

Universidad de Puerto Rico  
Recinto Universitario de Mayagüez  
Colegio de Ciencias Agrícolas  
**Estación Experimental Agrícola**  
Río Piedras, Puerto Rico



**CONJUNTO TECNOLÓGICO PARA  
LA PRODUCCIÓN DE  
CAFÉ**

**Revisado 2018**

**Publicación 104**

Universidad de Puerto Rico  
Recinto Universitario de Mayagüez  
Colegio de Ciencias Agrícolas  
**Estación Experimental Agrícola**

**CONJUNTO TECNOLÓGICO PARA  
LA PRODUCCIÓN DE  
  
CAFÉ**

**Revisado 2018**

**Publicación 104**

## **Derechos Reservados**

La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación y la fecha de publicación.

A nuestro mejor conocimiento, la información y recomendaciones contenidas en este conjunto tecnológico son correctas al momento de la publicación del mismo. Sin embargo, estas pueden variar con el tiempo, por lo que se deben considerar solo como sugerencias.

Para obtener copias adicionales de este documento puede escribir a:

Oficina de Publicaciones  
Estación Experimental Agrícola  
Jardín Botánico Sur  
1193 Calle Guayacán  
San Juan, PR 00926-1118

La publicación de este conjunto tecnológico es el resultado del esfuerzo de un grupo de profesionales del Colegio de Ciencias Agrícolas quienes participaron en la redacción y/o revisión del mismo. Este grupo estaba compuesto por las siguientes personas:

- Agro. Carlos A Flores (EEA- líder de Proyecto de Revisión)
- Dra. Carmen Álamo (EEA)
- Prof. Wigmar González (SEA, retirado)
- Agro. Miguel Monroig (SEA-Ad Honorem)
- Dr. Fernando Gallardo (EEA)
- Dra. Mildred Zapata (EEA)
- Dr. Miguel Muñoz Muñoz (EEA)
- Dr. Wilfredo Robles (EEA)
- Dr. José Dumas (EEA)
- Dr. Francisco Monroig (FAC)

En la redacción del documento anterior (1999) también colaboraron:

- Lic. Nilsa Acín (EEA)
- Agro. Evelio Hernández (EEA)
- Prof. Rafael Montalvo Zapata (EEA)
- Dr. Alberto Pantoja (EEA)
- Dra. Rocío Rodríguez (EEA)

Editora: Agro. Wanda I. Lugo

# CONTENIDO

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Suelo y Clima</b> .....	2
<b>Botánica</b> .....	3
<b>Ecología</b> .....	3
<b>Selección y procesamiento de la semilla</b> .....	4
<i>Pasos para la selección de semillas</i> .....	4
<i>Selección de las semillas</i> .....	5
<i>Almacenamiento de las semillas</i> .....	5
<b>Preparación y manejo del semillero</b> .....	5
<i>Germinación de semillas de café</i> .....	6
<i>Tratamiento de la arena del germinador</i> .....	6
<i>Plagas y enfermedades en el germinador</i> .....	7
<b>Manejo del vivero</b> .....	8
<i>Localización del vivero</i> .....	8
<i>Estructuras en donde se colocan las plantas</i> .....	8
<i>Eras individuales</i> .....	8
<i>Umbráculo</i> .....	8
<i>Sustrato (mezcla de suelo) para uso en el vivero</i> .....	9
<i>Desinfección de la mezcla de suelo</i> .....	9
<i>Envases para la siembra</i> .....	9
<i>Llenado de bolsas</i> .....	9
<i>Trasplante de las plántulas del germinador al vivero</i> .....	9
<i>Fertilización en el vivero</i> .....	10
<i>Riego en el vivero</i> .....	11
<i>Endurecimiento (“hardening”)</i> .....	11
<i>Enfermedades y plagas en el vivero</i> .....	11
<i>Insectos en el vivero</i> .....	12
<i>Nematodos</i> .....	12
<b>Variedades</b> .....	13
<i>Especies de café</i> .....	13
<i>Consideraciones al seleccionar variedades de C. arabica en Puerto Rico</i> .....	13
<i>Variedades de C. arabica cultivadas en Puerto Rico</i> .....	13
<b>Sombra</b> .....	16
<b>Siembra</b> .....	18
<b>Abonamiento</b> .....	19

<b>Encalado</b> .....	22
<b>Poda (manejo de tejido)</b> .....	23
<b>Malezas</b> .....	24
<b>Insectos</b> .....	25
<i>Principales insectos plaga del cafetal</i> .....	25
<i>Insectos plaga secundarios</i> .....	31
<i>Consideraciones sobre el uso de insecticidas</i> .....	41
<b>Enfermedades</b> .....	42
<b>Nematodos</b> .....	48
<b>Recogida de café</b> .....	48
<b>Beneficiado del café</b> .....	51
<b>Calidad del café</b> .....	54
<i>Evaluación física</i> .....	55
<i>Catación o prueba organoléptica</i> .....	60
<b>Mercadeo y comercialización</b> .....	62
<i>Segmentos de mercado de café en Puerto Rico</i> .....	62
<b>Páginas de enlaces de referencia</b> .....	65
<i>Asociaciones y Organizaciones</i> .....	65

## INTRODUCCIÓN

La industria cafetalera de Puerto Rico es una de las empresas agrícolas de mayor importancia económica y social, en especial en la zona montañosa occidental de la isla en donde hay limitadas opciones para el desarrollo económico. La siembra de café en Puerto Rico se inició para la segunda mitad del siglo XVIII y ya en la década de 1870 se había convertido en una industria comercial para exportación. A pesar de que en la última década el café ha experimentado un cambio de posicionamiento, aún se mantiene entre las primeras diez industrias agrícolas del país, en orden de importancia económica. Su importancia va más allá de la parte económica ya que su cultivo ha servido para preservar los recursos hidrográficos y como bosque secundario ha servido de fuente de diversidad ecológica en la zona central montañosa.

Según el Censo Agrícola Federal de 2012, el área dedicada al cultivo de café era de 33,213 cuerdas con una producción de 126,874 quintales base pilado, para un rendimiento de 3.82 quintales por cuerda. Para calcular este promedio se toman en consideración plantaciones semi abandonadas con exceso de sombra y aquellas que no siguen en su totalidad las recomendaciones de la Estación Experimental Agrícola para el cultivo del café. La producción promedio de café del 2013-2014 al 2016-2017 fue de 69,763 quintales base pilado. La producción del 2015-2016 fue de solo 49,785 quintales, ya que esta se vio afectada por una sequía severa. Se han observado rendimientos por área sembrada de café que van de un rango mínimo de 4 qq/cda cuando no se aplican las prácticas recomendadas, hasta un máximo de 20 qq/cda cuando se siguen las mismas. En general, la producción de café es menor que el consumo, lo que hace necesario que se importe café para satisfacer la demanda del grano.

En septiembre de 2017 el Huracán María impactó a Puerto Rico causando daños masivos a la población, a la infraestructura, a los recursos naturales y a la agricultura. La zona de la montaña, en donde se encuentran los pueblos productores de café, recibió uno de los mayores impactos. Un censo realizado por el Servicio de Extensión Agrícola del Colegio de Ciencias Agrícolas reportó pérdidas de 77% en la producción, 85% de cuerdas nuevas, 73% de cuerdas en producción y 44% de cuerdas podadas. Datos preliminares del Departamento de Agricultura de Puerto Rico reportan una producción post Huracán María (2017-2018) de 15,342 quintales base pilado de café arábica y 5,511 de café robusta para un total de 20,853 quintales (un quintal de café base pilado es igual a aproximadamente 616 libras de café uva).

De acuerdo al Censo Agrícola de 2012, en la industria del café existían 4,671 fincas en las cuales laboraban caficultores-productores los cuales en su gran mayoría eran pequeños y medianos (fincas de menos de 20 cuerdas), donde las fincas pequeñas (de menos de 10 cuerdas) representaban el 34%, proveyendo empleo a cerca de 10,000-12,000 obreros distribuidos en 22 municipios de la región oeste central. La industria contó en el 2016 con aproximadamente 45 beneficiadores y más de 60 torrefactores, quienes se encargaban del procesamiento, tueste y comercialización del café. El número de fincas, área sembrada y producción de café en Puerto Rico presentó cambios significativos luego del Huracán María. Las estadísticas finales sobre los cambios no estaban disponibles al momento de redactar este documento.

La industria de café ha enfrentado diversos e importantes retos, tales como la escasez de mano de obra, aumentos en los costos de producción, reducción en las ayudas gubernamentales,

control de precio, el control de la broca del café (*Hypotenemus hampei*) y la roya del café (*Hemileia vastatrix*). Luego del Huracán María en 2017, uno de los mayores retos que enfrenta el agricultor es resembrar las plantaciones perdidas, tomando en consideración la escasez de mano de obra para replantar y eventualmente cosechar.

A través de los años la Estación Experimental Agrícola ha desarrollado técnicas que demuestran que se pueden obtener rendimientos de 20 quintales por cuerda de café pilado. Si los agricultores adoptan completamente estas técnicas podría desarrollarse una industria autosuficiente y económicamente viable.

## SUELO Y CLIMA

Gran parte de la zona montañosa de Puerto Rico reúne los requisitos climatológicos y edafológicos para el cultivo de café. En la zona cafetalera la temperatura fluctúa entre 55° y 85°F, con un promedio anual de 75° F. La precipitación pluvial anual varía entre 75 y 100 pulgadas. La lluvia está bien distribuida durante el año y normalmente hay un período de sequía desde fines de diciembre hasta principios de abril. Tradicionalmente el café se cultiva entre los 500 y 3,000 pies sobre el nivel del mar (psnm), donde la iluminación es adecuada para el crecimiento del cafeto a pleno sol. El área más adecuada para la siembra de café está entre 1,500 y 3,000 psm. Recientemente se han establecido plantaciones de café en la costa norte de la isla, a elevaciones casi a nivel del mar. Estas siembras experimentales aún están en su etapa de desarrollo.

Se han obtenido aumentos en la producción de café hasta de 40% cuando se siembra a pleno sol, siempre que las condiciones de siembra sean óptimas y se abone adecuadamente. Algunas limitaciones para la producción de café a pleno sol son los vientos fuertes, la topografía y la fertilidad del suelo. Las plantaciones no deben localizarse en áreas de vientos fuertes y frecuentes ya que esto causa el deterioro de los arbustos.

Las series de suelo recomendadas para el cultivo son: Humatas, Alonso, Catalina, Dagüey y Los Guineos. Estos suelos son profundos con un contenido de 3% a 6% de materia orgánica, moderadamente pesados, de buen desagüe. En estos suelos se consiguen altas producciones de café abonando, encalando y realizando las prácticas de conservación de suelos recomendadas junto con las demás prácticas hortícolas. Suelos sueltos, arenosos o muy pedregosos no son apropiados para el cultivo del café.

El café debe sembrarse en suelos con pH de 5.5 a 6.5. Los suelos muy ácidos o alcalinos provocan el desarrollo anormal de los arbustos haciéndolos más susceptibles a insectos y enfermedades. Se recomienda el análisis de muestras de suelo para determinar el pH y la fertilidad del mismo. El declive del suelo no debe exceder el 50% de inclinación para que se faciliten las faenas en el cultivo y la recolección del grano.

## BOTÁNICA

El café pertenece a la familia botánica *Rubiaceae*, que tiene unos 500 géneros y más de 6,000 especies. La especie de café más antiguamente conocida y difundida es la *Coffea arabica* L, originaria de Etiopía y Sudán en África, esta comprende más del 60% de la producción mundial. Linneo en el 1737 clasificó el cafeto en un grupo de plantas afines y creó para este el género *Coffea*. El centro de origen del café se considera de tierras altas, situadas a más de 3,280 psnm. La clasificación botánica o taxonómica del café es:

<b>Reino</b>	Plantae
<b>Tipo</b>	Espermatofitas
<b>Sub-tipo</b>	Angiospermas
<b>Clase</b>	Dicotiledóneas
<b>Sub-clase</b>	Gamopétalas inferiorvariadas
<b>Orden</b>	Rubiales
<b>Familia</b>	Rubiáceas
<b>Género</b>	<i>Coffea</i>
<b>Sub-género</b>	<i>Eucoffea</i>
<b>Especies</b>	<i>arabica, canephora, liberica</i>

El cafeto es un arbusto o árbol pequeño, perennifolio, de porte recto que en algunas especies puede alcanzar los 33 pies o más en estado silvestre; cuando se cultiva, la especie arábica se mantiene normalmente en tamaño más reducido, alrededor de 9 a 16 pies. Las hojas son elípticas, verde oscuras y coriáceas. Florece a partir del tercer año de crecimiento, produciendo inflorescencias axilares en las ramas principalmente en las secciones de crecimiento más nuevo. Las flores son fragantes, de color blanco o rosáceo; algunas especies, en especial *Coffea arabica*, son capaces de auto fertilización, mientras que otras, como *Coffea canephora* (café robusta), son polinizadas por insectos. El fruto es una drupa, que se desarrolla en unas 15 semanas a partir de la floración; el endospermo comienza a desarrollarse a partir de la duodécima semana, y acumulará materia sólida en el curso de varios meses, atrayendo casi la totalidad de la energía producida por la fotosíntesis. El mesocarpio forma una pulpa dulce y aromática, de color rojizo, que madura en unas 35 semanas desde la floración.

## ECOLOGÍA

El café es una planta tropical que crece entre los 25° de latitud Norte y los 25° de latitud Sur. Para su cultivo comercial, necesita unas condiciones ambientales muy específicas de temperatura, lluvia, exposición al sol, viento y características del suelo, que pueden cambiar según las exigencias de las distintas variedades que se cultiven.

La temperatura media ideal es de entre 59° y 75° F para el café arábica y de entre 75° y 86° F para el robusta, el cual puede soportar más calor, pero en cambio no tolera temperaturas por debajo de 59° F.

En general, el café necesita precipitaciones anuales de entre 70 y 100 pulgadas. El ciclo de períodos lluviosos y secos es importante para el crecimiento, la brotación y la floración. La cantidad de lluvia que se necesite dependerá de las propiedades de retención del suelo, la humedad atmosférica y la nubosidad, y también de las prácticas de cultivo.

El café robusta puede cultivarse entre el nivel del mar y alrededor de 2,624 pies; el arábica, en cambio, crece mejor en altitudes más elevadas y se cultiva a menudo en lugares empinados. Dado que la altitud está vinculada a la temperatura, el arábica puede cultivarse en niveles más bajos en lugares más lejanos de la línea ecuatorial, hasta que lo limita el peligro de helada. Todo el café necesita un buen drenaje, pero puede cultivarse en suelos de distinta profundidad, nivel de pH y contenido mineral si se le aplican cantidades adecuadas de fertilizante.

## SELECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA SEMILLA

El establecimiento de una plantación de café de alta producción comienza con la selección, procesamiento y almacenamiento apropiado de la semilla en grano. Es necesario seleccionar semilla de árboles con un récord de alta producción durante un mínimo de 4 años y que reúnan las características típicas de la variedad.

La selección de la semilla es parte importante para obtener plantas que den origen a plantaciones de alta producción. En el caso de las variedades de café arábica, permanecen las características de producción, resistencia a plagas y enfermedades de variedades al reproducirlas por semilla por ser de polinización cerrada o sea que se poliniza a sí misma. Más del 95% de las flores de la especie *Coffea arabica* están polinizadas antes de abrir. No así las otras especies de café comerciales que son de polinización abierta y esto causa que las semillas no den plantas fieles a la planta madre.

