permite un mínimo de 40 y un máximo de 250 árboles por hectárea y se reconoce un total de ₡997 por cada árbol. Por ejemplo, si se planta 100 árboles por hectárea, el ingreso total en cinco años sería de ₡99 700 con pagos a los años 1, 3 y 5 (**Cuadro 9**).

Cuadro 9. Ingresos del Pago por Servicios Ambientales según cantidad de hectáreas plantadas con 100 árboles por ha.

Año	Hectáreas plantadas				
	1	5	10	30	50
1	₡49 900	₡249 500	₡499 000	₡1 497 000	₡2 495 000
3	₡24 900	₡124 500	₡249 000	₡747 000	₡1 245 000
5	₡24 900	₡124 500	₡249 000	₡747 000	₡1 245 000
Total	₡99 700	₡498 500	₡997 000	₡2 991 000	₡4 985 000

Es importante mencionar que el FONAFIFO reconoce el pago de hasta un máximo de 5 000 árboles por finca. Por último, se debe tomar en cuenta que el mercado de la madera de cedro es amplio, pues por sus características se utiliza especialmente en la elaboración de muebles de alta calidad.



Capítulo VI

Manejo de la principal plaga del cedro



6.1 Barrenador de las Meliáceas

De la misma manera que con cualquier otro cultivo, al cedro amargo se le debe realizar un adecuado control de plagas y enfermedades, lo que resulta indispensable en la obtención de un árbol robusto y con madera de calidad. Para esta especie, la principal plaga es una polilla o mariposa nocturna llamada “barrenador de las meliáceas”, cuyo nombre científico es *Hypsipyla grandella* Zeller. Este barrenador se puede encontrar en cualquier época del año en sus distintas fases (huevo, larva, pupa y adulto) (Fig. 20), por lo que el ataque puede darse tanto en la estación seca como en la lluviosa (Hilje, 2020) y la gran mayoría de los daños se presentan en los brotes tiernos.

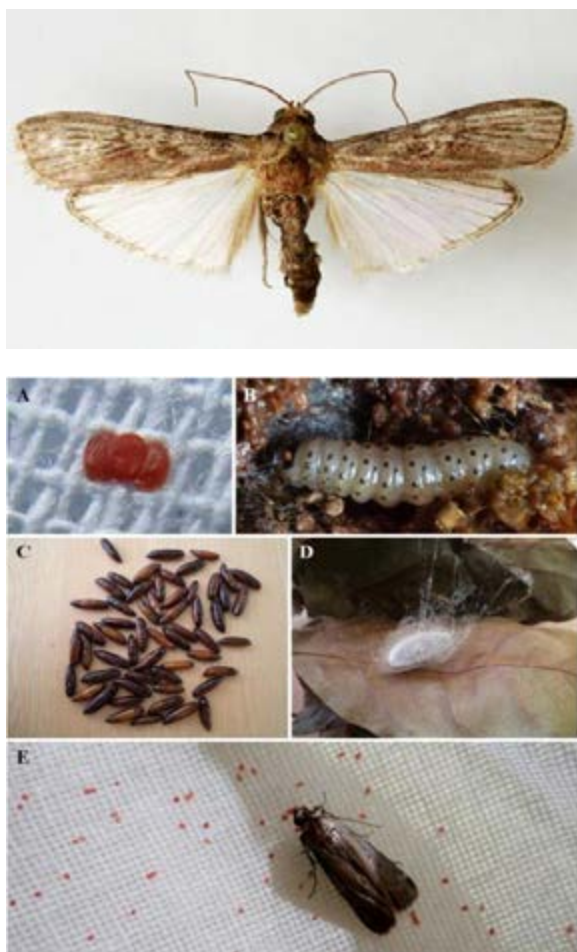


Figura 20. Fases de vida del barrenador de las meliáceas (huevo, larva, pupa y adulto) Fuente: Tavares, Coelho y Gomes (2016).

6.2 Principales daños

Esta polilla deposita sus huevos en la base de los peciolos, tanto en árboles jóvenes como adultos. Al salir, la larva (gusano) viaja hasta los brotes más tiernos (cogollos), fácilmente distinguibles por ser de un color verde claro, donde se introduce en el tallo y se alimenta de la médula (Hilje & Cornelius, 2001). Producto de ello forma un túnel, lo que provoca un daño irremediable en el tallo del árbol. La presencia del barrenador se logra evidenciar gracias a sus desechos de color rojizo que se adhieren por fuera del tallo (FHA, 2011), así como por el color negruzco que toma la parte apical del brote atacado.

