

A man wearing a white long-sleeved shirt and a light-colored hat is shown in profile, looking down at two cacao pods he is holding in his hands. He is in a cacao plantation, with many other pods hanging from the trees in the background. The scene is set in a lush, green environment with sunlight filtering through the leaves.

## CAPÍTULO 2.

# Tecnología local de producción de cacao en el sur de Córdoba

Cuando se aborda la investigación en una región nueva para un sistema de producción agrícola, como es el caso del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), es necesario estudiar de qué manera los productores llevan a cabo las diversas actividades requeridas por el cultivo y cuáles son los objetivos que persiguen. Este enfoque se conoce como tecnología local de producción (TLP) (Escobar & Berdegú, 1990), el cual consiste en organizar secuencialmente la información sobre las prácticas de cultivo de cacao tal como lo realiza el productor. Este método proporciona una base para comparar diferentes opciones tecnológicas que buscan mejorar el sistema de producción y además permite llegar a conclusiones respecto a la efectividad de la tecnología implementada.

Para el equipo de investigación biofísica, es muy importante entender cómo los productores combinan diversos factores de producción con el fin de producir granos de cacao para satisfacer las necesidades de sus familias. Por lo tanto, es fundamental explorar y describir la tecnología local que usan los productores de cacao del sur del departamento de Córdoba en los municipios de Montelíbano, Puerto Libertador, Tierralta y Valencia (figura 2). Estos conocimientos servirán de base para proponer y desarrollar tecnologías que optimicen los coeficientes técnicos de producción, lo que debería traducirse en mayores rendimientos económicos.

**Figura 2.**

Sistema productivo de cacao en el sur de Córdoba (Colombia).



**Foto:** María del Valle Rodríguez Pinto

La metodología utilizada para obtener la TLP se basó en el método del consenso, el cual llevó a realizar un taller de priorización con actores locales del sistema productivo (productores, miembros de asociaciones y asistentes técnicos) en cada municipio que participó en el proyecto. Durante este taller, se elaboró un listado exhaustivo de las actividades involucradas en el cultivo de cacao, desde el establecimiento hasta la cosecha y la comercialización. De manera participativa se acordaron las diferentes labores o actividades, el número de jornales, los costos de mano de obra e insumos durante los primeros tres años de establecimiento, así como las actividades posteriores que conducen al

beneficio y la comercialización. De esta forma, se obtuvieron indicadores económicos del sistema basados en la productividad de la especie.

En general, la construcción de la TLP se abordó en dos etapas: la primera, de forma detallada por municipio, y la segunda, a manera de síntesis, la cual presenta dicha tecnología para las zonas productoras del sur de Córdoba como respuesta a una misma ecorregión.

## Tecnología local de producción del cultivo de cacao en el municipio de Puerto Libertador

### Fase de establecimiento del sistema de producción de cacao

En el primer año se realiza el establecimiento del cultivo del cacao en el municipio de Puerto Libertador. Se inicia con la limpieza del lote manualmente, para lo cual se emplean en promedio y de forma general doce jornales para una hectárea. Esto depende de la densidad de arvenses y rastrojos presentes en el lote, por tanto, este dato es apenas un referente y no una fórmula generalizada.

La preparación del suelo se realiza en el sitio definitivo de la siembra, haciendo el ahoyado a una distancia de 3,5 x 3,5 m en cuadro para una densidad por hectárea de 816 huecos, de 50 cm de profundidad. Para esta actividad, se emplean 16 jornales por hectárea y además se usan dos jornales para llevar las plántulas al sitio definitivo. Cabe resaltar que en su mayoría no se hacen análisis de suelos para establecer un plan de manejo.

El material de siembra (patrón) proviene de un vivero construido en espacios de la finca, con madera y cobertizo de palma que se consigue en la misma zona. Para obtener las plántulas, se prepara, primero, el sustrato con cascarilla de arroz, arena y tierra (suelo), para lo cual se emplean dos jornales por hectárea. Después se hace el llenado de bolsas, en el que se emplean tres jornales  $\text{ha}^{-1}$ ; las bolsas se compran por millares a \$65.000 pesos. Las semillas que se usan se le pueden comprar a otro productor vecino o a la asociación, por valor de \$50.000 pesos (mil semillas).

Dentro de las labores que se desatacan en el manejo del vivero, está el uso del riego, considerado indispensable por los productores para la supervivencia de las plantas; por otra parte, está el control manual de arvenses y la aplicación de agroinsumos. Para estas actividades de aplicación se usan 13 jornales  $\text{ha}^{-1}$ . Entre los agroinsumos que se emplean para el semillero y la producción de plántulas están los insecticidas a base de clorpirifós (que se consigue con distintos nombres comerciales), el cual es considerado un insecticida organofosforado de amplio espectro, recomendado para el control de plagas en diversos cultivos. En cuanto a los fertilizantes, se usan aquellos que aportan a las plantas elementos mayores como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), y algunos secundarios importantes para el desarrollo de estas. Los productores mencionan que para la protección de las plantas contra enfermedades emplean fungicidas a base de dietilditiocarbamato.

Para el trasplante de los patrones, los productores emplean cinco jornales  $\text{ha}^{-1}$ . Es importante aclarar que las plántulas no vienen injertadas, por lo que el proceso de injertación se realiza directamente en campo, y esto tiene un valor de \$500 pesos por planta pegada; es decir, en caso de que algún injerto no pegue o se pierda, debe volverse a injertar.