### *Pasos para la selección de semillas*

Seleccionar el lote de una sola variedad, con plantas sanas y vigorosas cuya producción sea alta según la variedad, con un mínimo de tres cosechas. Las plantas seleccionadas deben estar libres de plagas y producir un porcentaje bajo de frutos vanos. Una prueba sencilla es tomar al azar 100 frutos maduros de la planta madre y echarlos en un recipiente con agua. Si flota el 5% o menos, se puede utilizar. Los frutos se deben recolectar de las dos terceras partes internas de la rama, para reducir la posibilidad de polinización con otras plantas. Los frutos deben estar maduros, no parcialmente maduros (pintones), ni verdes, ni sobre maduros. Los frutos se sumergen en agua y los que flotan deben ser removidos. Los frutos deben ser despulpados el mismo día que fueron recolectados. La despulpadora debe estar bien calibrada de modo que no lastime el pergamino o muerda el grano. Se deben dejar fermentar de 12 a 16 horas; dependiendo de la temperatura ambiental. El tiempo debe ser suficiente para que el mucílago se desprenda fácilmente al ser lavado. No debe dejarse sobre fermentar. El calor generado en la sobre fermentación y la producción de ácido acético y butírico afectan al embrión y disminuyen la germinación. Se debe lavar el grano al menos dos veces para dejarlo libre de mucílago. En el lavado toda semilla que flota debe ser removida. Se debe dejar secar el agua superficial en la sombra y en lugares bien aireados, si es posible en cajones de madera (altezas) con el fondo en tela metálica. El grano recién

lavado tiene un 55% de humedad, la misma se debe disminuir hasta alcanzar alrededor de 25% para almacenar el grano manteniendo su viabilidad. Para que el grano alcance la humedad uniformemente, se debe de mover varias veces evitando que se formen capas muy gruesas.

### ***Selección de las semillas***

En la selección final de las semillas se deben remover los siguientes granos: granos pilados, picados y partidos en el proceso de despulpado; granos muy pequeños o muy grandes, conocidos como muelas o elefantes; granos caracolillo o redondos pequeños, donde se desarrolla un solo grano en el fruto; y granos triángulos, donde se desarrollan tres semillas en el fruto dando lugar a granos con tres lados.

### ***Almacenamiento de las semillas***

La semilla de café se considera como recalcitrante, esto es, que tiene un contenido alto de humedad y cuando pierde esa humedad disminuye drásticamente su germinación. Entre más fresca la semilla de café mejor su germinación, no se recomienda sembrar semillas almacenadas por más de seis meses. Si se va a almacenar debe ser en envases aireados como sacos de yute y en lugares frescos con humedad relativa alta. Bajo esas condiciones se puede mantener la germinación sobre el 85% durante dos meses. El porcentaje de germinación va descendiendo hasta alcanzar un 50% luego de pasados cuatro meses. Si se va a almacenar en neveras estas deben estar ajustadas a 50° F y de 50 a 60% de humedad. Trabajos realizados en Brasil con semillas de la variedad Catuaí concluyeron que con una humedad inicial del grano de 18.5% y almacenamiento a temperatura de 44.6° F, e independientemente del tipo de ensaque (bolsas de algodón o bolsas impermeables de polietileno), se lograba la más larga viabilidad de la semilla, alcanzando un 85% de germinación en ensaque permeable y un 81% en impermeable luego de 9 meses.

## **PREPARACIÓN Y MANEJO DEL SEMILLERO**

El germinador se puede construir de madera o de bloques de construcción. La profundidad mínima de un germinador debe ser de 7 a 8 pulgadas (la altura de un bloque). El ancho debe ser tres pies, de modo que el obrero promedio alcance hasta la mitad del germinador. Si se tienen los recursos, se recomienda que el semillero se construya de 30 pulgadas de alto, las primeras 24 pulgadas se llenarán de piedras de construcción y las últimas ocho pulgadas de arena. Esto facilita la labor del trabajador y reduce la posibilidad de lesiones que pueden producirse por la postura al trabajar en germinadores de baja altura. Además, los germinadores elevados reducen la contaminación con semillas de malezas, la infección por el salpique de la lluvia y el riego del suelo alrededor del germinador. El predio donde se construya el germinador debe tener una ligera inclinación (0.5% a 1%) orientado de este a oeste, con buen desagüe para evitar la acumulación de agua y exceso de humedad que favorece el desarrollo de hongos.

Los germinadores deben estar separados entre 1.5 a 2 pies. Se deben construir en lugares accesibles, protegidos de fuertes vientos, cerca de fuentes de agua y cercanos al vivero. Se debe cercar el germinador para evitar el daño por animales y el acceso a personas no autorizadas.

## ***Germinación de semillas de café***

El medio preferido para la germinación de semillas de café es la arena, ya sea de río o de playa, ya que permite buen drenaje y el libre crecimiento de las raíces. Es preferible la arena de playa gruesa porque tiene menos residuos de material vegetal y sedimento que la arena de río. Sin embargo, la arena de playa tiene que lavarse para eliminar los residuos de sal. Ambos tipos de arena deben cernirse.

La arena debe desinfectarse para prevenir problemas de enfermedades. El tratamiento efectivo de la arena del germinador es sumamente importante porque previene la aparición de enfermedades del suelo en el germinador. Además, algunas enfermedades que se manifiestan en el vivero tienen su origen en el germinador.

### ***Tratamiento de la arena del germinador***

**Solarización:** La arena, así como la mezcla de suelo para llenar las bolsas en el vivero, se puede solarizar, esto es, exponerla al sol. Se distribuye o esparce la arena de manera que no sobrepase las ocho pulgadas de espesor, luego se humedece. Se colocan objetos para crear un espacio entre la arena y la cubierta, como latas de refresco, y luego se cubre con plástico transparente. Finalmente, se sella por los bordes. Se deja por 4 a 6 semanas.

**Pasteurización:** Se requiere una fuente de vapor de agua. A la arena humedecida y tapada con una cubierta impermeable se le inyecta el vapor a través de un tubo perforado. La temperatura tiene que alcanzar al menos 149° F (65° C) y mantenerse por un mínimo de 30 minutos. Se puede sembrar cuando la arena se enfría. Se puede pasteurizar también la mezcla de suelo para el vivero.

**Uso de productos químicos:** La arena se puede tratar con productos químicos que tenga registro para su uso o que sean de uso general. Esta práctica se usa de forma preventiva, antes del ataque de plagas. Siga las instrucciones en la etiqueta del producto y use el equipo de protección adecuado.

Se estima que en una libra de café al 30% de humedad hay aproximadamente de 1,200 a 1,300 semillas, pero para efectos prácticos se establece que se obtienen 1,000 plántulas por libra. Se recomienda sumergir en agua por 24 horas para embeber las semillas y acelerar el proceso de germinación.

La distribución de la semilla se puede hacer al voleo distribuyendo la semilla uniformemente o también haciendo surcos de ½ pulgada de profundidad separados a dos pulgadas uno de otro. Se estima que se utiliza a razón de una libra de semilla por cada yarda cuadrada (tres pies cuadrados) de germinador. Cubra la semilla con ½ pulgada de arena, luego cubra con tela de yute limpia y humedezca el germinador. Riegue según sea necesario sin dejar que se seque la arena o que haya exceso de humedad. Para regar puede usar regaderas, mangueras o un sistema de pisteros.

Para promover la buena germinación, evitar deformidades y evitar crear el ambiente propicio para las enfermedades, es necesario evitar el amontonamiento de la semilla que ocurre al

sembrar más de la cantidad recomendada, evitar cubrir la semilla con una capa de arena superior a media pulgada y evitar el exceso o falta de riego. Entre 30 a 45 días después de la emergencia de la semilla de café se debe remover la cubierta de yute para que no interfiera con el crecimiento de las plántulas.

En ese momento, si el germinador no está bajo un umbráculo, se coloca una cubierta de sarán de 50 a 60% de sombra para proteger las plántulas de la luz solar, a un pie de altura. La semilla de café pierde viabilidad rápidamente, especialmente cuando no son controladas las condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa. No se deben utilizar semillas de seis meses o más de edad.

### ***Plagas y enfermedades en el germinador***

En general, en Puerto Rico no se encuentran insectos o nematodos que afecten las plántulas en el germinador. Las siguientes son las enfermedades encontradas en el germinador.

#### **Sancocho, “mal del talluelo”, *Rhizoctonia solani***

Los síntomas incluyen una mancha clara en el tallo que se torna color marrón. Se puede partir el tallo y causar la muerte de la planta. Áreas en el germinador donde no hay plantas, es indicativo de la enfermedad.



#### **Cancro del tallo, *Myrothecium roridum***

Los síntomas incluyen el estrechamiento del tallo y sobre este estrechamiento se produce un nudo. Se interrumpe el flujo por los haces vasculares del floema lo que impide que lleguen nutrientes a la raíz. Puede causar la muerte de la plántula. La investigación demostró que esta enfermedad se inicia en el germinador y que se manifiesta en el vivero.

Los métodos de control para esta enfermedad incluyen:

Tratamiento de la arena del germinador: Vea sección de Preparación y Manejo del Semillero

Uso de productos químicos: Se puede tratar con productos químicos que tengan registro para su uso o que sean de uso general.

## MANEJO DEL VIVERO

El vivero de café es el lugar donde permanecerán las plántulas luego de ser trasplantadas del germinador. Las plántulas estarán listas para el trasplante al vivero cuando hayan alcanzado la etapa de chapola o mariposa, aproximadamente 60 días después de sembrar las semillas. Por lo general, las plántulas permanecen en el vivero entre 6 y 8 meses, cuando alcanzan de 12 a 18 pulgadas de altura o producen el primer par de ramas verdaderas. Este es el límite para ser trasplantadas, aunque es más recomendable que esa etapa la alcancen una vez sembradas en el campo.

### *Localización del vivero*

El predio debe ser plano con ligera inclinación (1% a 2%), orientado de este a oeste, con buen desagüe y a plena exposición solar. El suministro de agua debe ser abundante, cercano al germinador, protegido de vientos y de fácil acceso vehicular.

### *Estructuras en donde se colocan las plantas*

#### **Eras individuales**

Las eras individuales son las estructuras más utilizadas por los viveristas de café, ya que su costo es menor que el de otras estructuras, y facilitan las labores en el vivero. Las eras se preparan de cuatro pies de ancho, separadas a 1.5 a 2 pies una de otra para realizar las prácticas de cultivo, orientadas este a oeste y a favor de la inclinación del suelo. El sarán debe ser de 50 a 60% sombra y de seis pies de ancho, de modo que caiga un pie a cada lado de la era. Si las eras están orientadas correctamente, se puede usar el sarán de cuatro pies de ancho. Se coloca bien estirado para evitar que se concentre el agua de lluvia o riego en esa área y cause el vaciado de la bolsa echándola a perder. El sarán debe estar a una altura de 30 a 36 pulgadas sobre el suelo.

Entre los extremos se puede utilizar varilla de construcción de media pulgada dobladas a 4 pies en el travesaño o prepararla de estacas de madera 2" x 2" y de 4.5 pies en los laterales de modo que sobren seis pulgadas para penetrar en el suelo. Se colocan cada 10 pies. Se debe asegurar el sarán al travesaño y a la varilla. Este sistema es más barato y el sarán es fácil de quitar cuando sea necesario para realizar la práctica de la preparación de las plantas antes de ir al campo (conocida como endurecimiento o "hardening") para ir acostumbrándolas a las condiciones que se encontrarán en el campo.

#### **Umbráculo**

La estructura se puede construir de tubos galvanizados, madera u otro material de al menos ocho pies de altura, colocados en cuadros de 20 pies x 20 pies, cubiertos con sarán 50% a 60% sombra. Bajo esta estructura es más difícil realizar la práctica de endurecimiento de las plantas. Además, esta estructura es más costosa.

### ***Sustrato (mezcla de suelo) para uso en el vivero***

Para preparar el sustrato que se usa en el vivero, se recomienda que la mezcla de suelo contenga: dos terceras partes de suelo de aluvión o suelo fértil, una tercera parte de fuente de materia orgánica (pulpa de café, gallinaza, etc.), arena para hacer la mezcla más suelta y la corrección del pH hasta alcanzar un rango de 5.5 y 6.5. Una mezcla alterna para un metro cúbico podría ser 75% de suelo bien cernido no necesariamente aluvión, 25% de fuente de materia orgánica, 4 libras de dolomita (provee calcio para corrección de pH y magnesio, elemento deficiente en los suelos de la zona cafetalera), 0.5 libra de superfosfato triple (provee el fósforo para el desarrollo de raíces y procesos bioquímicos de la planta); si fuera necesario, luego de preparada la mezcla, añadir 20% de arena para reducir la dureza del sustrato. Se pueden tomar muestras de la mezcla ocasionalmente para determinar mediante análisis químico el pH del medio y el contenido de nutrimentos para corregir deficiencias que puedan afectar el crecimiento de los arbolitos.

### ***Desinfección de la mezcla de suelo***

Se recomienda que se trate la mezcla de suelo igual que la arena del germinador para prevenir problemas de enfermedades que luego resultan costosos y difíciles o imposibles de resolver.

### ***Envases para la siembra***

En general se utilizan bolsas de polietileno negro de 3.5" x 12" con un hueco en el fondo de  $\frac{3}{4}$  de pulgada y de  $\frac{1}{4}$  en los laterales para drenaje.

### ***Llenado de bolsas***

Se utiliza un palín, cacharros o tubos para el llenado de las bolsas. Se tiene que asegurar que la tierra quede asentada y firme y con un copo para que con el tiempo solo baje una pulgada. Las bolsas correctamente llenadas no tienen arrugas en la superficie de los laterales, ni se sienten fofas. Una vez se complete el llenado de las bolsas, riegue para que se humedezca la tierra y se vaya asentando.

### ***Trasplante de las plántulas del germinador al vivero***

Antes del trasplante aplique un herbicida pre-emergente con registro para café. Si el pasillo está limpio, puede aplicarlo también al pasillo para el mismo propósito. Recuerde que el suelo debe estar húmedo para que el producto sea efectivo. **Después de aplicado, antes de entrar al vivero espere el intervalo de entrada (re-entry) para el producto.** Siga las instrucciones de la etiqueta.

Las etapas de desarrollo que deben alcanzar las plántulas para ser trasplantadas son: fósforo (soldadito), completamente erguido y chapola (mariposa), con las hojas cotiledonales abiertas. La etapa preferida en la mayor parte de los países productores es la de fósforo debido a que tolera mejor el estrés del trasplante al no tener las hojas del cotiledón expuestas. Además, si se empieza

el trasplante con las plántulas en etapa de fósforo y por alguna circunstancia se atrasa la operación, las plántulas alcanzarían la etapa de chapola, estando aún aptas para trasplante. Si comenzamos el trasplante en la etapa de chapola y esto ocurriera, se alcanzaría la etapa de las primeras hojas verdaderas (cola de perico) dando paso a que las plántulas se etiolen en el germinador y el estrés de trasplante sea mayor debido a que gran parte de la reserva nutritiva en las hojas del cotiledón se ha consumido. Por otro lado, es importante seleccionar plántulas vigorosas, con raíz abundante y recta; aquellas que presentan raíz pivotal torcida deben ser descartadas.

Prepare las eras donde va a trasplantar acomodando el sarán según recomendado para que el sol no castigue las plántulas recién trasplantadas. Suelte la arena alrededor de las plántulas para reducir el daño a las raíces. Si las raíces son muy largas, es preferible podarlas a cuatro pulgadas de largo. Esto reduce la posibilidad de doblar la raíz al trasplantarla en el vivero y que se produzca la condición conocida como cuello de ganso, que no permite un desarrollo correcto de las raíces y causa problemas en el desarrollo del arbusto. Durante el trasplante acomode las plántulas en un frasco con agua o en un pedazo humedecido de tela de yute o algodón y envuélvalas para preservar la humedad y disminuir la pérdida de agua por transpiración. En el vivero, mantenga las plántulas fuera del sol directo.