El brote principal morirá producto del ataque, lo que detendrá el crecimiento en altura del árbol, provocando un daño irreparable en la altura comercial, especialmente si sucede en los primeros años de su desarrollo. Lo anterior porque, en el lugar del ataque surgirán múltiples brotes hacia los lados; los cuales, de no ser podados a tiempo harán que se pierda casi en su totalidad el valor comercial del árbol (Fig. 21).



Figura 21. Árbol de cedro atacado por el barrenador a edades tempranas vs árbol con buen manejo y control de plagas (Fotos D. Carvajal).

6.3 Prevención y manejo

Para prevenir el ataque del barrenador se recomienda la aplicación de un insecticida cuyo ingrediente activo sea cipermetrina, el cual debe mezclarse con adherente (pega) y agua. Se puede encontrar en tiendas de suministros agroquímicos, en Pérez Zeledón por ejemplo están: Suministros CoopeAgri, Suelos Fértiles Orgánicos S. A., Colono Agropecuario, entre otros. El nombre comercial de los productos con cipermetrina es variado entre ellos se encuentran Ciperkill, Cascabel, Arribo, Ciper 10 o Cipertrin.

El precio de estos productos puede ir desde ₡8 000 hasta ₡24 000 por litro. Al aplicarse deben quedar mojados los brotes jóvenes del árbol con la siguiente dosis: en un litro de agua se agrega un ml de cipermetrina más dos ml de adherente (Chinchilla-Mora, *et al.* 2019).

Las aplicaciones se realizan desde el inicio de la plantación hasta que el árbol supere los ocho metros de altura total, para lo cual se deben utilizar extensiones en la bomba de espalda para alcanzar hasta ese punto. Además, la utilización del insecticida debe darse únicamente cuando los árboles están produciendo brotes nuevos. Este producto químico se recomienda aplicarlo guardando todas las precauciones del caso debido a su toxicidad; lógicamente no podrá utilizarse en caso de sistemas de producción orgánicos.

También se reporta el uso de un método natural, el cual aunque su efectividad no es del 100%, es más económica y no resulta dañina para el ambiente como el control químico. Consiste en elaborar un "repelente" ya sea con ruda (*Ruta graveolens*), hombre grande (*Quassia amara*) o flor de reina de la noche (*Brugmansia suaveolens*) y aplicarlo sobre los brotes jóvenes, el sabor de esas plantas no agrada a la larva por lo que no se los come (Hilje, 2020). Igualmente, este repelente se aplica cuando el árbol presente brotes tiernos y la

frecuencia de aplicación dependerá de las lluvias, las cuales rápidamente lavan el repelente.

Si los árboles ya fueron atacados por el barrenador, se debe actuar de inmediato, cortando el tallo en diagonal por debajo del ataque. Posterior a este surgirán uno o varios rebrotes, por lo que para recuperar el valor comercial futuro del árbol es recomendable seleccionar el más vigoroso y recto y proceder a eliminar los demás rebrotes.

En sistemas agroforestales el ataque de la polilla es menor que en plantaciones puras de cedro, ya que al parecer, la incorporación de diferentes especies funciona como estrategia para confundir al barrenador y con ello dificultarle que encuentre el cedro. En este sentido, se ha observado que, en un SAF café - cedro mezclado con otras especies como plátano (*Musa spp.*), mamón chino (*Nephelium lappaceum*), guabas (*Inga spp.*), cítricos (*Citrus spp.*), entre otras, la afectación de la polilla a los árboles de cedro es poca o nula. Por lo tanto, una alternativa preventiva es la incorporación de varias especies, tanto forestales como agronómicas.

Otra posibilidad preventiva es plantar los arbolitos de cedro cuando las plantas de café sean adultas, de esta manera, si sufren un ataque en edades tempranas, los rebrotes serán menos, debido a la competencia por luz con el café (Navarro, Montagnini & Hernández, 2004). Tal como indica Hilje, 2020 se debe tener presente que la polilla no se va a erradicar por completo y que el problema no desaparecerá, lo que se debe aprender es a convivir con ella, procurando que afecte lo menos posible a los árboles y tratando de implementar prácticas amigables con el ambiente.