Durante el primer año de establecimiento, solo se realiza una poda de formación (dos jornales por ha<sup>-1</sup>), y en el momento de ejecutar el corte se usa una pasta cicatrizante (insecticida + pintura de agua tipo 1 u otro producto que se consigue en almacenes agrícolas en la cabecera municipal). En este primer año de establecimiento, se lleva a cabo simultáneamente la siembra del maderable o frutal, que cumple la función de sombrío permanente; para el sombrío transitorio se usa el cultivo de plátano. La siembra del maderable se hace con 200 plantas aproximadamente, para lo cual se gastan dos jornales, y para el establecimiento del plátano los productores manifiestan que hacen labores de trazado, ahoyado y siembra empleando densidades en el orden de 400 plantas ha<sup>-1</sup> y cuatro jornales ha<sup>-1</sup>. Esto se hace tres meses antes de la siembra del cacao, con el fin de proteger el cultivo durante las primeras fases de desarrollo en campo.

El control de arvenses se realiza de forma manual usando machete, tres veces al año; para esta labor se gastan 24 jornales ha<sup>-1</sup>. El plateo se hace en las dos especies: plátano y cacao, con 16 jornales ha<sup>-1</sup>; esta actividad se realiza alrededor de la plántula y, de forma general, cuando se requiere, dependiendo del desarrollo y del tipo de arvenses (hoja ancha o angosta). Para el control de los problemas fitosanitarios, se usan tres jornales ha<sup>-1</sup> por año.

La fertilización en el cultivo de cacao se realiza tres veces al año, utilizando una combinación de abonos orgánicos y fertilizantes de síntesis química. Algunos de los productos más usados son urea (1 bulto) y triple 15 (1 bulto), entre otros, aplicados en cantidades de 2 kg ha<sup>-1</sup>. Para corregir la acidez del suelo, se emplea cal agrícola, aplicando seis bultos por hectárea.

Para el cultivo del plátano, se priorizan labores agronómicas como la fertilización, para la cual se requieren dos jornales, deshije y desoje.

En el primer año, se da la primera cosecha de plátano, y se estima que a los nueve meses de sembrado el plátano produce en promedio 160 racimos  $\text{ha}^{-1}$  por año; esto se hace con un jornal. Cada racimo produce 30 unidades y cada plátano se vende a \$1.000 pesos.

## Fase de sostenimiento del cultivo

A partir del segundo año de establecimiento, se lleva a cabo el mantenimiento del cultivo. En este punto, las actividades agronómicas que se realizan son el control de arvenses de forma manual con machete o mecánica con guadaña, y se usan 15 jornales  $\text{ha}^{-1}$ . En esta fase, se inicia el control de plagas, actividad que requiere dos jornales  $\text{ha}^{-1}$ ; además, se hacen dos podas, para lo cual se emplean seis jornales  $\text{ha}^{-1}$ . Con relación al manejo del cultivo transitorio de plátano, se realiza el deshije con tres jornales  $\text{ha}^{-1}$  y la recolección o cosecha de esta especie se hace cada 15 días a partir del segundo año de su siembra, para lo cual se necesitan 48 jornales al año.

Otra actividad del segundo año es la fertilización de cacao y plátano a base de KCl, empleando un bulto por  $\text{ha}^{-1}$ , con el cual, según los productores, se garantiza el cuajamiento de los frutos. También mencionan que emplean un bulto de fertilizante compuesto y complementan con aplicaciones foliares de otro fertilizante con 2 litros por  $\text{ha}^{-1}$ .

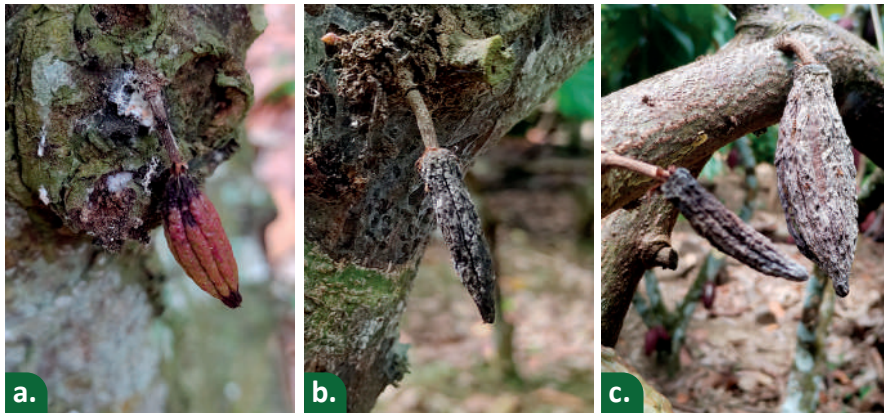
## Fase de mantenimiento del cultivo

Durante un tercer año, las labores están enfocadas en el manejo de arvenses, actividad que se realiza con ocho jornales  $\text{ha}^{-1}$ . También se lleva a cabo el control de insectos plaga y enfermedades con una frecuencia semanal, para un total de 48 jornales. Los productores reconocen que esta es una actividad principal que técnicamente se conoce

como podas de control sanitario. Estas podas consisten en cortar los pepinillos (figura 3) que presentan manchas y las mazorcas negras o con polvillo blanco (esta apariencia se refiere a los síntomas y signos asociados a la enfermedad conocida como monilia, figura 4) con una tijera de podar o con machete. En las podas de mantenimiento para aclareo o formación se gastan 16 jornales ha<sup>-1</sup> al año. Cabe aclarar que en esta fase ya no hay cultivo de plátano como sombrío temporal, porque el cacao ha alcanzado una altura suficiente (figura 5).

**Figura 3.**

Pepinillos de cacao que requieren poda (plantaciones de cacao del sur de Córdoba). a. Pepinillo con manchas; b. Pepinillo con polvillo blanco; c. Pepinillo seco.



**Fotos:** María del Valle Rodríguez Pinto

**Figura 4.**

Pepinillos de cacao con síntomas o daños asociados a la enfermedad moniliasis en plantaciones del sur de Córdoba.



**Foto:** María del Valle Rodríguez Pinto

Figura 5.

Cultivo de cacao bajo arreglo de siembra con cultivo transitorio de plátano.