Con una coa o estaca con la punta afilada y de un diámetro de una pulgada, se hace un hueco en el centro de la bolsa del largo de la raíz; con el dedo índice y el pulgar acomode la plántula en el hoyo y gírela suavemente sin apretar el tallo para acomodar las raíces. Siembre de modo que el cuello de la raíz quede a nivel de la tierra según salió del germinador. Se introduce la coa en un ángulo de 45 grados a una pulgada del hoyo y a la misma profundidad. Mueva la coa hacia la plántula para que la tierra cierre el hoyo alrededor de la raíz de la plántula, luego se nivela la tierra en la superficie de la bolsa y se presiona para eliminar los espacios de aire y para que las raíces vengán en contacto con el medio.

Se va regando continuamente según se va sembrando. Una vez terminada la era se identifica con el nombre de la variedad y la fecha de trasplante.

### ***Fertilización en el vivero***

La fertilización se inicia a los 10 días del trasplante y se continúa cada 15 días. Se utiliza el fertilizante foliar 20-20-20 con elementos menores, a razón de una onza del producto por galón de agua. Si la planta demuestra deficiencias o enfermedades como la Cercospora, disminuya el intervalo o aumente la dosis al doble en lo que la planta se desarrolla. Se puede aplicar una onza de urea por galón de agua si hay deficiencias de nitrógeno. También se pueden utilizar fertilizantes granulares con mucho cuidado, de modo que no entren en contacto con el tallo o la hoja. En algunos países utilizan cuatro gramos por planta de abonos completos como podría ser 10-10-10-3 + elementos menores.

Hay que tener precaución con la fertilización rica en nitrógeno porque trae como consecuencia tallos largos y finos, mucho follaje y muy pocas raíces. Estas plantas no soportan las condiciones de campo o tardan más en adaptarse.

## ***Riego en el vivero***

Si no llueve provea riego suplementario. Al menos riegue una vez al día hasta que la tierra se sienta húmeda al tacto. La falta de agua atrasa el desarrollo de la planta. El exceso de riego crea condiciones que permiten el desarrollo de algunas enfermedades.

## ***Endurecimiento (“hardening”)***

Consiste en eliminar la cubierta que les da sombra a las plantas y reducir el riego para que estas se adapten mejor a las condiciones de campo. Se realiza por un periodo de 3 a 4 semanas antes de llevar las plantas al campo.

## ***Enfermedades y plagas en el vivero***

### **Mancha cercospórica, “Ojo de gallo”, *Cercospora coffeicola***

Los síntomas incluyen manchas redondas color marrón con su centro crema, con un halo amarilloso (tejido plesionecrótico o de reciente invasión). Indica la mala nutrición de la planta. Causa defoliación. Los métodos de control para esta enfermedad incluyen:

- Uso de mezclas de suelo bien hechas con corrección de pH entre 5.5 a 6.5 y con las enmiendas nutricionales recomendadas
- Fertilización correcta
- Aplicación de fungicidas, especialmente a base de cobre



### **Roya de la hoja del cafeto, *Hemileia vastatrix***

Los síntomas incluyen manchas en la hoja que producen un polvo anaranjado (esporas) en el envés de la hoja. Causa defoliación. Se trata preventivamente. Se utilizan los mismos productos que para el control de la mancha cercospórica.



### **Cancro del tallo, *Myrothecium roridum***



Los síntomas incluyen el estrechamiento del tallo y sobre el estrechamiento se produce un nudo. Se interrumpe el flujo por los haces vasculares del floema e impide que lleguen nutrientes a la raíz. Puede causar la muerte. Se pueden desarrollar raíces adventicias en el área del cancro. La investigación demostró que se inicia en el germinador y que se manifiesta en el vivero.

Las medidas preventivas son las señaladas anteriormente, como el tratamiento de la arena del germinador.

### **Bacteriosis en las hojas o mancha aureolada, *Pseudomonas syringae***

Los síntomas incluyen manchas oscuras de bordes definidos. Bajo ciertas circunstancias puede presentar un halo amarillo alrededor de la mancha. Los métodos de control son:

- Se trata preventivamente
- Control químico

### ***Insectos en el vivero***

#### **Minador de la hoja del cafeto, *Leucoptera coffeella***

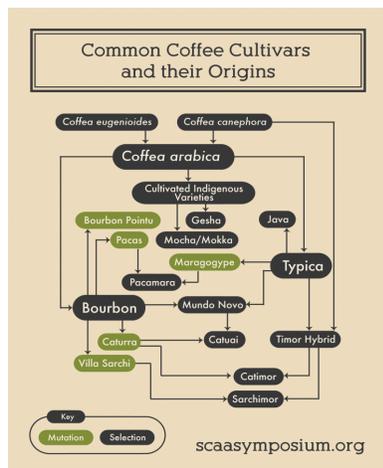
Los síntomas incluyen manchas color marrón en las hojas, a las que se les remueve fácilmente la epidermis. Dentro de la mina se encuentra la pequeña larva color crema de 2 a 5 mm que se alimenta dentro de la hoja. El estado adulto es una pequeña alevilla plateada de 2 a 3 mm. Los métodos de control incluyen:

- Control químico aplicado al suelo
- Control químico aplicado al follaje
- Productos como el *Neem Oil* y sus derivados tienen efecto sobre el minador del café. Siga las instrucciones de la etiqueta

### ***Nematodos***

Los nematodos en general no son problema en el germinador o el vivero cuando la arena y la mezcla de suelo han sido tratadas mediante pasteurización o solarización. Los nematodos que se han reportado con más frecuencia son: *Meloidogyne incognita* (nematodo nodulador) y *Pratylenchus coffeae* (nematodo lesionador).

## VARIETADES



Mundialmente se cultivan tres especies de café: *Coffea arabica*, *Coffea canephora* y *Coffea liberica*. Las variedades de café que más se cultivan en Puerto Rico pertenecen a *C. arabica*. La variedad más cultivada de café *C. canephora* es la robusta y de *C. liberica* es la Excelsa. Ambas especies producen un café de inferior calidad a *C. arabica*. Las especies de café más importantes comercialmente en el mundo son arábica y robusta. Ambas fueron halladas originalmente salvajes en regiones africanas. El 70% del café que se consume en el mundo pertenece a la especie *Coffea arabica*, que se cultiva particularmente en América, el Caribe, Hawái y en algunas regiones de África y Asia, en zonas altas. El 30% restante del consumo está representado por el café robusta, el cual se cultiva principalmente en África y Brasil, principalmente en zonas bajas.

En Puerto Rico, la especie arábica es la más cultivada por ser la de mayor calidad en la taza y adaptación a la zona de la montaña. Esta especie se distingue por producir cafés finos con buenas características de aroma con matices achocolatados y de acidez y cuerpo mediano. Las variedades más cultivadas de esta especie son las de porte intermedio como Bourbon, Mundo Nuevo y Puerto Rico 401 y las de porte semienano como Caturra, Pacas, Limaní y Frontón. Estas dos últimas son resistentes al ataque de la roya.

### *Especies de café*

En Puerto Rico, en general se cultivan dos especies de café: *Coffea canephora* conocida como robusta y *Coffea arabica*. La tercera especie, *Coffea liberica*, se cultiva muy poco. La siguiente información se refiere a la especie *C. arabica*.

### *Consideraciones al seleccionar variedades de C. arabica en Puerto Rico*

Cuando hablamos de variedades de café, debemos tomar en consideración varias variables que determinan cuál variedad vamos a utilizar. Entre esas variables está la altitud, lluvia, sombra o no sombra, temperatura, nicho de mercado (convencional o especial) y capacidad económica del agricultor, entre otros.

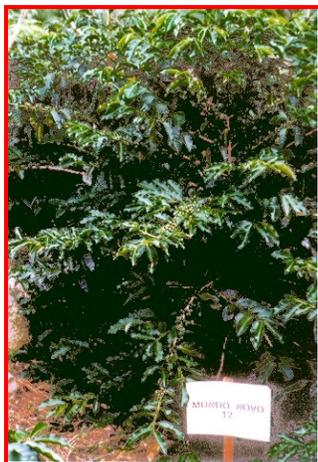
### *Variedades de C. arabica cultivadas en Puerto Rico*

De la primera planta de café que llegó a la isla de Martinica (1723) se produjeron las semillas que poblarían gran parte de las zonas cafetaleras en América y que dieron origen a los grandes cafetales de finales del siglo 19 y mediados del 20 en Puerto Rico. A los descendientes de esta planta de café se les conoció como café Típica y es de ahí que surgen las diferentes variedades.



**Variedad Puerto Rico 401:** Es la selección hecha en Puerto Rico de la variedad Típica. Es de porte mediano, forma cónica, generalmente de tronco único. Alcanza una altura de 12 a 15 pies. Su producción es baja y su rendimiento es de 5 libras de café pilado por 28 libras de café maduro. Los brotes nuevos de las hojas son de color bronceado. Las ramas son levemente caídas u horizontales con respecto al tallo formando un ángulo entre 50 a 70 grados con este. Es flexible. Las hojas son elípticas y más alargadas que las de la variedad Bourbon. Los márgenes de las hojas son muy poco ondulados. Los granos son grandes y de forma alargada. La maduración es temprana. La calidad del café es alta. Es susceptible a la roya.

**Variedad Bourbon:** Es una mutación de la variedad Típica ocurrida en la isla de Reunión, en algún tiempo conocida como la isla Bourbon, de donde viene su nombre. Se caracteriza por sus hojas nuevas de color verde. Las hojas son medianas con bordes rizados. Su producción es mayor que la de la variedad Típica pero el rendimiento es menor que el de la Típica. Los rendimientos se estiman en 4.5 libras de café pilado por cada 28 libras de café uva. Es de porte mediano. Puede alcanzar los 12 pies de altura y es de forma menos cónica que la Típica. Las ramas forman ángulos de 58 grados con el tallo. Los entrenudos son largos, poco menor que los de Típica, lo que produce un arbusto más denso. Tiende a tener varios tallos verticales cuando se siembra en medianía o en áreas bajas. Es susceptible a la roya. La calidad del café es alta. Se adapta bien al cultivo bajo sombra. Es flexible. Tiene mayor vigor, mayor número de yemas florales y capacidad de producción 30% más que la Típica.



**Mundo Nuevo:** Se origina en Brasil de un cruzamiento natural entre las variedades Sumatra y Bourbon. El café Sumatra es una selección de la variedad Típica. Mundo Nuevo es una planta muy vigorosa, alta productora y con buen rendimiento. Posee un porte mediano poco más alta que Típica y Bourbon. Presenta más ramificaciones laterales con ramificación secundaria. Es poco flexible. Debido a su altura y lo rígido de su tronco, resulta de difícil cosecha y se cultiva muy poco. En Brasil se cultiva para cosecha mecanizada.

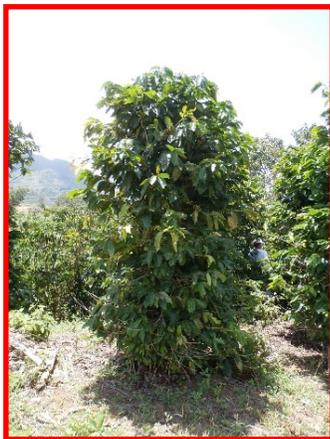


**Caturra:** Es una mutación de la variedad Bourbon en el Estado de Minas Gerais en Brasil. Es más precoz y productivo que la variedad Típica y Bourbon. En Puerto Rico es más tardía su maduración que la de las variedades mencionadas. Es una planta semienana (8 a 10 pies) y de entrenudos cortos, de tronco grueso, inflexible. Su porte permite una mayor densidad por área. Las hojas terminales son verdes y sus hojas maduras son más redondeadas, grandes y oscuras que las de Bourbon. El ángulo que forman las ramas con el tallo principal es de 66 grados. La ramificación secundaria es abundante lo que le da una apariencia compacta, unido a lo corto de los entrenudos del tallo y las ramas. Su porte facilita la cosecha. Requiere un manejo más intensivo que Bourbon o Típica. El rendimiento por almud es de 4.25 libras. La calidad de la bebida es buena.



**Pacas:** Al igual que Caturra, es una mutación de la variedad Bourbon, pero seleccionada en El Salvador. Las características son muy similares a las descritas para Caturra. Por su bajo rendimiento se cultiva muy poco.

**Catuái:** Originaria de Sao Paulo, Brasil, de un cruce natural de Mundo Nuevo y Caturra amarillo. Porte semienano, aunque un poco más desarrollado que el Caturra. Su apariencia es menos compacta. Tolera más la roya que el Caturra. El tallo principal es grueso, con ramas laterales abundantes las cuales son prolíficas en ramas secundarias lo que le da una gran capacidad productiva. Precoz en la producción. Su rendimiento se considera bueno, mejor que el Caturra. La calidad de la bebida es buena.



**Frontón:** Es una variedad seleccionada de una de las líneas de Catimor (Híbrido de Timor y Caturra). Es resistente a la roya. Tolerante a nematodos. Porte semienano, aunque un poco más alta que Limaní y menos uniforme en el tamaño. Rendimiento mayor que el de Caturra. Alta producción. Recomendada en siembra sobre 1,000 pies sobre el nivel del mar. La calidad del café es buena.

**Limaní:** Variedad seleccionada de una de las líneas de Sarchimor (Villa Sarchi X Híbrido de Timor). Resistente a la roya del cafeto. Porte semienano. Su tronco es grueso y poco flexible. Las ramas laterales son de mayor longitud que en Caturra y ramifican abundantemente. Las hojas son anchas y gruesas y de color verde oscuro. Las hojas nuevas pueden ser verdes o bronceadas. Frutos grandes que maduran rojos. La producción, rendimiento y comportamiento en general superan a la variedad Caturra. La calidad de la bebida es buena. Recomendada en siembras sobre 1,000 pies sobre el nivel del mar.



## SOMBRA

Los cafetos se pueden sembrar a pleno sol o bajo sombra permanente o temporera. Investigaciones realizadas demostraron que el café cultivado intensivamente al sol produce un 40% más que el cultivado intensivamente con 30% de sombra (Cuadro 1). Estos resultados promovieron que se hiciera a un lado el uso y manejo de la sombra, aún en lugares donde se requería la misma, dadas las condiciones prevalescentes en la finca o predio en particular. En un momento dado se promovió el uso de sombra en el cafetal como una práctica de sustentabilidad, sin embargo, esta práctica nunca se había descartado y su uso se continuaba recomendando en la planificación de un programa de establecimiento y manejo del cafetal.

Si bien es cierto que la fotosíntesis y el crecimiento del cafeto son mayores a pleno sol que bajo sombra, al igual que las siembras densas de café a pleno sol, los árboles de sombra ayudan a proteger el suelo contra la erosión (especialmente si se usan zanjas al contorno debidamente trazadas) y protegen el sistema de raíces del cafeto. Además, la sombra se recomienda en lugares donde la temperatura es caliente porque ayuda a mantener baja la temperatura del aire y del suelo, y conserva la humedad del suelo. En lugares expuestos a fuertes vientos, los árboles de sombra actúan como rompevientos y protegen los cafetos. Se ha observado que la sombra disminuye la incidencia de algunas plagas y enfermedades, y disminuye el crecimiento de malezas, reduciendo los costos del control. El cultivo bajo sombra podría así permitir una disminución en el uso de insumos de producción. Por otro lado, el manejo adecuado de la sombra implica aumentos en costos ya que requiere de mano de obra con experiencia. Una sombra mal manejada contribuye a una reducción en la producción. Es importante enfatizar que para evitar que los árboles de sombra afecten la producción de café es necesario controlar su sombra, manejando el tejido vegetativo con podas. La sombra permanente no debe ser mayor de un 30%. (Para información más detallada sobre el uso de sombra, sus ventajas y desventajas y los aspectos a considerar, puede consultar: Monroig, M., 2001. *Manual para una caficultura sostenible en Puerto Rico*. Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas, Servicio de Extensión Agrícola, Southern Agriculture Research and Education.)