Conclusiones y recomendaciones



Los factores biofísicos que afectan el crecimiento del cedro son la altitud, la cantidad de árboles por hectárea, la acidez, los contenidos de Ca, Cu y Mg del suelo y la cantidad de limpiezas del terreno con herbicidas; se recomienda considerar estos factores para tomar la decisión de incorporar el cedro amargo en los cafetales.

En la zona de estudio, el árbol de cedro a los 20 años puede alcanzar 50 cm de DAP, lo que corresponde aproximadamente a 470 PMT y a un ingreso por árbol de 97 760 colones.

La mayoría de las fincas en Pérez Zeledón tienen una calidad de sitio entre regular y buena para el desarrollo de *Cedrela odorata*, lo cual se traduce en ingresos que varían entre 8 200 000 y 11 300 000 colones por hectárea a los 20 años. No obstante, en la zona hay fincas con una capacidad productiva excelente, que superan un ingreso de 15 000 000 por hectárea con diámetros promedio de 62 cm a los 20 años.

Las ventajas de incorporar esta especie forestal están relacionadas a que el cedro amargo es una de las maderas con los mejores precios en el mercado nacional, cuyo principal consumidor son las mueblerías, aunque también se utiliza para la elaboración de lanchas, puertas e instrumentos musicales, armarios y cajas para almacenamiento. Además, la venta de madera

mejora el flujo de caja del sistema productivo cada cierto periodo de tiempo.

Se recomienda considerar la venta de la madera de cedro con un mayor valor agregado, por ejemplo aserrar la madera en la finca, para conseguir mejores precios que pueden alcanzar los 650 colones por PMT.

Debido a que con seguridad se tendrá la presencia de la principal plaga del cedro, cual es el barrenador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella*), se recomienda implementar las medidas de protección más apropiadas, a fin de evitar que cause demasiados daños a los árboles y el consecuente impacto en el rendimiento final.



Bibliografía

- Chinchilla-Mora, O., Corea-Arias, E., Meza-Picado, V. y Ávila-Arias, C. (2019). Manual técnico: Experiencias generadas en el establecimiento de sistemas agroforestales con caoba (*Swietenia macrophylla King*). Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR), Universidad Nacional (UNA). Heredia, Costa Rica. 35 pp.
- FHA. (2011). Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. Evaluación de estrategias para el control de la *Hypsipyla grandella* Zeller en la caoba. Departamento de Protección Vegetal 10 (Ficha técnica). Recuperado de: http://www.fhia.org.hn/downloads/proteccion_veg_pdfs/hoja_tecnica10proteccion_vegetal.pdf
- Gómez-Piñerez, L. M. (2014). *Hypsipyla grandella* Zeller. (Lepidoptera: Pyramidae: Phycitinae) en plantaciones de *Cedrela odorata* en Colombia. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín]. Facultad de Ciencias Agrarias.
- Hilje, L. y Cornelius, J. (2001). ¿Es inmanejable *Hypsipyla grandella* Zeller como plaga forestal? Manejo integral de plagas (Costa Rica) 38 (Hoja Técnica). Recuperado de <http://hdl.handle.net/11554/6958>
- Hilje, L. (2020). En busca de un enfoque preventivo para el manejo del barrenador de las Meliáceas (*Hypsipyla grandella* Zeller). Revista de Ciencias Ambientales, 54(2), 211-229. <https://dx.doi.org/10.15359/rca.54-2.13>

- Navarro, C., Montagnini, F. & Hernández, G. (2004). Genetic variability of *Cedrela odorata* L.: results of early performance of provenances and families from Mesoamerica grown in association with coffee. *Forest Ecology and Management*. 192. 217-227 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.01.037>
- Tavares, M., Coelho, S., Gomes, R. (2016). Breeding and biology of *Hypsipyla grandella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) fed with mahogany seeds (*Swietenia macrophylla* King). *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 19 (1), 217-221. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2016.01.008>.



Este libro se imprimió en el 2022 en el Programa de Publicaciones e Impresiones de la Universidad Nacional, consta de un tiraje de 400 ejemplares, en papel bond editorial y cartulina barnizable.



INISEFOR