Foto: María del Valle Rodríguez Pinto

## Recolección del cacao

En la primera cosecha, al finalizar el segundo año después de haber establecido el cultivo de cacao en campo, se obtienen 200 kilos. A partir del tercer año, la producción aumenta a 370 kilos por hectárea y alcanza 700 kilos por hectárea a partir del cuarto año, y sucesivamente. Es importante destacar que los rendimientos varían significativamente de una finca a otra, por lo que estos datos deben tomarse solo como referencia y no como una fórmula definitiva o suposición.

La fase de poscosecha del cacao implica el secado y el fermentado, para lo cual se utiliza un fermentador de madera ubicado en la misma finca; este fermentador está construido con madera cortada y ensamblada con malla. Esta labor, incluyendo tornillos, mano de obra y el uso de la casa Elba para el secado, tiene un costo aproximado de \$6.000.000. Es relevante destacar que en la mayoría de los casos la infraestructura necesaria la proporcionan los proyectos que desarrollan diversas entidades presentes en el territorio.

## Tecnología local de producción del cultivo de cacao en el municipio de Montelíbano

### Primer año: fase de establecimiento del sistema de producción de cacao

El cultivo del cacao en el municipio de Montelíbano (corregimiento de Tierradentro) se inicia con la limpieza general del lote, que consiste en la recolección y el corte de arvences, a lo cual los productores de la

zona denominan tumba, repique y soca. Esta labor se hace manualmente con cinco jornales en promedio para una hectárea, dependiendo de lo grande o alta que esté la arvences. El valor del jornal que se paga en la zona es de \$ 35.000 pesos en una jornada que va desde las 7:00 a. m. hasta las 2:00 p. m.

La preparación del suelo se lleva a cabo mediante la elaboración de hoyos (ahoyado) en el sitio definitivo donde se sembrarán las plántulas de cacao, con una distancia de cuatro metros entre surcos y cuatro metros entre plantas, lo que da un total de 625 hoyos de 50 centímetros de profundidad cada uno. Para esta tarea, se requieren siete jornales por hectárea. Además, para corregir la acidez del suelo, se usa cal agrícola (cuatro bultos por hectárea); para esto se emplean tres jornales por hectárea.

El material de siembra se obtiene de un vivero certificado; es un material que se considera como plántulas injertadas y tiene un valor de \$3.500 pesos por planta, para un total de \$2.187.500 pesos por ha<sup>-1</sup>. Después de tener las plántulas, estas deben ser trasladadas al sitio definitivo, para lo cual se usan seis jornales por ha<sup>-1</sup>.

La siembra se realiza con el trasplante y la puesta en el sitio definitivo de la plántula en el hoyo que se ha hecho; para esto se necesitan cinco jornales ha<sup>-1</sup>. Hay que aclarar que las plántulas son injertadas, por eso la injertación tiene lugar en el vivero.

Durante el primer año solo se realiza una poda de formación, que requiere tres jornales; además, en esta actividad se hace cicatrización con pasta cicatrizante (insecticida + pintura o vinilo u otro producto que se adquiere en el almacén agrícola en la cabecera municipal). Para el manejo de arvences, se hace plateo para el cacao y para los cultivos

que aportan sombrío permanente y transitorio, como son los frutales, los maderables y el plátano; para esto, se emplean cuatro jornales.

Otra actividad que se lleva a cabo durante el primer año es la siembra del maderable o frutal que actúa como sombra semipermanente; para esto, se hace un trazado para el cultivo del plátano, que en total es de 400 plantas por ha<sup>-1</sup>, y se realiza con cuatro jornales por ha<sup>-1</sup> tres meses antes de la siembra del cacao.

Se fertiliza con urea y fertilizante compuesto, aplicando un bulto por hectárea. Además, se usan otros fertilizantes, en una cantidad de 2 kilos por bolsa. Para corregir la acidez del suelo, se emplean cuatro bultos de cal agrícola, con dos jornales por hectárea. El cultivo del plátano se fertiliza con dos jornales, deshije y deshoje.

En el primer año, se da la primera cosecha de plátano, y se estima que a los nueve meses de haber sembrado el plátano se producen en promedio 160 racimos por ha<sup>-1</sup>, que dan de 3.800 a 4.000 unidades por año; esto se hace con un jornal. Cada racimo produce 25 unidades y cada plátano se vende a \$1.000 pesos, precio que varía a lo largo del año (este dato es solo el promedio).

El control de arvenses del cultivo es manual y se hace con machete tres veces al año, para lo cual se usan tres jornales por ha<sup>-1</sup> al año.

## Segundo año de sostenimiento del cultivo

En el segundo año, se lleva a cabo el mantenimiento del cultivo, que incluye diversas actividades. El control de arvenses se realiza de manera manual, empleando nueve jornales, y para el control de plagas, se necesitan dos jornales. Además, se hacen dos podas en 625 árboles, para lo

cual se utilizan seis jornales. También se lleva a cabo el deshije del plátano, empleando dos jornales, y se aplica una mezcla de KCl y fertilizante, combinando un bulto de cada uno para aplicarlos en las plantas.

Las aplicaciones de fungicidas incluyen dos aplicaciones de oxiclورو de cobre, mientras que la frecuencia del uso de insecticidas varía según la presencia de hormigas en la plantación. En cuanto a la cosecha del plátano, esta se realiza cada 15 días a partir del segundo año, lo que requiere 96 jornales al año. Cada uno de los 180 racimos produce 25 unidades, lo que da un total de 4.500 unidades.

## Tercer año de mantenimiento del cultivo

En el tercer año, según manifiestan los productores, se priorizan labores como el manejo de arvenses por medio de un control manual, para lo cual se usan seis jornales. El control de plagas se hace con productos de síntesis química y se gastan dos jornales. Además, se hacen podas de formación una vez al año, con ocho jornales; estas son diferentes a las podas fitosanitarias, que se realizan cuatro veces al año y para las cuales se necesitan en promedio 48 jornales. Se llevan a cabo podas de mantenimiento, con 16 jornales por  $\text{ha}^{-1}$  al año. Cabe mencionar que a partir de este año ya no hay cultivo de plátano.