Los árboles para sombra deben ser de ramaje extendido, que no se partan con facilidad y preferiblemente de la familia de las leguminosas porque estas fijan nitrógeno al suelo. La guaba (*Inga inga*) es el árbol más comúnmente utilizado para estos propósitos. El árbol de Carbonero (*Pithecellobium carbonarium*) también es de la familia de las leguminosas y ha sido incorporado a la lista de opciones de buenos árboles para sombra permanente en el cafetal. Este último es de rápido crecimiento, de ramaje difuso y alcanza gran altura lo cual permite excelente aireación a la plantación y poco manejo de tejido para controlar la sombra excesiva. Otros árboles que también se usan para sombra son madre de cacao (*Gliricidia sepium*), bucaré enano (*Erythrina berteroana*), capá prieto (*Cordia alliodora*), y moca (*Andira inermis*). Algunos árboles de sombra albergan insectos como la hormiguilla (*Myrmelachista ramulorum* Wheeler) que pueden ocasionar daños al café. Sin embargo, estos árboles también pueden albergar otras especies (insectos, aves, etc.) que pueden resultar beneficiosas al cafetal y al ecosistema.

Durante los primeros dos años de la siembra se pueden usar plátanos u otras cosechas intercaladas, como sombra temporera. Estos cultivos son una fuente de ingreso inicial hasta que la cosecha de café rinda beneficios económicos. En las plantaciones intercaladas se reducen la erosión y los costos de control de malezas, y se beneficia el establecimiento del café. Sin embargo, si no se maneja adecuadamente la densidad del plátano se puede reducir el rendimiento de la primera cosecha de café, especialmente en variedades semienanas.

Cuadro 1. Comportamiento de nueve variedades de café arábica cultivadas a pleno sol y a la sombra en tres zonas de la región cafetalera<sup>1</sup>

Variedad	Café pilado (lb/cda) <sup>2</sup>	
	A pleno sol	Sombra parcial
Mundo nuevo	2,340 a <sup>3</sup>	1,400 a
Bourbón amarillo	1,610 b	1,400 a
Bourbón rojo	1,680 b	1,350 a
Puerto Rico 401	2,110 a	1,170 ab
Pacas	1,420 b	1,120 ab
Villalobos	1,610 b	1,110 ab
Kent	1,650 b	1,110 ab
Caturra	1,550 b	990 b
Columnaris	990 c	990 b

<sup>1</sup>Tomado de Abruña F., J. Vicente-Chandler, S. Silva y T. Gracia (1965). Productivity of nine coffee varieties growing under intensive management in full sunlight and partial shade in the coffee region of Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P. R.* 49 (2): 244-53.

<sup>2</sup>Todos los valores son el promedio de cosechas en tres zonas.

<sup>3</sup>Los valores seguidos por una o más letras en común no difieren estadísticamente entre sí al 5% de probabilidad.

La sombra del cafetal, aunque siempre ha estado presente y ahora ha tomado un nuevo auge, no es recomendable para todas las fincas. Por eso la importancia de conocer aún más estos comportamientos agroforestales, para que el agricultor planifique y vaya a la segura en su inversión. Cada agricultor tendrá en sus manos la decisión final de implantar o no las recomendaciones técnicas para establecer sombra permanente. Lo que sí todos los agricultores tendrán que implantar en uno u otro sistema de siembra son buenas prácticas de manejo del suelo, si quieren continuar cosechando café a bajo costo y con buenos rendimientos.

## SIEMBRA

La selección del lugar ideal para establecer la siembra puede ser la diferencia entre el éxito o el fracaso de una plantación recién establecida. El sembrar café en zonas marginales resulta en una baja producción, deficiencias en el comportamiento normal del ciclo de crecimiento del arbusto, ataques más severos de plagas y enfermedades, baja calidad del fruto y pérdidas económicas. Durante el proceso de selección del predio se debe evaluar el suelo para determinar si es apropiado para el cultivo conforme a su fertilidad, pH, capacidad de intercambio catiónico, retención de humedad, textura, desagüe externo, declive, etc. La topografía debe ser lo menos inclinada posible, de manera que permita realizar las labores de cultivo con la menor dificultad. Topografía con declives superiores al 50% presenta gran dificultad inclusive para realizar la cosecha. Planifique el trazado de la plantación, zanjas, cercas, fuentes de agua, localización de caminos y las facilidades para procesar el producto. El trazado de caminos debe ser planificado y realizado previo a la siembra y a intervalos de aproximadamente 150 pies. Los caminos se deben construir al contorno de modo que se facilite la transportación de materiales y la recogida del café. La construcción de zanjas, vados y desagües debe tomar en consideración la protección de las fuentes de agua (manantiales, ríos, charcas y quebradas), manteniendo una franja de vegetación natural para reducir la sedimentación durante fuertes lluvias y evitar la contaminación por el acarreo de productos aplicados al cultivo. Los desagües naturales en el predio se mantendrán con la vegetación natural, para protegerlos de la erosión y evitar que se formen canchales.

Es recomendable el uso de zanjas al contorno y/o barreras vegetativas. La distancia entre estas dependerá de la pendiente. Las zanjas al contorno y las barreras vegetativas rompen el largo de la pendiente, reducen la velocidad de las aguas de escorrentía, aumentan la infiltración de agua y nutrientes al suelo, y reducen la erosión del suelo y la sedimentación de los cuerpos de agua. Para más información consulte al Servicio de Conservación de Recursos Naturales (antes Servicio de Conservación de Suelos) o al Servicio de Extensión Agrícola.

Durante la preparación del predio, todo material vegetativo producto del desmonte (ya sea desmonte parcial o total) debe dejarse cubriendo la superficie del suelo. Los troncos y ramas gruesas deben colocarse formando barreras muertas en contra de la dirección de la pendiente. Para reducir la erosión, el uso de maquinaria agrícola pesada debe limitarse a la construcción de los caminos.

El trazado de la plantación dependerá de la distancia de siembra del café, de la sombra temporera o permanente (si fuera necesario) y del método para recoger el café (manual o mallas). Para el recogido manual, el trazado se debe realizar al contorno de la pendiente y en tresbolillo. Si el recogido es por mallas, el trazado se debe realizar perpendicular a los caminos y a favor de la pendiente.

Para la recolección manual, la distancia recomendada para variedades de porte intermedio es de 10 pies entre hileras y 4 pies entre plantas, o distancias similares (8 x 4; 8 x 5; 9 x 4). Para las variedades semiananas o de porte bajo (Caturra, Paca, Catimor, Catuaí, Limaní y Frontón), las distancias recomendadas son de 6 pies entre hileras y 4 o 6 pies entre plantas, o distancias similares (7 x 4; 7 x 5; 8 x 4). Al igual que con las variedades de porte intermedio, distancias más cortas requerirán de manejo del tejido vegetativo a más corto plazo.

Para cubrir los costos del establecimiento del cafetal, se puede hacer la plantación intercalada con otros cultivos que provean sombra temporera y otros ingresos que hagan económicamente viable el establecimiento de la plantación, entre estos el plátano. Siembre los plátanos a 10 pies entre hileras y a 4 u 8 pies entre plantas. Cuando el plátano alcance una altura de 6 pies (aproximadamente 6 meses después de la siembra) siembre el café a 10 x 4 en el centro de las hileras de plátanos. Para usar distancias de siembra más cortas para el café hay que modificar la distancia de siembra de los plátanos de modo que estos interfieran lo mínimo con la siembra y el desarrollo del cafeto. Los plátanos se eliminan luego de producir dos cosechas. Las prácticas de abonamiento y control de plagas se deben realizar según las recomendaciones para cada cultivo. Sin embargo, es importante recordar que **los plaguicidas que se apliquen tienen que tener permiso de uso para ambos cultivos**. Para mayor información, consulte al agente agrícola de su área.

La siembra del café se debe realizar en la época húmeda (marzo a mayo y septiembre a noviembre). Aunque, en los últimos años, por los efectos del cambio climático, estos periodos no se comportan tan regulares. De contar con riego suplementario, cualquier época del año es buena para la siembra.

Siembre el arbolito asegurándose de que el pilón quede al nivel del terreno, y afirme alrededor del pilón. El hoyo debe tener un tamaño aproximado de 10 pulgadas x 10 pulgadas. Se recomienda la aplicación de 4 onzas de superfosfato triple en el fondo del hoyo. Distribuya una libra de carbonato calizo entre las paredes y la tierra que sacó del hoyo. No debe haber contacto directo de la cal con el superfosfato para evitar la formación de compuestos insolubles.

## ABONAMIENTO

En el cultivo de café es necesario abonar para obtener altas producciones. La aplicación de fertilizantes químicos u orgánicos es necesaria para suplir los nutrimentos en cantidades suficientes para el buen desarrollo de la planta y para producir una cosecha abundante. Además, mejora el vigor de la planta para tolerar el ataque de plagas. Un buen programa de fertilización restituye los nutrimentos que han sido extraídos del suelo por los cafetos y aquellos que se han perdido por lavado y lixiviación. Se recomienda analizar muestras de suelo para determinar la fertilidad del suelo en la finca o predio y determinar el mejor programa de fertilización a adoptar. De igual manera se debe analizar el tejido vegetal para determinar el estado nutricional de los cafetos. En el Cuadro 2 se muestran los niveles adecuados de nutrimentos en el cuarto par de hojas desde el extremo de la rama.

Cuadro 2. Niveles de nutrientes en las hojas del café<sup>1</sup>

<b>Nutriente</b>	<b>Bajo</b>	<b>Adecuado</b>	<b>Alto</b>
Nitrógeno (%)	2.00	2.60	3.50
Fósforo (%)	0.10	0.15	0.20
Potasio (%)	1.50	2.10	2.60
Calcio (%)	0.40	0.75	1.50
Magnesio (%)	0.10	0.25	0.40
Azufre (%)	0.10	0.15	0.25
Hierro (ppm)	40	70	200
Manganeso (ppm)	25	50	100
Zinc (ppm)	10	15	30
Cobre (ppm)	3	7	20
Boro (ppm)	25	40	90
Molibdeno (ppm)	0.5	0.08	-

<sup>1</sup> Tomado de Wilson, K. 1985. Mineral Nutrition and Fertilizer Needs. Coffee Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage.

La experimentación realizada en Puerto Rico nos indica que plantaciones cultivadas intensivamente al sol responden positivamente a la aplicación de fertilizantes, no así las plantaciones bajo sombra excesiva. Las respuestas más favorables se consiguen con las aplicaciones de nitrógeno (N) y potasio (K). Pocas veces se consigue respuesta a las aplicaciones de fósforo (P). Además de los elementos mayores (N, P y K), los elementos menores son igualmente necesarios. Las deficiencias de estos disminuyen la productividad de las plantaciones.

Es importante saber reconocer los síntomas de deficiencias nutricionales. En el Cuadro 3 se presentan los síntomas más comunes en las hojas de los cafetos que nos ayudan a identificar las deficiencias nutricionales.

En ocasiones podemos tener problemas de toxicidad por el exceso de algún elemento. En Puerto Rico la toxicidad por manganeso es la más común. Los síntomas de esta son hojas con clorosis moteada y amarillenta en los bordes de las hojas jóvenes, pérdida de hojas y paloteo. Esta condición puede corregirse encalando el suelo.

La utilización de fertilizantes completos, que incluyan los elementos menores, en las cantidades necesarias, evita las deficiencias nutricionales en las diferentes etapas de crecimiento de los arbustos. La primera aplicación de fertilizante se debe realizar un mes después de la siembra y las demás a intervalos de tres meses durante los primeros dos años. Se deben utilizar fertilizantes con análisis altos de fósforo y nitrógeno para promover el desarrollo de raíces y el desarrollo foliar, respectivamente.

Al tercer año los cafetos empiezan a fructificar abundantemente por lo que se recomienda aplicar fertilizantes con cantidades más altas de nitrógeno y potasio. Las aplicaciones se realizan a intervalos de cuatro meses (tres veces al año). En el Cuadro 4 presentamos un 'programa guía' para la fertilización del cafetal. Estas recomendaciones son generales, para suelos de la zona

cafetalera de la montaña y de acuerdo a los requisitos del cafeto en diferentes etapas. Sin embargo, se recomienda que el agricultor tome muestras y envíe a realizar análisis de suelo para conocer el contenido de nutrimentos en el suelo y determinar cuál es la formulación que debe usar o los nutrimentos a aplicar de acuerdo a los resultados del análisis. Existen en el mercado otras formulaciones entre las cuales el agricultor puede escoger. El Laboratorio Central Analítico de la Estación Experimental Agrícola, ubicado en Río Piedras, realiza análisis de suelo y de tejido a un costo razonable para el agricultor. Para más información puede acceder [www.uprm.edu/lca/](http://www.uprm.edu/lca/)

Cuadro 3. Síntomas más comunes de deficiencias nutricionales en las hojas del cafeto en Puerto Rico.

<b>Elemento</b>	<b>Síntomas de deficiencia</b>
Nitrógeno	Amarillez uniforme que avanza desde la base de la hoja hacia el ápice y de la vena central hacia los bordes.
Fósforo	Pueden aparecer puntos y áreas necróticas en el ápice y los bordes de las hojas. Si la deficiencia es severa, se observa una necrosis marrón-rojiza que se extiende desde el ápice hacia el interior de la lámina.
Potasio	Bordes de las hojas necróticos, limitados hacia el interior de la hoja por un halo verde amarillento.
Magnesio	En las hojas más viejas aparecen áreas cloróticas entre las venas y luego áreas necróticas en las puntas de las hojas. Las hojas mantienen su color verde.
Calcio	Las hojas jóvenes presentan un color verde pálido en el borde.
Hierro	Las hojas jóvenes de tamaño mayor que el normal, muestran clorosis generalizada color verde amarillento sobre el que se destacan las venas color verde. Los síntomas son más evidentes en la época de sequía.
Boro	Muerte de yemas terminales de las ramas, de ahí se desarrollan ramas secundarias que tienen la apariencia de escoba de bruja. Las hojas apicales se tornan finas y deformes.

Cuadro 4. Guía general para la fertilización del cafeto de acuerdo a su edad.

<b>Año</b>	<b>Onzas por árbol</b>	<b>Intervalos de aplicación</b>	<b>Análisis de abono (N, P, K, Mg)</b>
1	2 a 3	3 meses	10-10-5-3+ EM
2	4 a 5	3 meses	10-10-8-3+ EM 9-10-5-3+ EM
3	6 a 8	4 meses	15-5-15-3+EM 12-6-16-3+EM 10-5-15-3+EM 12-5-15-3+EM
4	8 a 16	4 meses	Igual al tercer año

Los meses recomendados para hacer las aplicaciones son julio a agosto, noviembre a diciembre, abril a mayo. Nótese que son los meses en que usualmente esperamos alguna lluvia. Esto es importante puesto que al momento de aplicar el abono el suelo debe contener cierto grado de humedad para que las plantas lo puedan utilizar. El fertilizante nunca debe estar en contacto con el tronco de los árboles. Se debe aplicar al voleo formando una banda circular alrededor del árbol o en media luna en la parte superior al tronco en los terrenos inclinados. La aplicación se debe realizar desde la mitad del largo de la varilla hacia afuera.

Además de los fertilizantes inorgánicos se pueden considerar los fertilizantes orgánicos. Estos ofrecen beneficios a largo plazo al mejorar y mantener la fertilidad del suelo; sin embargo, representan un costo adicional en cuanto al uso de mano de obra.