## Recolección del cacao

La recolección del cacao se hace después de los 2,5 años de haber establecido el cultivo; la primera cosecha produce hasta 200 kilos por  $\text{ha}^{-1}$  y esta producción va incrementando durante los siguientes años; por ejemplo, en el segundo año, se obtienen 350 kilos y después del cuarto año se pueden producir más de 700 kilos por  $\text{ha}^{-1}$ . La producción se estabiliza a partir del cuarto año de producción.

# Tecnología local de producción del cultivo de cacao en el municipio de Tierralta

## Primer año: fase de establecimiento del sistema de producción de cacao

Es importante aclarar que en este municipio el ejercicio se realizó en la zona de ladera con terreno ondulado, el cual se considera desde el inicio un terreno que no ha sido intervenido, por lo que es necesario hacer corte de la vegetación que haya en el área y limpiarla; esto último consiste en la recolección y en el corte de arvenses tumba, repique y soca, labor que se realiza de forma manual empleando 12 jornales en promedio para una hectárea, dependiendo de la incidencia y del tamaño de la arvenses. El valor del jornal que se paga en la zona es de \$30.000 pesos en una jornada que va desde las 7:00 a. m. hasta las 2:00 p. m.

La preparación del suelo consiste en hacer un ahoyado con una distancia de 4 x 4, para un total de 625 hoyos de 50 cm (se emplean dos jornales por ha<sup>-1</sup>) en el sitio definitivo, a partir de un trazado (se emplean dos jornales por ha<sup>-1</sup>). No se aplican correctivos.

El material de siembra se prepara en la finca, a partir de varias actividades; por ejemplo, la preparación del sustrato para 1.000 plántulas, con el fin de estar preparados en caso de tener que hacer resiembra. El tiempo empleado para producir una plántula es de 45 días desde que se hace el semillero. Algunos productores optan por la siembra directa, colocando la semilla en el sitio definitivo y cubriéndola con materia orgánica. La preparación del sustrato implica conseguir tierra

negra, arena, afrecho de arroz y hormigosa, materiales de la finca; también se usa palo podrido. Para esta actividad, se emplean cinco jornales por ha<sup>-1</sup>. Otra actividad es el llenado de las bolsas, para lo cual se gastan cinco jornales por ha<sup>-1</sup>, para las 1.000 bolsas que se deben llenar. Se utiliza semilla sexual y durante el tiempo que tarda la planta en crecer se hace mantenimiento, el cual consiste principalmente en el riego; esta labor requiere 13 jornales en promedio. También se realiza control de arvenses, se aplican insecticidas y fertilizante foliar. Una plántula puede costar en promedio \$606 pesos.

La siembra se realiza con personal entrenado para evitar daños, y consiste en colocar la plántula en el sitio definitivo. Se conocen tres tipos de especies: el cacao como especie principal, el plátano como sombrío transitorio y los maderables y frutales como sombrío permanente. Es importante destacar que tanto el cacao, como el plátano comparten el mismo número de plantas por hectárea (825), mientras que los maderables y frutales son menos, aproximadamente 80 plantas por hectárea.

En el primer año, se realizan cuatro plateos con 28 jornales; cabe aclarar que se distribuyen entre plátano, cacao y frutales. Además, se emplea guadaña, la cual se contrata por \$20.000 pesos más \$30.000 pesos del jornal (se usan cuatro jornales al año). También se utiliza machete en la zona de ladera cuando las condiciones del terreno no permiten usar la guadaña.

Para la sombra permanente, se siembran 80 plantas de forestal, con dos jornales por ha<sup>-1</sup>. Se hace injertación en campo; el patrón se produce en la misma finca, lo cual ocurre a los 6 u 8 meses después de sembrada la planta y cuesta \$1.000 por injerto pegado. Se realizan dos podas de formación al año cada seis meses en el primer año, para lo cual se gastan ocho jornales por ha<sup>-1</sup>.

Para la cosecha de plátano, se estima el corte y el arriado en un primer pase con 500 racimos (cada uno con un promedio de 25 plátanos por racimo), empleando cuatro jornales en tierra plana. En cuanto a los insumos, se utiliza el colino de plátano. Para este caso, los productores no precisaron el costo, ya que muchos lo reciben de otras fincas en lugar de comprarlo; sin embargo, se estimó un precio promedio de \$700 pesos por colino desinfectado.

Para las plántulas de maderables, que actúan como sombrío permanente, en algunos casos los productores reutilizan semillas de frutales de su finca; también establecen frutales como aguacate, zapote y chontaduro (con un valor de \$5.000 pesos por semilla puesta en la finca), entre otros maderables, empleando 44 plantas a una distancia de siembra de 15 x 15.

## Segundo año de sostenimiento del cultivo

En el segundo año, se hace el mantenimiento del cultivo con diversas actividades. Se realiza el control de arvenses de manera manual, empleando ocho jornales, y para el control de plagas, se utilizan dos jornales. Se llevan a cabo dos podas en 825 árboles, lo cual requiere seis jornales. Además, se realiza el deshije del plátano con dos jornales y se aplica una mezcla de KCl y fertilizante, utilizando un bulto de cada uno por planta. La recolección de las mazorcas se hace con seis jornales cada 15 días durante la temporada de cosecha. En cuanto a la fertilización, se aplican para esto dos bultos de KCl y uno de fertilizante mezclados, tres veces al año.

Para el beneficio del cacao, se realizan labores como la fermentación, para la cual se emplea la infraestructura de la casa Elba. Además, se

utiliza un fermentador que tiene un costo estimado de \$4.000.000 de pesos, divididos en siete años de vida útil, lo que resulta en un valor anual de \$670.000 pesos. Este costo, en su mayoría, no es asumido por el productor, sino que recibe apoyo por parte de entidades que fomentan el cultivo del cacao, como Fedecacao.

## Tercer año de mantenimiento del cultivo

Se realizan el manejo de arvenses de forma manual, empleando doce jornales. Para el control de problemas fitosanitarios, se hace monitoreo y se aplican productos de síntesis química, utilizando dos jornales por labor. Las podas de formación se hacen una vez al año, con un gasto de ocho jornales. Como complemento al manejo fitosanitario, se ejecutan cuatro podas fitosanitarias, con un promedio de 24 jornales; además, se realizan podas de mantenimiento, utilizando seis jornales por hectárea al año. Se aclara que a partir de este año ya no hay cultivo de plátano.

## Recolección del cacao

La producción de mazorcas de cacao comienza al finalizar el segundo año de haber sido establecido el cultivo. En la primera cosecha, se obtienen 180 kilos por  $ha^{-1}$ . El segundo año de producción ocurre tres años después de que se establece el cultivo y se dan 350 kilos por  $ha^{-1}$ ; a partir de ese año los rendimientos aumentan, hasta llegar a 700 kilos, después del tercer año de producción.

## Tecnología local de producción del cultivo de cacao en el municipio de Valencia

Los análisis en este municipio se realizaron teniendo en cuenta las condiciones ambientales del área de siembra de cacao, la cual se caracteriza por presentar una topografía ondulada con predominio de laderas y terreno que no ha sido intervenido; por esto, es necesario realizar el corte de la vegetación y limpieza del lote. El cultivo del cacao en el municipio de Valencia se inicia con la limpieza del lote, que consiste en la recolección y el corte de arvenses tumba, repique y soca (limpieza del terreno). Esto se hace manualmente y se requieren seis jornales en promedio para una hectárea, dependiendo de lo grande o alta que esté la arvenses. El valor del jornal que se paga en la zona es de \$ 30.000 pesos para una jornada que va desde las 7:00 a. m. hasta las 3:00 p. m.

### Primer año: fase de establecimiento del sistema de producción de cacao

Primero se establece el sombrío transitorio, es decir, el cultivo del plátano. Dos meses después se realiza la siembra del cacao en tres bolillos o en triángulo, con una distancia entre matas de 4 metros y entre surcos igual (4 m x 4 m). Las plántulas de cacao injertadas se compran a \$2.500 pesos cada una. En este proceso, se incluye la recolección de estacas, el trazado y el ahoyado, y requiere once jornales por hectárea. Además, se aplica materia orgánica empleando un jornal, para un total de doce jornales, y se realiza un control químico o limpia en presiembra de cacao, con tres jornales para la primera vez y otros tres más para las dos siguientes.

La siembra del sombrío transitorio consiste en sembrar plátano en una hectárea con una distancia de 3,5 x 3,5 metros, aproximadamente, 816 plantas de plátano. Para el trazado, el corte de estaca y el transporte se emplean tres jornales. El material de siembra es la plántula injertada, la cual se compra en un vivero certificado por \$938 pesos por plántula. Son 625 plantas de cacao por hectárea. El control de arvenses se hace tanto para el cultivo de cacao como para el de plátano, empleando control manual con machete y aplicando herbicida tres veces al año.

La siembra del cacao se realiza con personal entrenado, para evitar daños y pérdidas por mal manejo del material vegetal. La siembra consiste en poner la plántula en su ubicación definitiva. En este sistema de producción intervienen tres especies: el cacao como especie principal, el plátano como cultivo de sombra temporal y los maderables y frutales como sombra permanente. Es importante destacar que el cacao y el plátano comparten la misma densidad de siembra de 625 plantas por hectárea, mientras que los maderables y frutales se siembran a una densidad máxima de aproximadamente 80 plantas por hectárea.

En el primer año, se realizan cuatro plateos, para lo cual usan nueve jornales; estos se distribuyen entre plátano, cacao y frutales. El control de arvenses se hace manualmente con un machete; y para este caso, el valor de un jornal es de \$30.000 (se utilizan en promedio 12 jornales al año). En algunas zonas de ladera, se emplea machete debido a que las condiciones del terreno no permiten el uso de la guadaña.

Las podas de formación las realiza personal capacitado específicamente para esta labor, motivo por el cual el jornal cuesta \$50.000 pesos. Estas podas se hacen cada seis meses durante el primer año, y se emplean para esto ocho jornales por hectárea.

Respecto a la cosecha de plátano, se prevé realizar el corte y arriado en un primer pase, con una estimación de 300 racimos (cada uno con un promedio de 25 plátanos por racimo), utilizando tres jornales en tierra plana.

El insumo que se usa para el cultivo es el colino de plátano, del cual los productores no precisaron cuánto puede costar, ya que muchos no lo compran, sino que lo reciben de las otras fincas; sin embargo, promediaron un precio de \$700 por colino desinfectado. Para el cultivo del plátano, se compran 850 colinos empacados y sin empacar, los cuales se transportan por \$600 pesos. También están las plántulas de madeable-permanente; con estas, por lo general, se establecen barreras con 70 árboles. Para el cacao, se usan plantas injertadas: 850 por una hectárea.

## Segundo año de sostenimiento del cultivo

En el segundo año, se lleva a cabo el mantenimiento del cultivo con diversas actividades. Por ejemplo, se hace control de arvenses de manera manual, utilizando 18 jornales; para el control de plagas, se emplean dos jornales. Se realizan dos podas en 825 árboles, lo cual requiere seis jornales. También se efectúa el deshije del plátano con cinco jornales. En cuanto a la fertilización, se aplican KCl y fertilizante mezclando un bulto de cada uno para agregar en la planta. La cosecha del plátano se realiza con tres jornales.