Los programas de abonamiento son flexibles y se deben ajustar según los requerimientos particulares de la plantación. El uso inadecuado de fertilizantes puede afectar la disponibilidad de otros nutrientes, disminuir la productividad de los cafetos y contaminar las fuentes de aguas superficiales y subterráneas. Un buen programa de abonamiento en combinación con las demás prácticas culturales reduce la variación en la producción de año a año.

## ENCALADO

Los suelos donde se cultiva café en Puerto Rico son en su generalidad ácidos. En muchos de estos suelos el contenido de aluminio y el manganeso intercambiable o fácilmente reducible es alto. El café tolera altos niveles de aluminio intercambiable, no así de manganeso. La toxicidad de manganeso produce clorosis en los márgenes de las hojas jóvenes y eventualmente estas se amarillan. Posteriormente, las hojas viejas se caen al igual que gran cantidad de los frutos, luego le sigue un paloteo severo.

La sombra en el cafetal así como el autosombreo de los arbustos de café ayudan a reducir la cantidad de manganeso que absorbe la planta. Sin embargo, aunque las plantas muestren pocos síntomas de toxicidad su producción puede afectarse. Los efectos en la producción se pueden observar antes de observar síntomas de toxicidad.

La necesidad de encalar depende de la acidez del suelo y de la cantidad de manganeso intercambiable o reducible. El análisis foliar junto al análisis del suelo indicará si es necesario o no aplicar cal. Como regla general, se debe aplicar suficiente cal al voleo cubriendo el suelo uniformemente, para subir el pH a 5.5. Luego, por cada tonelada de abono con residuos ácidos se debe aplicar una tonelada de carbonato calizo. Las aplicaciones de cal se deben realizar por lo menos un mes antes de la aplicación de fertilizantes.

En el caso de plantaciones que se van a podar, antes de realizar la práctica es necesario corregir la acidez para disminuir el manganeso intercambiable. Niveles altos de manganeso intercambiable pueden tener efectos adversos en arbustos podados.

## PODA (MANEJO DE TEJIDO)

La mayor parte de la cosecha de café crece en tejido desarrollado durante el año anterior. El objetivo principal de la poda es maximizar la cantidad de este tejido. Otros objetivos de la poda son:

- Darle forma a los arbustos para hacer mejor uso del espacio entre ellos y facilitar el acceso al cafetal
- Remover el tejido viejo y enfermo
- Proveer un medio ambiente apropiado entre los arbustos, que conduzca a una mayor producción y minimice la propagación de plagas y enfermedades
- Promover la producción del grano donde sea fácil su recolección
- Facilitar las aplicaciones de plaguicidas
- Minimizar la bienalidad de la cosecha

En Puerto Rico se debe realizar una poda de limpieza al terminar la cosecha, en esta se deben remover las ramas partidas, enfermas o que se salen de la conformación normal del arbusto.

Se debe realizar una poda de renovación cuando la recolección del grano se haga difícil, la producción disminuya, las plagas y enfermedades hayan causado daños significativos y/o el desarrollo de los arbustos obstaculice las labores de cultivo. Una vez seleccionado el lote que se va a podar, se deben controlar las malezas y abonar los arbustos luego de pasada la cosecha. Al comienzo de la primavera (marzo a abril) se cortan los troncos a un nivel de 12 a 18 pulgadas del suelo. En cepas con muchos tallos se seleccionan los dos tallos más sanos y se eliminan los demás. Las ramas se dejan en el mismo predio para devolver al suelo nutrientes y materia orgánica y ayudar a controlar las malezas. Los troncos se acomodan en contra de la pendiente para crear barreras muertas que reduzcan la erosión.

Dependiendo de la distancia de siembra se dejan de uno a tres brotes por tronco. Los brotes seleccionados deben estar alejados del corte para que estos no se desgarran fácilmente. Si se seleccionan dos o tres brotes, estos deben estar equidistantes. La selección de los brotes se realiza cuando alcanzan 18 pulgadas de altura. La remoción de los nuevos brotes que van surgiendo es necesaria para asegurar el buen desarrollo de los brotes seleccionados.

Trate el lote podado como si fuera una siembra nueva. Siga la guía de fertilización y modifíquela según los arbustos se desarrollen.

## MALEZAS

Las malezas compiten con los cultivos por espacio, agua, luz y nutrimentos. Pueden ser hospederas de organismos causantes de enfermedades y de insectos. El control de las malezas en el cafetal es de suma importancia, especialmente durante los primeros años. Generalmente este control se realiza tres veces al año: al inicio de la temporada de lluvia, antes y después de la cosecha. Indistintamente del método de control que se utilice se debe mantener limpia la "corona" o "plato" del arbusto (área de crecimiento de raíces).

El establecimiento del cafetal con sombra permanente o temporera reduce el crecimiento de malezas lo que facilita su control. Dependiendo del tipo de vegetación natural presente en el predio, se puede permitir el crecimiento de plantas no trepadoras entre las hileras de café de modo que sirvan como cobertoras y protejan el terreno. También se pueden establecer plantas cobertoras, preferiblemente de la familia de las leguminosas. En ambos casos se requiere controlar el crecimiento de estas plantas y se requiere la limpieza de las coronas.

Cuando las malezas se controlan mecánicamente con machetes y otros utensilios cortantes debemos cuidar de no lastimar los troncos de los cafetos. Las heridas pueden facilitar la entrada de microorganismos causantes de enfermedades. Es recomendable que queden los troncos de las malezas y el material cortado sobre el terreno para que ayuden a controlar la erosión especialmente en suelos inclinados y en épocas lluviosas.

El control químico con herbicidas debe alternarse y/o combinarse con los demás métodos de control. El herbicida a utilizar dependerá del tipo de malezas presentes. Siga siempre las instrucciones en la etiqueta de los herbicidas con permiso de uso en el cultivo.

Hay ciertas malezas difíciles de eliminar como el bejuco caro (*Cissus sicyoides* L.) y el rábano [*Dieffenbachia seguine* (Jacq) Schott]. Estas malezas se deben remover manualmente y sacar del cafetal para evitar que se regeneren a partir de pedazos que queden en el campo.

## INSECTOS

Los insectos que se alimentan del cafeto ocasionan deterioro de los cafetales dañando raíces, tallos, ramas, hojas, flores y frutos. Causan reducciones en la producción, el rendimiento y la calidad del café. Sus daños pueden variar de acuerdo con el clima, la edad y condiciones del cafeto. En Puerto Rico, los insectos plagas del café más importantes son la broca del café y el minador de la hoja. Otros insectos, como la vaquita del café, el escarabajo taladrador del tallo y ramas, la hormiguilla, la oruga taladradora del tallo, el pulgón negro, la chinche harinosa y las queresas verde y hemisférica solo se convierten en plagas en circunstancias especiales. Las hormigas, albayaldes y hormiguillas causan molestias a los trabajadores; además, establecen relaciones simbióticas con las queresas y son responsables de diseminarlas a través del cafetal favoreciendo la presencia del hongo de la fumagina.

Hace algunos años los insecticidas más efectivos para disminuir el ataque de los insectos al cafetal fueron prohibidos por sus efectos adversos al ambiente. Sin embargo, existen prácticas que de ser implementadas en los cafetales ayudarán a controlar el ataque de las plagas. El manejo integrado de las plagas es la mejor alternativa. Al finalizar la cosecha el caficultor debe hacer una recolección de los frutos secos, para disminuir la infestación con la broca del café en la próxima temporada. Además, debe mantener un programa de fertilización para que las plantas puedan tolerar el ataque de los insectos.

### *Principales insectos plaga del cafetal*

#### **La broca del café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytinae: Curculionidae)**

La broca del café es un insecto originario de África y presente en todos los países cultivadores de café. A nivel mundial se considera como la plaga más devastadora en este cultivo, ocasionando pérdidas anuales de millones de dólares. Este diminuto escarabajo (como una cabeza de alfiler) de color marrón oscuro (Figura 1) fue descubierto en los cafetales de Puerto Rico en el 2007.



Figura 1. Escarabajo adulto de la broca del café.

Desde su detección en Puerto Rico, este diminuto escarabajo se ha distribuido por la mayoría de los cafetales ocasionando grave daño al fruto del cafeto. Por ser tan pequeño pasa desapercibido y causa mucho daño al perforar los frutos del café, donde se alimenta y vive. El fruto verde que ha sido perforado cae al suelo en cantidades considerables en las primeras etapas de la infestación.

Además, disminuye el peso del grano perforado, verde o maduro, que no cae al suelo. Los frutos dañados pierden peso y esto provoca una reducción considerable en el rendimiento de la cosecha. Además, el café adquiere un mal aspecto, lo que influye de manera determinante en la calidad del grano cosechado y el precio que se obtiene por este. Esta plaga tiene un impacto directo en la producción del cafetal afectando toda la cadena de producción desde agricultores hasta torrefactores. El programa de manejo integrado de la broca del café para Puerto Rico incluye varias actividades básicas que se inician al finalizar la cosecha cada año. Estas prácticas buscan disminuir las poblaciones de la plaga para proteger los frutos de la siguiente cosecha. Además, se realizan otras prácticas auxiliares necesarias para el mantenimiento del cafetal.

Entre las prácticas de control utilizadas se encuentra el uso de una cepa comercial del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, este hongo parasita a la broca, se desarrolla en el insecto y lo mata. Este hongo se puede encontrar en forma natural en los cafetales. En Puerto Rico se han llevado a cabo experimentos para evaluar la eficiencia de cepas nativas de *Beauveria bassiana* para el control de la broca. En el cafetal se pueden usar trampas de broca como un método de monitoreo de las poblaciones.

### **El minador de la hoja del café, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae)**

Las hojas del cafeto presentan usualmente unas manchas irregulares de color marrón que son causadas por la oruga o gusano del minador de la hoja. Esta oruga es pequeña, achatada, de color crema y se alimenta de los tejidos interiores de la hoja de café (Figura 2), lo que se conoce como el parénquima, de tal modo que las superficies de arriba y de abajo de la hoja quedan separadas y forman una mancha (Figura 3). La mancha de arriba adquiere un color castaño platinado y la de abajo uno castaño oscuro. Esta mancha es de carácter irregular, diferenciándose así de las causadas por hongos, que son de forma circular, y varían en número y tamaño. El número de minas por hoja es muy variable, pero se pueden encontrar de una a doce o más, hay casos en que se unen formando solo unas cuantas manchas grandes. La gravedad del daño se puede observar (Figura 4) al considerar que el porcentaje de hojas infestadas por árbol es a veces de hasta 100.

En pruebas llevadas a cabo en la Estación Experimental Agrícola se observó que 60 por ciento de las hojas de cafeto expuestas a un ataque intenso del minador se desprendieron; se redujo en un 70 por ciento el peso de los tallos, en un 60 por ciento el peso de las raíces y en un 50 por ciento la actividad fisiológica de las hojas. Sin embargo, sus estragos varían según las localidades y regiones. Se ha observado que, exceptuando la vertiente sur de la Cordillera Central de la isla, el minador no es un problema. Aquellas plantaciones sombreadas y con protección del viento presentan menos incidencia de esta plaga. Aun así, se puede observar mayor incidencia del minador al borde de los cafetales.



Figura 2. Oruga del minador del café



Figura 3. Manchas en las hojas causadas por la oruga del minador del café



Figura 4. Arbolitos de café severamente afectados por el minador de la hoja

Existen bastantes estudios a nivel mundial sobre el ciclo de vida del minador, el cual puede tener una duración de 2 a 6 semanas. La oruga que vive dentro de la hoja sale de su mina para convertirse en crisálida en el envés de la hoja (Figura 5). Al cabo de unos días emerge una mariposa blanca muy pequeña con las antenas, los ojos y las patas delanteras negras (Figura 6). La mariposa, cuando abunda en los cafetales, solo se ve volar durante el tiempo nublado, permanece quieta cuando el sol alumbra.



Figura 5. Crisálida del minador de la hoja en el envés de la hoja de café



Figura 6. Alevilla del minador del café

El acoplamiento ocurre desde las primeras horas de la mañana hasta el mediodía. La hembra fértil pone los huevos uno a uno en el haz de hojas tiernas. El huevo es ovalado, con una depresión en forma de canoa en el centro y de color perla o transparente (Figura 7). Después de 4 o 5 días se puede notar un punto negro en el huevo, indicativo de que ya ha eclosionado y la larva ha penetrado en la hoja. La oruga toma de 1 a 3 semanas en completar su crecimiento, alcanzando un tamaño de menos de  $\frac{1}{4}$  de pulgada. Sale entonces del interior de la hoja haciendo un agujero en el haz y se arrastra hasta el borde de la hoja. Luego, deja un hilo de seda para deslizarse hacia el envés donde usualmente teje su capullo en forma de X con hilos de seda sobre alguna depresión de la hoja usualmente en el borde. Dentro del capullo se transforma en pupa, estado en el cual se mantiene en reposo de 3 a 9 días. La mariposa sale de la pupa durante la noche y al otro día ocurre el acoplamiento. Una hembra puede vivir hasta 16 días durante los cuales llega a ovipositar hasta 68 huevos.



Figura 7. Huevos del minador del café

Su especificidad es manifiesta hacia el café. Resisten su ataque las especies *Coffea excelsa*, *C. canephora* var. Robusta y *C. stenophylla*. Todavía no se ha encontrado una variedad o selección de *C. arabica* resistente al minador. Sin embargo, existen diferentes grados de susceptibilidad entre los cultivares de *C. arabica* que se siembran en Puerto Rico, siendo la Puerto Rico 401 var. Típica la que presenta menor porcentaje de daño. La humedad ambiental es un factor importante que tiene que ver con la intensidad del daño del minador. Pruebas de laboratorio y observaciones de campo indican que a mayor humedad ambiental, menor es el daño que causa este insecto. En los cafetales al sol y expuestos al viento o en la orilla de los caminos la incidencia del minador es mayor.

Los cafetos pueden mantenerse relativamente libres del minador asperjándolos mensualmente durante los meses de sequía con los insecticidas recomendados. La época más apropiada para las aspersiones es durante los meses secos cuando el minador abunda. Sin embargo, debido a que las épocas de lluvia han cambiado significativamente y a veces es imposible definir una época como típicamente seca es mejor estar atentos y comenzar a controlar el minador luego de dos semanas consecutivas sin o con poca lluvia.

### **Enemigos naturales del minador del café**

Desde la aparición de la broca del café en Puerto Rico se ha observado una mayor incidencia de adultos y pupas del minador afectados por el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* Vuill (Figura 8). Este hongo es muy común encontrarlo enfermando a las brocas en aquellos cafetales donde la humedad relativa es muy alta. Por eso, en condiciones de alta lluvia, se puede observar una disminución en el ataque del minador. En pruebas realizadas en la Estación Experimental Agrícola en el barrio Limaní de Adjuntas, se logró hasta un 48% de control con una sola aspersión del hongo.



Figura 8. Alevilla del minador del café infectada con el hongo *Beauveria bassiana* W.

En Puerto Rico se han encontrado 16 especies de avispas parasitoides que ayudan a reducir la población y disminuyen el daño del minador, siendo *Mirax insularis* Muesebeck la más abundante (Figura 9). *Mirax insularis* fue introducido a Puerto Rico desde la isla de Guadalupe en el 1937 y liberado en siembras de café en los pueblos de Lares y Quebradillas. Es el parasitoide con mayores índices de parasitización (35%) sobre el minador y está presente en toda la región cafetalera de Puerto Rico.



Figura 9. Avispillas parasitoides del minador del café. A) *Mirax insularis* M, B) *Zagrammosoma multilineta*, y C) *Chrysocharis livida* M.