Para la poscosecha del cacao, se seca y se fermenta utilizando la infraestructura de la casa Elba y un fermentador, cuyo costo total se estima en \$4.000.000 de pesos. Esta infraestructura tiene una vida útil de siete años, lo que equivale a un costo anual de aproximadamente

\$670.000 pesos. Es importante destacar que este costo no lo asume totalmente el productor, ya que este recibe apoyo por parte de organizaciones que fomentan el cultivo, como el gremio de Fedecacao.

## Tercer año de mantenimiento del cultivo

El tercer año se realiza el control de arvenses de forma manual, empleando tres jornales. Para el control de plagas, se hace monitoreo utilizando productos de síntesis química, lo que implica un gasto de dos jornales. Además, se realizan podas manuales, las cuales tienen un costo de cuatro jornales por sesión; las cuatro podas fitosanitarias que se necesitan consumen en promedio 24 jornales. Para las podas de mantenimiento, se emplean seis jornales por hectárea al año. Es importante señalar que a partir de este año ya no se cultiva plátano en la finca.

## Recolección del cacao

La recolección del cacao se lleva a cabo mediante el corte de las mazorcas, utilizando un machete. Para el tercer año de cultivo, se espera que las plantas alcancen el 50% de su producción potencial, con un total estimado de 412 plantas, cada una con una producción en promedio de seis mazorcas. Se emplean cinco jornales para recolectar aproximadamente 2.475 mazorcas. Se ha observado que para obtener un bulto de 50 kilos de cacao se requieren cuatro jornales, que incluyen el desgrane o la extracción de los granos de cacao de las mazorcas.

La poscosecha del cacao consiste en el secado y fermentado, para lo cual se usa un fermentador de madera de la misma finca, y se realiza corte y armado con malla; se incluyen también tornillos y mano de obra. La casa Elba la usan para secar el grano de cacao; en la mayoría

de los casos, la casa Elba ha sido donada por las entidades de fomento de la producción como Fedecacao. La fermentación, por su parte, se hace en un cilindro de madera.

## Resumen de la tecnología local de producción de cacao en el sur de Córdoba

En este apartado, se describen las distintas actividades que realizan los productores en el sistema de producción de cacao de la región sur del departamento de Córdoba. La descripción se realiza teniendo en cuenta las actividades secuenciales, desde el alistamiento del lote y el establecimiento, hasta la cosecha y poscosecha.

### Material de siembra del cacao

Las preferencias de los materiales que emplean los productores para la siembra de cacao en esta zona del país se dividen de la siguiente manera: el 59,5% usa híbridos, mientras que el 6,3% utiliza variedades y el 38,6% establece sus cultivos con materiales criollos comunes en la zona. Al discriminar por nombres de los materiales se encontró que el 46,6% siembra el cacao CCN51 y el 3,1%, el cacao CCN-95; también se siembran otros como: ICS-39, Saravena, San Vicente, Luker -40, TCH-565, TCH595, Tame -39, LC-51, TCH-595, LCS39, FEAR5, TCH595 y IMC-67.

### Trazado y hoyado

Para esta actividad, los productores manifiestan que realizan el ahoyado a una distancia de 3,5 x 3,5 m en cuadro, para una densidad por

hectárea de 816 huecos, de 50 cm de profundidad cada uno; para esto emplean 16 jornales por hectárea y dos jornales más para llevar las plántulas al sitio definitivo. Asimismo, manifiestan que antes de esta actividad es necesaria la recolección de estacas, trazado y ahoyado, lo cual requiere once jornales por ha<sup>-1</sup>.

## Siembra del cacao

Previo al establecimiento y puesta de las plantas de cacao, se realiza control químico de arvenses y luego se hacen dos controles más, para lo cual se gastan tres jornales por hectárea. Para el establecimiento del sombrío transitorio, se siembra plátano y para esto tres meses antes de sembrar el cacao se realizan labores de trazado y ahoyado, y se siembran 400 plantas por ha<sup>-1</sup>, lo que requiere en promedio cuatro jornales por ha<sup>-1</sup>.

## Control de arvenses

Todos los productores mencionan que realizan algún tipo de control de arvenses combinando métodos manuales y químicos, aunque predomina el control manual en el 87,3% de la muestra. Este control se lleva a cabo, en su mayoría, con machete (51,9%), seguido por la guadaña (43,7%), y una pequeña parte combina ambos métodos (4,4%). El control químico se hace en la etapa de posemergencia, actividad que lleva a cabo el 2% de los productores encuestados, mientras que el 10,8% emplea una combinación de control químico y manual. Los productores reportan que las principales arvenses en el cultivo del cacao son: cadillo, escobilla, bejuco, angleton, soldaoparao, batatilla, pajón, cortadera, dormidera y caminadora.

## Fertilización

La actividad de fertilización la hace el 83,5% de la muestra encuestada. En esta actividad predomina la fertilización química en un 61,4% de los productores encuestados; la fertilización orgánica la hace el 5,7% y existe también la modalidad de combinar fertilización química con el uso de productos orgánicos (15,2% de la muestra). Solo el 17,7% no fertiliza. También aplican cal agrícola como correctivo de acidez (seis bultos por ha<sup>-1</sup>).

## Control sanitario

Los productores son conscientes de la presencia de problemas fitosanitarios asociados al cultivo de cacao; de esta manera, el 57% de la muestra encuestada realiza algún tipo de control. La práctica que más usan es el control manual, con el cual recolectan algunos insectos; para este caso, la hormiga arriera es la más común, ya que la reporta el 44,3% de la muestra. De igual forma, usan productos de síntesis química, principalmente la cipermetrina, de la cual aplican 20 centímetros por bomba, generalmente, cuando hay una alta presencia de insectos plaga.

Respecto a la presencia de enfermedades, el 93,7% de los encuestados afirma haber visto alguna enfermedad en el cultivo del cacao. El 88% reporta la monilia como la principal enfermedad y otras enfermedades como la Phytophthora, que la mencionó el 1,3% de la muestra. Como alternativa de control, realizan aplicación de agroquímico a base de oxiclورو de cobre, en dosis de 200 g/bomba una vez al año.