## *Insectos Plaga Secundarios*

### **La hormiguilla, *Myrmelachista ramulorum* (Hymenoptera: Formicidae)**

Cuando en la zona montañosa de Puerto Rico abundaban las siembras de café bajo sombra, los agricultores consideraban a la hormiguilla su peor enemigo. Principalmente ya que se alojaba en los árboles viejos de sombra de guamá y guaba y cuando la infestación era grande pasaba a los arbolitos de café. Actualmente, en las siembras al sol, es de poca importancia.

Esta pequeña hormiga, con tórax rojizo y cabeza y abdomen de un negro azulado (Figura 10), vive en grandes colonias en las ramas huecas de muchos árboles. Hace túneles irregulares a lo largo del tronco y las ramas vivas. En algunas secciones de estos túneles cuida de sus crías y en otras cuida queresas. Estas queresas chupan la savia del árbol y segregan una miel muy apetecida por la hormiguilla.



Figura 10. La hormiguilla del café, *Myrmelachista ramulorum*

La señal externa más notable en los cafetos infestados es una especie de verruga que se forma en la unión de las ramas con el tronco. Los túneles de la hormiguilla debilitan los cafetos y árboles de sombra en tal forma que los ventarrones de alguna intensidad desprenden con facilidad las ramas afectadas. La hormiguilla abunda más en los meses de sequía, que es cuando se ven en mayor número caminando por los troncos de los árboles de sombra. Durante la época de lluvia permanecen en los túneles que han hecho en los árboles. Esta época coincide con la poda y limpieza del cafetal y con la defoliación de los árboles de sombra debido a la sequía.

Hasta el presente, el combate de la hormiguilla se ha circunscrito a la poda o la renovación de los árboles de sombra. La aplicación de insecticidas a siembras nuevas, cuando los árboles de sombra aún están pequeños, evitará que la hormiguilla los invada. Solo las hormiguillas expuestas al insecticida morirán y aquellas colonias que se encuentran especialmente en la copa de los árboles serán los centros de reinfestación.

### La vaquita del café, *Lachnopus coffeae* (Coleoptera: Curculionidae)

La vaquita del café es un escarabajo de tamaño de  $3/16$  a un  $1/4$  de pulgada de largo, de color gris oscuro (Figura 11) el cual se alimenta como adulto de las hojas tiernas del café (Figura 12). Se ha observado comiendo los capullos y granos tiernos del café. Raras veces son abundantes como para ocasionar daños a los retoños del cafeto. Son más frecuentes encontrarlos en los cafetales del área de Adjuntas, en especial aquellos cafetales que están más orientados al sur. Durante los meses de abril hasta junio son muy abundantes. Las hembras ponen sus huevos en grupos o masas de 12 a 36 entre dos hojas que pegan con una sustancia viscosa que rodea los huevos. Los huevos pueden encontrarse en los meses de verano y al principio del otoño. Aquellos huevos que no son parasitados por la avispa *Aprostocetus vaquitarum* Wolcott, eclosionan a los 14 días y las larvas se dejan caer al suelo para alimentarse de las raíces pequeñas que encuentren. No ocasionan daño significativo a la raíz del cafeto. Las larvas se mantienen en el suelo hasta convertirse en pupas y salir como adultos al comienzo de la primavera mostrando una sola generación por año. Si es necesario su control, se deben aplicar los insecticidas de contacto recomendados al comienzo de la primavera o en el momento que se puedan observar los adultos en el cafetal.



Figura 11. Adulto escarabajo de la vaquita del café



Figura 12. Daño ocasionado a las hojas tiernas del café por la vaquita

### El escarabajo taladrador del tallo, *Apate monachus* (Coleoptera: Bostrichidae)

Este insecto color caoba suele causar daños y hasta matar la planta del café al barrenarles el tronco. El insecto adulto (Figura 13) mide unos  $\frac{5}{8}$  de pulgada de largo por un poco menos de un  $\frac{1}{4}$  de pulgada de ancho. Su cabeza está inclinada hacia abajo, y por esta razón recibe el nombre de monachus ya que parece la capucha de un monje franciscano. Los escarabajos acostumbran barrenar hacia arriba haciendo un túnel de mayor diámetro que el agujero de entrada sin seguir una línea recta; de modo que el túnel tiene curvas más o menos pronunciadas de acuerdo con el diámetro del tronco. Estos escarabajos son sociables encontrándose muchos en una sola planta, por lo que, como las plantas que escogen son por lo general pequeñas, estas quedan tan debilitadas que mueren o las quiebra el viento. Las hembras ponen huevos en el túnel después que la planta ha muerto porque sus larvas o gusanos no se pueden desarrollar en plantas vivas. Prefieren plantas que acaban de morir a las que ya están secas. Además de atacar al café también afectan árboles de toronja, cedro, sauce, palo de hueso, lilaila, mezquite, flamboyán, pino de Australia, acacia y caoba. Cuando este insecto es abundante y las plantas atacadas han muerto, es necesario eliminarlas. Se debe examinar cuidadosamente toda la plantación y cortar y eliminar todos los cafetos afectados. Esto evitará que el escarabajo se reproduzca en plantas de poco valor para después en mayor número atacar plantas sanas.

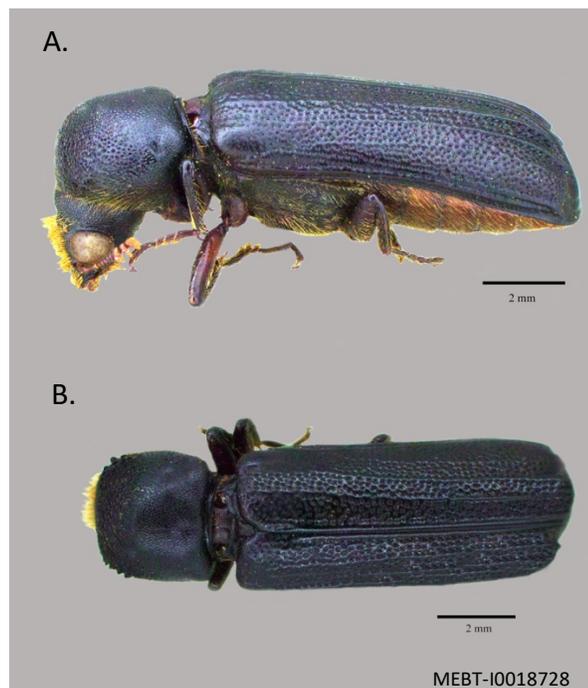


Figura 13. Escarabajo adulto del taladrador del tallo del café A) Vista lateral, y B) Vista dorsal. Foto por Sr. Abdel Santiago

### La oruga taladradora del tallo, *Psychonoctua personalis muricolora* (Lepidoptera: Cossidae)

En su estado de oruga (Figura 14 A) barrena el tronco y las ramas leñosas del cafeto, las cuales ocasionalmente se parten. Su presencia se observa fácilmente en las ramas viejas porque la madera se nota nudosa. Es una oruga de color crema, cuyo tamaño y abundancia varían según la altura a que se encuentre el cafetal. A mayor altura, será pequeña y menos abundante. El adulto es una mariposa nocturna grande y de color gris (Figura 14 B) que se puede observar descansando en las ramas y hojas del cafeto. El mangle de nuestras costas es su otra hospedadora alterna. Para combatirla se recomienda que se corten y eliminen los cafetos afectados. El combate químico es muy costoso y no está disponible, debido a los hábitos de vida de este insecto. Es muy importante reconocer que en aquellos cafetales que se encuentre esta plaga se comience a muestrear los árboles infestados y sean podados y eliminados para no permitir que se sigan afectando nuevos árboles.

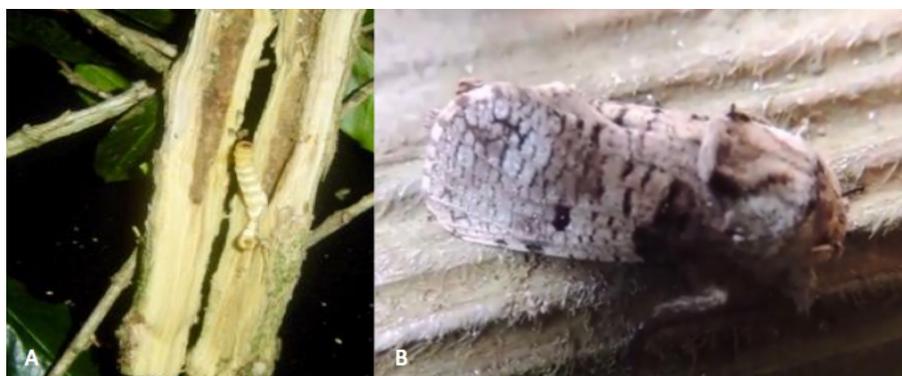


Figura 14. A) La oruga taladradora del tallo del café, B) Alevilla

### Querensa verde o escama verde del café, *Coccus viridis* (Hemiptera: Coccidae)

Son insectos chupadores cuyas ninfas y adultos succionan la savia de las hojas y tallos tiernos, se alojan en el envés de las hojas preferiblemente. Las hojas tiernas fuertemente atacadas se tornan amarillentas, encrespadas y se deforman. La querensa verde (Figura 15) ataca los cafetos en los viveros y en el campo bajo condiciones de sequía o cuando estos están expuestos al viento. Las variedades de café semienanas como el Caturra son más susceptibles a esta querensa. Es un insecto que tiene una amplia gama de hospederos, siendo más común en las siembras de cítricas en Puerto Rico. Cuando las condiciones climáticas mejoran no se observa mucho su daño. Sus enemigos naturales ayudan a mantenerla bajo control en las plantaciones de café. Cuando aumenta la humedad relativa ambiental debido a las lluvias, se reducen los ataques de la querensa por su susceptibilidad a hongos entomopatógenos. Para reducir el problema de querensa es importante controlar la hormiguilla y las hormigas en los cafetales ya que son las que la transportan de una rama a otra. La querensa verde también favorece el crecimiento de los hongos *Fumago vagans* o *Capnodium citri* que causan comúnmente la denominada fumagina, reduciendo la tasa fotosintética y el crecimiento del cafeto.

Estos insectos pasan por tres etapas de desarrollo: huevo, ninfa y adulto. La hembra carece de alas, sus huevos son verde brillante a amarillentos y pueden eclosionar en pocos minutos o tardar varias horas dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad relativa. Generalmente son protegidos por la hembra madre debajo de la escama. Las ninfas son insectos inmaduros y muy móviles. Segregan una sustancia serosa que cubre el cuerpo y que se endurece para protección y formación de la escama. La queresa adulta mide menos de  $\frac{1}{4}$  de pulgada aproximadamente, es partenogenética, ovípara y puede completar su ovoposición en 8 días o más. La hembra madura no puede moverse y completa su ciclo de vida entre 40 a 70 días aproximadamente, cuando muere se torna de color café (Figura 15 A).



Figura 15. La queresa verde del café. A) Queresa muerta

Para el control de altas poblaciones, en el pasado se recomendaba la aplicación alterna de insecticidas organoclorados, organofosforados y piretroides. Debido a la pérdida de permiso de uso en Puerto Rico de muchos de esos insecticidas comerciales, el agricultor puede recurrir a prácticas de aplicación de otra clase de insecticidas como los inorgánicos y/o biológicos, como los que se recomiendan a continuación. Los aceites minerales provocan asfixia a las escamas al tapar sus espiráculos. Aplique extractos de plantas con propiedades insecticidas (ají, higuierilla). Para obtener un extracto de ají, machaque un puñado de ají y déjelo reposar en 10 litros de agua de un día para otro, filtre esa solución, agréguele  $\frac{1}{4}$  de jabón en barra disuelto previamente y aumente a 20 litros de agua para aplicarlo con la bomba fumigadora. También se puede mezclar litro y medio de vinagre blanco y  $\frac{1}{4}$  de barra jabón negro en cuatro galones de agua, aplíquelo de 8 a 10 días en las áreas afectadas del cultivo. Aplique en forma localizada en las partes afectadas. Para que las aplicaciones sean eficaces debe usarse un equipo de bastante presión y que el obrero dirija siempre el chorro al envés de las hojas.

En el campo se han observado brotes del hongo entomopatógeno *Lecanium lecanii*, el cual se aprecia como un moho blanco sobre las escamas. En los sitios donde se encuentre, debe evitarse la aplicación de fungicidas para favorecer su persistencia y acción controladora natural. Además, se han observado escamas parasitadas por avispias y depredadas por larvas de dípteros (moscas).

### **Taladradores de ramas, *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)**

Es un coleóptero muy pequeño, la hembra mide de 0.06 a 0.07 pulgadas (1.5 a 1.8 mm), (Figura 16 A), el macho es más pequeño, entre 0.03 a 0.05 pulgadas (0.75 a 1.25 mm), la coloración varía de negro a marrón claro. En el interior del tallo construye una cámara que va a servir para cultivar un hongo, Ambrosia, que sirve de alimento para la larva (Figura 16 C). Se ha reportado que varios hongos pueden infestar las galerías y servir de alimento para las larvas.

Estos escarabajos penetran la rama del café haciendo un pequeño orificio (Figura 16 B). Se alimentan y se reproducen en la médula del tallo. Las hojas de las ramas inicialmente se marchitan, se tornan amarillas y luego se secan adquiriendo un color oscuro (Figura 17). La rama se seca desde el punto en que el insecto ataca hacia el extremo terminal. Inicialmente las hojas secas se retienen, pero más tarde se caen. Las ramas atacadas son improductivas. La incidencia del insecto es mayor en la especie *C. canephora* que en la especie *C. arabica*.



Figura 16. Escarabajo taladrador de ramas, A) Adulto, B) Orificio de penetración, y C) Cámara interior en el tallo. Fotos cortesía del Agro. Wigmar González



Figura 17. Daño típico en las ramas del café ocasionado por el escarabajo taladrador de ramas. Foto cortesía del Agro. Wigmar González

En cuanto a las posibilidades de control, el manejo cultural constituye la clave para reducir significativamente los daños causados por la plaga. Cuando se presente en el campo o vivero un alto grado de infestación, las plantas infestadas se deben retirar y destruir inmediatamente. El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* fue utilizado experimentalmente con éxito en la India. Un método químico que resulta poco nocivo para el medio ambiente es el uso de sustancias atrayentes como el aceite de clavo, el cual es un atrayente eficaz para la preparación de trampas. Se recomienda remover las ramas atacadas y sacarlas del campo.

### **El áfido negro del café o de las cítricas, *Toxoptera aurantii* (Homoptera: Aphididae)**

El áfido negro del café es un insecto chupador de la savia de la planta que vive en tallos y hojas tiernas del cafeto. Nunca llegan a ser abundantes debido a que tienen muchos enemigos naturales y la humedad de los cafetales ayuda a la proliferación del hongo entomopatógeno *Lecanium lecanii*. Su abundancia está más relacionada con plantas de café en viveros. Aunque no es una plaga de importancia en los cafetales es un vector de muchas enfermedades virales que afectan otros cultivos como es el virus de la tristeza de los cítricos. Para su control, se recomienda la aplicación de una solución jabonosa: diluya una cucharada de jabón neutro en un litro de agua y atomice utilizando una asperjadora sobre la planta con mucho énfasis en los nuevos brotes.

### **Queresa hemisférica del café, *Saissetia coffea* (Hemiptera: Coccidae)**

Es un insecto que se alimenta de la savia de hojas, tallos y frutos del cafeto. Principalmente ataca tejido nuevo o tierno especialmente en los ápices de las ramas. Es una de las especies de insectos más cosmopolitas, se puede encontrar en muchos climas y tiene una amplia gama de hospederos. Sus colonias extraen grandes cantidades de savia lo que produce un gran

debilitamiento de la planta, además atraen a las hormigas gracias a sus excreciones azucaradas. Contribuyen, al igual que otras queresas y áfidos, a la presencia de la fumagina en el cafetal.

Los insectos maduros o adultos se pueden ver fácilmente como bolitas pegadas en las hojas, tallos y frutos (Figura 18). Se reproducen partenogenéticamente, o sea, que la hembra no necesita de un macho. Cada hembra puede depositar de 500 a 2,500 huevos blanquecinos en una cavidad bajo su cuerpo donde los protege durante un corto período. El número de generaciones varía de una a seis al año, según la temperatura y la planta que infecten. Esta queresa prefiere ambientes húmedos y secos, pero no puede crecer a más de 86° F. Su desarrollo óptimo es a 82° F y su ciclo de vida se completa en 52 días.



Figura 18. La queresa hemisférica del café

Por tener el dorso céreo, el uso de insecticidas no es efectivo; además, los plaguicidas pueden acabar con los parasitoides. El empleo de enemigos naturales ha sido una de las medidas más recurridas y de las más clásicas para el control de esta queresa.

### **Chinche harinosa o algodonosa de los cítricos, *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae)**

Los daños son ocasionados por las hembras, las cuales tienen forma ovalada con tendencia a redondeada y aplanada. Los machos tienen alas transparentes y pueden o no nacer con aparato bucal rudimentario, razón por la que mueren de inanición a los pocos días. La hembra es de cuerpo pequeño de 3/16 de pulgada de largo y los machos de 2/16 de pulgada de largo. El cuerpo es blando, segmentado y cubierto por cera blanca. La hembra pasa por cuatro estados ninfales. El macho pasa solo por tres estados ninfales, son alados y de corta vida. Las hembras pueden llegar a ovipositar de 300 a 600 huevecillos, de los cuales pueden eclosionar alrededor de 200 ninfas.

La chinche harinosa o algodonosa es un insecto escama sin caparazón que se encuentra en lugares cálidos y húmedos en los cafetales. Se alimenta de la savia de la planta al adherirse a las partes ocultas de las mismas como las raíces. Secreta una capa de cera polvorosa que usa para su protección, característica que le da su nombre común. Es un insecto sedentario. También se pueden encontrar en la cavidad peduncular de los frutos del café (Figura 19) o glomérulos, ocasionando

una pérdida de granos o frutas de café. Si no se controla, esta plaga ocasiona la muerte de la planta. Los cafetos atacados muestran amarillamiento, necrosis, caída de hojas y frutos. Esta sintomatología se puede confundir con los daños ocasionados por nematodos, deficiencias nutricionales o deformaciones de la raíz. Para salir de dudas se deben inspeccionar las raíces de árboles que presenten estos síntomas.



Figura 19. Chinche harinosa de los cítricos en café

Como la chinche harinosa se alimenta de la savia, secretan como excremento una mielecilla azucarada que provoca la aparición del hongo de la fumagina, reduciendo la actividad fotosintética de las hojas y reduciendo su capacidad de producir alimento para la misma planta. Esa misma mielecilla azucarada atrae a las hormigas que se alimentan de ella. Las hormigas protegen a las chinches de sus enemigos naturales, además las ayudan a limpiarse y no morir ahogadas en su propio excremento. Se ha observado que las hormigas mueven las chinches harinosas de un lugar a otro en búsqueda de mejores fuentes de alimento y protección. En los cafetales de Puerto Rico donde abundan las hormigas conocidas como albayaldes, *Wasmannia auropunctata*, están presentes estas chinches algodonosas. Controlando las hormigas se disminuyen las poblaciones de la chinche harinosa.

Para el manejo de las poblaciones o infestaciones de la chinche harinosa es muy importante monitorear aquellas plantaciones o viveros que muestran síntomas sospechosos. Examine las plantas, los árboles y los arbustos semanalmente para detectar su presencia. Si observa muchas hormigas, así como la presencia de la secreción azucarada o fumagina debe inspeccionar con más detalle, es muy probable que tenga la chinche harinosa en las raíces. Las plantas infestadas en el vivero deben separarse de las sanas.

Si se detecta la presencia de la plaga, asperje una solución insecticida de contacto con permiso de uso en café, de tal manera que el producto penetre y cubra el sistema radical. Si la infestación es alta, rocíe con insecticida todo el follaje, principalmente en las áreas abultadas, los renuevos y debajo de las hojas. Repita las aplicaciones de insecticidas según sea necesario hasta que desaparezcan las chinches harinosas. Normalmente, hay que repetir las aplicaciones de insecticida cada dos o tres días. Inspeccione las plantas, los árboles o los arbustos entre las 24 y 36 horas después de cada aplicación para confirmar la eficacia del insecticida usado.

El detergente de lavar platos, el aceite mineral, y el aceite de nim también se pueden utilizar. Los insecticidas de jabón o aceite son los más indicados porque tienden a ser los menos perjudiciales a sus enemigos naturales. Simplemente mezcle dos cucharaditas de detergente con un cuarto de galón (1 litro) de agua tibia. Mezcle bien la solución en un recipiente. Rocíelo directamente sobre las chinches harinosas ya que el jabón penetra su cubierta cerosa y las mata. Asegúrese de revisar el lado inferior de las hojas y el tallo ya que allí es donde se adhieren estos insectos. Los aceites minerales y de nim igualmente ayudan a controlarlas.

La chinche harinosa es muy común en cafetales con abundante sombra ya que la ausencia de luz aumenta su incidencia, por lo que debe manejarse la sombra para evitar la infestación con esta plaga. Otras medidas de control son controlar las malezas y evitar la fertilización nitrogenada. Existen métodos mecánicos para su control que dependen de cuán grave o alta sea su incidencia. En plantas, arbustos y árboles pequeños se pueden remover con un cepillo suave, un paño húmedo o una mota de algodón empapada en alcohol o aceite vegetal. En plantas, árboles y arbustos de tallo fuerte, la chinche harinosa se puede atacar con agua a presión de una manguera. Asegúrese de limpiar ambas caras de las hojas, en especial la inferior que es donde generalmente se localiza la chinche harinosa.

### **El albayalde, *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae)**

Es una hormiga social muy pequeña, alrededor de 0.06 pulgadas (1.5 mm) de largo, de color castaño claro a castaño dorado (Figura 20). La cabeza es relativamente grande con relación al cuerpo. Es de andar pausado, que sigue bastante fielmente largas rutas de muchos metros desde el hormiguero hasta sus sitios de alimentación. Son hormigas generalistas que consumen una amplia variedad de alimentos como invertebrados, restos de animales muertos, semillas y otras partes de vegetales, pero tienen especial predilección por los néctares de flores y nectarios y por la mielecilla de queresas y chinches harinosas. Pueden penetrar los nidos de la broca del café para alimentarse de sus huevos, larvas y pupas. Las obreras recolectoras son activas las 24 horas del día, aunque son más activas en la noche, convirtiéndose así en un control biológico de la misma. A pesar de su pequeño tamaño son muy agresivas contra otras hormigas y son capaces de aniquilar o expulsar a otras especies en defensa de sus fuentes de alimento. Son muy notables por su dolorosa picadura que duele y arde por más de 45 minutos.



Figura 20. El albayalde del café

El hormiguero no suele ser muy definido, sino que usan cualquier sitio útil disponible al amparo de la lluvia, junto al suelo o elevado en árboles y plantas, en rocas, macetas o en viviendas humanas. La colonia es, por lo tanto, dispersa y móvil y va generando nuevos núcleos, inicialmente muy pequeños, que se mantienen en contacto con el núcleo de origen y crecen y se reubican fácilmente en caso de ser afectados. El hormiguero puede tener una o más reinas; se han encontrado hasta 24 reinas en un nido. La reina puede vivir usualmente cerca de un año. Se producen hembras y machos reproductores a lo largo de casi todo el año. En su hábitat original anidan y se alimentan principalmente en la hojarasca.

Esta plaga, como las hormigas, no causa daño al cafetal, sino que causa molestia a los trabajadores y ayuda a las queresas y chinches harinosas a diseminarse. Cuando entre los trabajadores se conoce de algún cafetal con abundancia de albayaldes, estos se niegan a laborar en dichas plantaciones lo cual dificulta la recolección del grano. Indirectamente esta plaga afecta el rendimiento de los cafetales por lo que es necesario su combate, aun cuando sea un control biológico para la broca del café.

### ***Consideraciones sobre el uso de insecticidas***

En la aplicación de plaguicidas en los cafetales es necesario recordar que deben tomarse extremas precauciones. El uso de máscaras, gafas protectoras y guantes es imprescindible al momento de la aplicación, además se deben tomar otras precauciones durante la preparación de la mezcla. No se debe asperjar en contra de la dirección del viento. Después de terminada la labor es necesario que el obrero se cambie de ropa y se lave bien con agua y jabón. Es conveniente siempre que el caficultor se asesore con los agrónomos antes de aplicar cualquier insecticida. Es de suma importancia que siga las instrucciones en la etiqueta.

La mayoría de los insecticidas son sustancias químicas con gran poder venenoso y de la misma manera que matan los insectos también podrían envenenar los seres humanos. Sin embargo, si se usan con gran cuidado, tomando todas las precauciones recomendadas por sus fabricantes, no

debe haber peligro alguno para las personas que los preparan y aplican. Si por ignorancia o negligencia no se toman las debidas precauciones, es preferible que se abandonen los plántíos a los estragos de los insectos a tener que lamentar pérdida de vidas humanas.

Para evitar daños a su persona y a los trabajadores, el agricultor debe orientarse sobre el uso apropiado de los plaguicidas. Los agentes del Servicio de Extensión Agrícola, agrónomos del Departamento de Agricultura, maestros de Agricultura Vocacional y/o la persona que se los venda, podría asesorarle con respecto a las precauciones que debe tomar con los insecticidas que utilice.

## ENFERMEDADES

Las enfermedades que ocurren en el cafeto están causadas principalmente por hongos, bacterias y nematodos y afectan las plantas en distintas etapas de su desarrollo. La influencia que estas puedan tener en el crecimiento, producción y rendimiento de los cafetos estará determinada por su incidencia, por la edad de la planta y por el manejo de todas las condiciones para el desarrollo del cultivo. Además de poder reconocer los síntomas de las enfermedades, el combate de las mismas incluye estrategias que propicien el vigor y la salud de las plantas, y el uso de plaguicidas.

### **Sancocho o damping-off (*Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp. *Myrothecium roridum*)**

Esta enfermedad ocurre en los semilleros de cafetos. Se manifiesta en focos donde se observa pobre emergencia, plántulas con síntomas o muertas. Los síntomas característicos son manchas oscuras en las raíces y canchales en la base de los tallos. Estas lesiones entorpecen la translocación de agua y minerales ocasionando la muerte de las plántulas. En la mayoría de los casos los hongos asociados están presentes, aunque en densidad poblacional variable, siendo *R. solani* el de mayor importancia. Este hongo causa lo que comúnmente se conoce como el ‘mal del talluelo’. La infección se favorece por temperaturas moderadas, medio de propagación húmedo y condiciones desfavorables para la planta. Las plántulas infectadas por *M. roridum* pueden manifestar síntomas de bordes quemados en las hojas cotiledonares y pudrición de las raíces. Sin embargo, la infección de las plántulas por este patógeno es de particular importancia para el desarrollo posterior en el vivero.

Los hongos causantes del sancocho son habitantes del suelo y sobreviven en material vegetal infectado o formando estructuras especializadas (esclerocios o clamidoesporas). Se diseminan por medio de partículas de suelo contaminado, a través del viento, salpique de las gotas de lluvia, herramientas u otras actividades en el área de propagación.

Manejo de la enfermedad: Cambie periódicamente la arena del germinador y aplique un fumigante registrado antes de la siembra. Utilice semilla limpia seleccionada y propicie la aireación entre plántulas sembrándolas a la densidad recomendada. El material para tapar el área sembrada en el germinador tiene que estar limpio (nuevo, que no haya tocado el suelo o que haya sido lavado con desinfectante). Después de la emergencia puede aplicar preventivamente un

fungicida. Mantenga limpias de malezas las áreas que rodeen los germinadores. Maneje el riego adecuadamente y lleve a cabo prácticas que propicien el desarrollo vigoroso de las plántulas.

### **Cancros (*Myrothecium roridum*)**

Esta enfermedad se manifiesta en las plantas del vivero pero generalmente se inicia en el semillero. Los cafetos infectados muestran síntomas de canchros en las porciones bajas de los tallos y/o pudrición de la raíz pivotante. En ambos casos se induce la formación de raíces adventicias en las porciones del tallo cercanas al cancro. La región donde está localizado el cancro se debilita y se puede partir con facilidad. Cuando la severidad de la infección es alta las plantas jóvenes mueren. En otros casos, por las prácticas de abonamiento foliar, las plantas pueden superar la etapa de mayor susceptibilidad y no manifestar los síntomas severos. Estos cafetos sobreviven la etapa de vivero y pueden ser trasplantados al campo, pero eventualmente morirán por incapacidad para superar las condiciones normales de estrés. La infección se favorece por condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas.

Manejo de la enfermedad: Trate la mezcla de tierra con un fumigante registrado. Seleccione rigurosamente las plántulas para el trasplante. No utilice las plántulas localizadas a 10 pulgadas del borde del foco de sancocho. Trasplante solamente plántulas con tallos y raíces sin manchas. Lleve a cabo las actividades del trasplante en estricta sanidad. Maneje el agua de riego evitando la humedad excesiva y provea el declive adecuado para un buen desagüe. Propicie la aireación entre plantas dejando un espacio en medio de la era y provea la altura adecuada a la malla para sombra. Elimine las bolsas donde las plantas hayan muerto. Observe periódicamente el vivero para detectar plantas tronchadas, hojas nuevas cloróticas y ataques severos de *Cercospora coffeicola*. Separe estos cafetos y examine para determinar la presencia de canchros y de raíces adventicias. Destruya las plantas enfermas y no resiembre en la misma mezcla.

### **Mancha de Cercospora u Ojo de gallo (*Cercospora coffeicola*)**

La mancha de Cercospora prevalece particularmente en el vivero y en los cafetales sin sombra. La infección en las hojas se inicia a través de las estomas formando lesiones circulares color ladrillo oscuro con el centro claro y en algunos casos está presente un halo clorótico. Inicialmente son pequeñas, pero pueden coalescer y/o aumentar en tamaño ocasionando eventualmente la caída prematura de las hojas. En los frutos, la infección se inicia a través de heridas o exposición al sol, formando lesiones similares a las que ocurren en las hojas pero que eventualmente dejan de ser circulares para tornarse alargadas y oscuras. En algunos casos estos frutos manifiestan una maduración prematura. La infección se favorece por condiciones de estrés en la planta.

Manejo de la enfermedad: Las condiciones de sombra requeridas para el desarrollo de los cafetos en el vivero ayudan a reducir el impacto de la enfermedad. Propicie buen balance nutricional a los cafetos jóvenes del vivero y a los arbustos en el campo. Utilice arbolitos sanos y vigorosos para iniciar la plantación y aplique fungicidas a las plantas en el vivero.

## **Roya (*Hemileia vastatrix*)**

La roya del cafeto es una enfermedad que ocurre solamente en las hojas. Los síntomas se caracterizan por manchas cloróticas localizadas, con bordes difusos, que se encuentran en el haz de la hoja. Asociado a estas manchas, en el envés de la hoja, se encuentra un polvillo amarillo-anaranjado, estas son las esporas del hongo. El hongo que causa la roya es un parásito obligado, lo que significa que solamente puede completar su ciclo de vida en las hojas del cafeto. La severidad de la infección se expresa en la defoliación de los cafetos afectados.