Es importante resaltar prácticas como la recolección de mazorcas y pepinillos de cacao enfermos, que la hace el 97,5% de la muestra encuestada, el monitoreo y las podas sanitarias.

## Producción, cosecha y poscosecha

A partir de las encuestas, se estimó que en promedio los rendimientos de la cosecha son de 642 kilos por hectárea al año. Dentro de las actividades de poscosecha está la clasificación del producto, que no tenga manchas la mazorca, el secado y la fermentación, que en su mayoría se hace en cajón de madera. Una vez extraídos los granos, se ponen en el piso de cemento para el secado. En este punto, los encuestados reportan que no clasifican los granos de cacao por variedad, sino que secan y fermentan el cacao como va llegando de la finca. La infraestructura de secado y fermentación fue donada por las entidades que fomentan este cultivo.

Las primeras mazorcas de cacao aparecen al finalizar el año dos de haber sido establecido el cultivo y a partir de ese periodo empieza la primera cosecha, de la cual se obtienen entre 150 y 200 kilos por  $\text{ha}^{-1}$ . En el tercer año, la producción alcanza 350 kilos por  $\text{ha}^{-1}$  y se estabiliza a partir del cuarto año de establecido; en ese momento, crece la producción y se obtienen 700 kilos por  $\text{ha}^{-1}$  desde el cuarto año en adelante.

## Análisis de costos y retornos de la inversión para la producción de una hectárea de cacao en los municipios de Puerto Libertador, Montelíbano, Tierralta y Valencia

Dentro de la actividad de construcción de una línea de base tecnológica y socioeconómica del sistema de producción de cacao del proyecto del Sistema General de Regalías (SGR) en el departamento de Córdoba, se contempla el análisis de los retornos económicos con información de primera mano de los productores mediante cuatro talleres, usando el método de consenso, en los municipios de Puerto Libertador, Montelíbano, Tierralta y Valencia. Se trata de traducir la tecnología local de producción a un lenguaje económico para integrar los coeficientes técnicos con los económicos y argumentar la racionalidad del sistema de producción.

Los patrones de costos se emplean para expresar en términos económicos las actividades agrícolas convencionales dentro del sistema de producción, y así establecer el punto inicial o periodo cero de la investigación. Este proceso utiliza el concepto estadístico de moda, considerando la comunidad de productores en su conjunto y no unidades productivas individuales.

Después de establecer la línea base mediante cálculos de costos y retornos económicos, es posible realizar análisis comparativos del mismo sistema de producción después de la incorporación de las tecnologías desarrolladas, conforme a la metodología propuesta por Martínez (2019).

Para obtener la información de los patrones de costos y los cálculos de los retornos económicos, se usó el método de consenso con los productores expertos en el cultivo del cacao, como lo recomienda Agreda (1991). La información se organizó en un formato de Excel de forma secuencial y lógica, siguiendo el orden de las actividades en el cultivo (Quijandría & Ruiz, 1991). La información que se obtuvo del patrón de costos se organiza en la tabla 15 en cinco columnas: la primera con los conceptos de gasto, la segunda con las unidades en el sistema métrico decimal, la tercera con las cantidades, la cuarta con el costo unitario (valor de los insumos a precio de campo según Perrin et al. (1983) y la quinta con el valor total obtenido al multiplicar el costo unitario por la cantidad (Martínez et al., 2023).

**Tabla 15.** Formato para registro de información de costos de producción para el sistema de cacao en Córdoba (2023)

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)	Participación (%)
Mano de obra					
Limpieza del lote (desmonte)	jornales	12	40.000	480.000	12,9
Trazado sombrío plátano	jornales	1	40.000	40.000	1,1
Ahoyado para plátano	jornales	4	40.000	160.000	4,3
Siembra y resiembra	jornales	4	40.000	160.000	4,3
Plateo	jornales	16	40.000	640.000	17,2
Control manual de arvenses	jornales	24	40.000	960.000	25,8
Control de enfermedades	jornales	3	40.000	120.000	3,2

Continúa...

Trazado para siembra de maderables	jornales	2	40.000	800.000	21,5
Siembra de cacao	jornales	7	40.000	280.000	7,5
Fertilización de cacao	jornales	2	40.000	80.000	2,2

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la información obtenida en taller de consenso con productores de cacao del sur de Córdoba (2023)

Como se trata de un cultivo de ciclo largo, los costos de establecimiento se calculan para el tiempo que dura el proyecto, 20 años aproximadamente. Es necesario tener en cuenta el valor del dinero en el tiempo durante esos 20 años, periodo en el cual se tiene una inversión inicial, que son los costos de establecimiento que se generan el primer año y los costos de mantenimiento en los años sucesivos; asimismo, los ingresos por venta del cacao para elaborar los flujos de caja y proceder al cálculo de los indicadores de retorno, como valor presente neto y tasa interna de retorno (López Soto, 1997; Puentes-Montañez, 2011).

De igual forma, por ser un cultivo de ciclo largo, se tuvieron en cuenta los costos de establecimiento y los de mantenimiento. En la tabla 16, se presentan dichos costos para los cuatro municipios.

**Tabla 16.** Costos de establecimiento de una hectárea de cacao en los municipios del sur de Córdoba, en pesos (2023)

Variable	Puerto Libertador	Montelíbano	Tierralta	Valencia
Labores	3.208.000	1.375.000	3.785.000	1.900.000
Insumos	2.179.000	3687500	2.244.000	3.235.000
Herramientas	404.625	1.649.000	284.875	1.649.000
Costos directos	5.791.625	6.711.500	6.313.875	6.784.000

Continúa...

Costos indirectos	233.748	395.575	249.416	398.850
Costos totales en pesos	6.025.373	7.107.075	6.563.291	7.182.850

Fuente: Elaboración propia

En todos los municipios estudiados, se observa la posibilidad de recuperar la inversión y generar excedentes de ganancia. Esta situación se debe a que los rendimientos promedio obtenidos superaron los que registró Fedecacao en 2022 para el departamento de Córdoba. La rentabilidad se ve favorecida significativamente por el precio del cacao, en especial, en el municipio de Tierralta, donde el costo por kilo de cacao es menor. A pesar de haber registrado los rendimientos más bajos, el retorno por cada unidad monetaria invertida es superior; además, los costos unitarios de producción son inferiores a los precios de venta, lo que asegura una alta eficiencia en el sistema de producción. Los costos de mantenimiento se dan durante el segundo año (ver tabla 17).

**Tabla 17.** Costos de mantenimiento del sistema de producción de cacao para el segundo año, en los municipios del sur de Córdoba, en pesos (2023)

Concepto	Puerto Libertador	Montelíbano	Tierralta	Valencia
Labores	1.440.000	4.455.000	1.050.000	1.360.000
Insumos	415.000	600.000	1.576.000	260.000
Herramientas	728.000	0	600.000	0
Costos directos	2.583.000	5.055.000	3.226.000	1.620.000
Costos indirectos	477.490	602.200	496.780	464800
Costos totales en pesos	3.060.490	5.657.200	3.722.780	2.084.800

Fuente: Elaboración propia

En el rubro de labores, se destaca que el municipio de Puerto Libertador presenta el valor más alto; además, se evidencia que solo este reporta la inclusión de herramientas y equipos. Es necesario mencionar que en los otros municipios estos elementos fueron considerados como parte de la inversión inicial, que también abarca equipos de poscosecha, y la infraestructura de la casa Elba para el secado del cacao. Resalta el hecho de que el 90% de los encuestados indica haber recibido estos recursos a través de programas de fomento al cultivo, como Familias Guardabosques y el proyecto Alianzas Productivas. Por lo tanto, la determinación del costo real de esta infraestructura resulta complicada para los productores.

Los costos de mantenimiento muestran estabilidad a partir del tercer año, y se mantienen constantes a lo largo de todo el periodo de producción, como se detalla en la tabla 18.

**Tabla 18.** Costos de mantenimiento del sistema de producción de cacao después del tercer año de ser establecido en los municipios del sur de Córdoba, en pesos (2023)

Concepto	Puerto Libertador	Montelíbano	Tierralta	Valencia
Labores	6.400.000	5.600.000	1.380.000	450.000
Insumos	780.000	780.000	783.000	278.888
Costos directos	7.180.000	6.380.000	2.163.000	728.888
Costos indirectos	595.500	191.400	508.150	21.840
Costos totales en pesos	7.775.500	6.571.400	2.671.150	750.728

Fuente: Elaboración propia

Las diferencias en la composición de los costos se deben principalmente al uso de la mano de obra, en especial, a las actividades como podas de mantenimiento y manejo de arvenses. Esta disparidad es más evidente entre los productores de los municipios de Puerto Libertador y Montelíbano. En cuanto al municipio de Valencia, el costo de la mano de obra se incrementa principalmente por las podas de mantenimiento y sanitarias que se realizan.

En relación con los indicadores de retorno, se tuvo en cuenta la producción en las diferentes etapas, hasta llegar a un cultivo que fisiológicamente ha estabilizado su producción. Se consideraron las proporciones de la inversión inicial a lo largo del ciclo de producción, que es casi a los 20 años. Esta información de retornos económicos se puede apreciar en la tabla 19.

**Tabla 19.** Retornos económicos del sistema de producción de cacao en los municipios del sur de Córdoba (2023)

Indicador	Puerto Libertador	Montelíbano	Tierralta	Valencia
Rendimiento/kg ha <sup>-1</sup>	700	850	450	500
Costos ha	5.710.574	6.859.800	3.273.687	4.320.000
Costo/kg	8.158	8.070	7.275	8.640
Precio	11.000	11.000	10.000	10.500
Ingreso bruto	7.700.000	9.350.000	4.500.000	5.250.000
Ingreso neto	1.989.426	2.490.200	1.226.313	930.000
Rentabilidad %	35	36	37	21,53
Punto de equilibrio	519	624	327	432

Continúa...

Eficiencia	1,35	1,4	1,4	1,2
VPN	6.501.635	12.531.799	17.269.476	87.397.128
TIR%	10	22	44	78

**Fuente:** Elaboración propia

Se observa que en todos los municipios es posible recuperar la inversión y generar excedentes de ganancia gracias a los rendimientos promedio, los cuales son altos. De hecho, este estudio presentó valores superiores a los registrados por Fedecacao en 2022 (Martínez et al., 2023)

Como es un cultivo de ciclo largo, los análisis de inversión se realizan a largo plazo, con una proyección de 20 años. Estos análisis han demostrado que indicadores como el valor presente neto, la tasa interna de retorno y el costo anual equivalente muestran la viabilidad de recuperar la inversión. Los flujos netos son positivos, lo cual indica que los retornos están por encima del costo de oportunidad del capital. Incluso en el caso de Montelíbano, que registró la tasa interna de retorno más baja entre los municipios del área de influencia del proyecto, se observa esta factibilidad. En todos los casos, los costos unitarios de producción están por debajo de los precios de venta, aspecto que garantiza una eficiencia del sistema de producción (Martínez et al., 2023a).

Los análisis de la tecnología local de producción y la traducción al lenguaje económico permiten inferir que el productor tiene mucho conocimiento sobre el manejo del sistema de producción; esto se ve reflejado en los rendimientos que obtiene y, en este mismo orden, los indicadores de retorno son satisfactorios, en la medida que permiten cubrir los costos de producción y generar excedentes para el

productor. Así, se puede decir que el sistema de producción es estable y a pesar de algunos problemas fitosanitarios, como el caso de monilia que afectó los rendimientos del último año, sigue siendo una actividad rentable.