La diseminación de las uredosporas de este hongo se lleva a cabo por medio del viento, el salpicado de la lluvia, por animales y por los trabajadores del cafetal. La infección se favorece por la alta humedad y temperaturas frescas por lo que la mayor incidencia ocurre principalmente durante los meses de invierno y primavera. El nivel de incidencia durante este periodo va a afectar la próxima cosecha. La enfermedad se distribuye en focos en los cafetales y estos varían de año a año. Las condiciones ambientales y la cantidad de inóculo determinan el nivel de incidencia.

Manejo de la enfermedad: Propicie el vigor y la salud de los cafetos ejecutando las prácticas recomendadas: selección de áreas adecuadas y de plantas sanas y vigorosas para la siembra, podas, manejo de la sombra, y programas de fertilización y de control de plagas y malezas. Siembre variedades resistentes en las áreas de la finca donde prevalece la enfermedad. Inspeccione su cafetal para identificar las áreas donde se encuentra la enfermedad. Si detecta la enfermedad aplique el fungicida solamente en las áreas afectadas. En casos de cafetales poco productivos y extremadamente defoliados no aplique fungicidas y lleve a cabo las prácticas de renovación. El uso de fungicidas es efectivo de manera preventiva, es decir para evitar altos niveles de infección en los periodos ya mencionados.

## **Moho de hilachas (*Pellicularia koleroga*)**

Esta enfermedad se caracteriza por la presencia de hojas secas suspendidas en las ramas por un 'hilo' compuesto por hifas del hongo. El patógeno puede permanecer en latencia en los tallos, y cuando se activan las condiciones óptimas para su desarrollo invade las ramas y las hojas ocasionándoles la muerte. La enfermedad puede ocurrir también en los frutos y afectar todo el glomérulo. Se manifiesta como una necrosis seca que se inicia desde el pedúnculo, progresando simétricamente por toda la superficie del fruto. La infección se favorece por condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas. En cafetales altamente sombreados es particularmente severa durante y después de la época de lluvia.

Manejo de la enfermedad: Provea buena aireación en la plantación y evite la sombra y humedad excesivas. Maneje el tejido de los arbustos para evitar la autosombra en los cafetales al sol. Cuando la severidad de la enfermedad es alta lleve a cabo podas de limpieza y destruya el material enfermo. Maneje el cafetal para propiciar la aireación y evitar la humedad excesiva. Identifique las áreas más propicias en el cafetal para el desarrollo de la infección. La estrategia con fungicidas que se utiliza para el manejo de la roya es también efectiva para combatir el moho de hilachas.

### **Mal rosado (*Corticium salmonicolor*)**

El mal rosado se caracteriza por la presencia de una costra en los tallos y las ramas de los cafetos. Esta costra constituye el micelio del hongo que inicialmente es de color cremoso y eventualmente se torna color rosado-salmón. El hongo penetra los tejidos del tallo ocasionándoles una estrangulación interna, lo que provoca la muerte de los órganos localizados después del punto de infección. En algunos casos ocasiona hendiduras en el tallo. Cuando la infección ocurre en la rama ocasiona la muerte regresiva de la misma. En las frutas este hongo ocasiona manchas circulares, de color claro, un poco hundidas en el centro. Las basidiosporas del hongo se diseminan a través del viento y por el salpicado de la lluvia. La infección se favorece por condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas.

Manejo de la enfermedad: Esta enfermedad se maneja de forma similar a la del moho de hilachas.

### **Gotera u ojo de sapo (*Mycena citricolor*)**

La gotera ocurre principalmente en las hojas del café. Los síntomas se manifiestan como lesiones circulares de color claro que en ocasiones muestran pequeños puntos. Estos son los cuerpos fructíferos del hongo que al observarse bajo la lupa parecen alfileres de color ámbar. La infección se favorece por alta humedad y temperaturas frescas. Prevalece en cafetales muy sombreados, con poca aireación y humedad excesiva.

Manejo de la enfermedad: Las prácticas culturales descritas para el manejo del moho de hilachas son efectivas en el combate de la gotera.

### **Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*)**

Esta enfermedad puede ocurrir en las hojas, las ramas y los frutos. En las hojas forma manchas irregulares con anillos concéntricos, lesiones que generalmente se inician en los bordes. En las ramas ocurre lo que comúnmente se conoce como muerte regresiva ('dieback'). Los síntomas iniciales son áreas oscuras en el nudo acompañadas de necrosis del peciolo y de la parte basal de la hoja, la cual gradualmente se va tornando clorótica y luego se cae. La porción de la rama, superior a la lesión, se va tornando necrótica y eventualmente muere. En la fruta la enfermedad se manifiesta en lesiones ligeramente deprimidas de color oscuro. Dependiendo de la edad, la infección puede impedir el desarrollo de la fruta culminando en frutos momificados. En los tejidos enfermos el hongo produce conidias que se diseminan principalmente por el salpicado de la lluvia. La infección se favorece bajo condiciones de humedad alta y temperaturas frescas. Cuando las condiciones son desfavorables el patógeno sobrevive en latencia en las ramas infectadas.

Manejo de la enfermedad: Mantenga sus cafetos en condiciones nutricionales óptimas y siga las recomendaciones de manejo para el combate del moho de hilachas.

## **Muerte regresiva de las ramas**

La muerte regresiva de las ramas es un síntoma asociado a varias condiciones. Todo factor que afecte alguna porción de las ramas impidiendo la translocación de agua y minerales puede ocasionar la muerte regresiva. Esta condición se caracteriza por causar la pérdida de hojas, incluyendo las hojas del ápice de la rama, la cual eventualmente se torna oscura y se seca. Si las ramas están en producción los glomérulos contienen frutos severamente afectados por *C. coffeicola* que al no poder desarrollarse se tornan oscuros y momificados. Ataques por *P. koleroga*, *C. salmonicolor* y *C. gloeosporides*, y condiciones de estrés ocasionadas por excesiva producción, o por toxicidad o deficiencias nutricionales inducen los síntomas típicos de esta condición.

Manejo de la enfermedad: Identificar la causa de los síntomas y si es debido al ataque de algún patógeno aplicar las medidas descritas para las enfermedades mencionadas anteriormente. Mantener un buen balance nutricional de los cafetos.

## **Llaga macana (*Ceratocystis fimbriata*)**

Esta enfermedad afecta los troncos de los cafetos. El hongo que la causa penetra el tronco a través de heridas producidas por las labores del desyerbo y por la poda. Los tejidos conductores afectados impiden el transporte de agua y minerales. Como consecuencia las porciones del follaje se tornan cloróticas y finalmente el cafeto muere.

Manejo de la enfermedad: Evite provocar heridas a los troncos durante el desyerbo. Cubra los cortes de la poda con pintura de poda.

## **Marchitez vascular (*Fusarium oxysporum f. sp. coffeae*)**

Esta enfermedad ocurre en áreas localizadas en las plantaciones de árboles adultos. Cuando se manifiestan los síntomas es porque el grado de infección está muy avanzado y los cafetos ya no recuperarán. Generalmente, los arbustos pueden estar infectados pero no manifiestan síntomas; sin embargo, bajo condiciones de estrés como sequía o alta producción, se marchitan y mueren. El síntoma inicial es la clorosis de las hojas y eventualmente ocurre la defoliación. Asociado a la marchitez se encuentra la decoloración de los haces vasculares que se expresa como estrías de color oscuro en la madera de las plantas enfermas. El hongo que causa esta enfermedad puede sobrevivir por periodos largos en el suelo. En presencia de nematodos fitoparasíticos la infección es particularmente severa.

Manejo de la enfermedad: Propicie el vigor de los cafetos con buenas prácticas de manejo que estimulen el desarrollo de las raíces. No siembre profundo o atierre los troncos. Evite heridas en el tallo. En caso de diagnóstico positivo, elimine y destruya las plantas enfermas.

## **Pudrición de la raíz (*Rosellinia bunodes*)**

Esta enfermedad ocurre esporádicamente y cuando se detecta, generalmente, es en áreas donde previamente existían árboles de sombra o en cafetales bajo sombra de *Inga* sp. Los cafetos afectados se marchitan y eventualmente mueren. El hongo invade las raíces afectando la

translocación de agua y minerales. Las raíces afectadas manifiestan diseños de áreas oscuras producidos por el micelio del hongo. La infección se favorece por alta humedad en suelos de pobre drenaje. El hongo es habitante del suelo y su diseminación ocurre a través de contacto con raíces infectadas, y por las aguas de escorrentía.

Manejo de la enfermedad: Elimine y destruya las plantas enfermas. Identifique los focos de infección en el cafetal y, si es posible, no lo utilice para siembras de cafetos. En su defecto, prepare el área para la siembra con varios meses de anticipación, abriendo los hoyos y dejándolos expuestos. Aplique cal en los hoyos y provea salida para el agua de lluvia. Mantenga un buen programa de manejo de los cafetos.

### **Mancha bacteriana (*Pseudomonas* sp.)**

La mancha bacteriana ocurre en las hojas de los cafetos en el vivero y en cafetales donde la humedad es excesiva. Las lesiones son irregulares de color oscuro y de apariencia aceitosa. En muchos casos se encuentra asociada a las lesiones inducidas por *C. coffeicola* lo que aumenta la severidad de la infección y provoca la caída prematura de las hojas. La bacteria se disemina por la lluvia con viento y penetra a través de las estomas y por heridas. La infección se favorece por condiciones de alta humedad y temperaturas frescas.

Manejo de la enfermedad: Propicie buena aireación y evite la humedad excesiva en el follaje de los cafetos. En el vivero la infección se puede prevenir mediante aplicaciones con productos a base de cobre.

### **Fumagina y Phthiriosis (Interacciones con insectos)**

La fumagina es el resultado de la interacción entre hongos, hormigas, hormiguillas y queresas. Se caracteriza por la presencia de una cobertura negra principalmente en las ramas, las hojas y los frutos. Esta cubierta negra es el micelio del hongo *Fumago* sp., el cual utiliza excreciones de las queresas para su desarrollo.

Los cafetos afectados por phthiriosis muestran amarillez en las hojas, marchitez y eventualmente mueren. Esta enfermedad ocurre principalmente en plantas de edad avanzada, las cuales muestran un manto corchoso de color blanco en las raíces. Este manto está compuesto de micelio del hongo *Diacanthodes novo-guineenses* el cual se asocia a la chinche harinosa, *Planococcus citri*, que invariablemente se encuentra debajo del manto parasitando las raíces. La interacción del parasitismo de la chinche harinosa y la cobertura del hongo ocasiona pudrición de las raíces, entorpeciendo las funciones que estas llevan a cabo. Prevalece en áreas de excesiva humedad y, cuando las condiciones son propicias, se observan los cuerpos de fructificación del hongo en la base de los troncos.

Manejo de la enfermedad: Aplique insecticidas para el control de los insectos asociados. Para la phthiriosis propicie la aireación en las siembras, evite la acumulación de agua y mantenga los cafetos en condiciones nutricionales óptimas.

## NEMATODOS

### ***Meloidogyne* sp. *Pratylenchus coffeae*, *Radopholus similis*, *Rotylenchulus reniformis*, *Xiphinema americanum***

Los nematodos son importantes en las plantas de vivero y en los cafetales localizados en áreas cuyos suelos son arenosos. Estos organismos atacan las raíces jóvenes afectando la absorción de agua y minerales. Como consecuencia, los cafetos manifiestan clorosis en las hojas, defoliación y pobre desarrollo. En casos de alta severidad, y después del estrés de sequía, los cafetos infectados se marchitan y mueren.

Los síntomas inducidos varían dependiendo del nematodo presente. La infección ocasionada por *Meloidogyne* sp. (nematodo nodulador) se caracteriza por la presencia de nódulos y la de *P. coffeae* (nematodo lesionador) por lesiones pardas que eventualmente causan pudrición de las raíces. Los síntomas de *R. similis* (nematodo barrenador) se caracterizan por la pudrición de la raíz y por asperezas a manera de verrugas en la superficie de las raíces infectadas. *Rotylenchulus reniformis* (nematodo reniforme) afecta el desarrollo de la raíz pivotante y la infección por *X. americanum* (nematodo de daga) se puede expresar en muerte regresiva de las ramas.

Manejo de la enfermedad: Trate la arena de los semilleros y la mezcla de los viveros con un fumigante. Utilice para la siembra arbolitos libres de nematodos. Identifique las áreas en la finca con historial de nematodos y déjelas en barbecho por 2 a 3 años cuidando de que no se establezcan plantas hospederas de estos nematodos. Aplique nematicidas o nematicidas-insecticidas con registro en café como parte del control integrado de insectos y nematodos en el cafetal.

## RECOGIDA DE CAFÉ

La primera cosecha comercial generalmente ocurre en el tercer año luego de la siembra. En el segundo año, dependiendo del desarrollo de los arbustos, hay una pequeña cosecha que no se considera comercial, pero que es importante recogerla para eliminar las fuentes de alimentación y alojamiento para la broca del café y así reducir la población de esta plaga. El café Arábigo tiene de tres a cinco florecidas con un periodo de separación de dos a tres semanas entre ellas, como consecuencia tenemos de tres a cinco etapas de desarrollo en el grano de café. Por esto es necesario hacer una cosecha selectiva para recolectar los frutos que han alcanzado la madurez plena caracterizada por el color rojo uniforme en el fruto, en las variedades de fruto rojo que son las que más se siembran en la isla. Los frutos sobre maduros comienzan a sobre fermentarse, lo que causa manchado del pergamino y olores y sabores no deseados en la taza, lo que se conoce como taza sucia o fermentada. Los frutos verdes producen granos negros cuando son muy jóvenes y en la taza con granos verdes, no necesariamente que hayan llegado a negros, se percibe un sabor astringente. Por lo tanto, para la mejor calidad del café es importante recolectarlo con el mayor porcentaje de frutos maduros. Además, debe estar libre de frutos enfermos y de frutos secos o momificados.

El café cosechado debe ser beneficiado entre las ocho y a lo sumo las 24 horas después de recolectado. La época de cosecha comienza en las zonas bajas a finales de junio y termina en las zonas altas en enero.

La caída de los frutos del café ocurre como parte de su ciclo natural una vez termina el proceso de crecimiento y maduración del fruto. Generalmente toma de cinco a seis meses este proceso que en Puerto Rico ocurre de septiembre a enero de cada año. A esto se le suma la caída de frutos al suelo debido al desplazamiento del personal encargado de atender las diferentes actividades del cultivo (control de malezas, monitoreo de broca, aplicación de pesticidas, fertilización, etc.), durante la recolección, debido al efecto de plagas y enfermedades (broca, roya, mancha de hierro, mal rosado) y por efecto de las lluvias, entre otras causas.

El rendimiento de un recolector de café depende de factores inherentes a él, como la técnica que utilice y su habilidad, y de factores atribuibles a la plantación, como la cantidad y la distribución de los frutos maduros por recolectar y la altura de los árboles, entre otros. En Puerto Rico se paga la recolección por almud (28 libras) de café recolectado a un precio que fluctúa entre \$5.00 y \$6.00 por almud. La recolección de café es la actividad con mayor participación en los costos de producción en casi todos los países productores, pues participan con 35% a 40% de los costos de producción. El único cambio significativo que ha tenido esta labor en 200 años es el paso de usar recipientes contruidos con fibras naturales (canastos) a recipientes de plástico.

Todos los trabajos de investigación enfocados en mejorar el rendimiento de la cosecha del café han intentado desplazar el uso de la canasta en la cosecha manual. Uno de los sistemas que más se ha estudiado es el uso de mallas plásticas. Al trabajar sin la canasta, el recolector puede desplazarse con mayor facilidad y seguridad en los diferentes tercios del árbol, conservando su atención en la zona donde está desprendiendo frutos maduros, lo cual favorece el rendimiento y la eficacia. El recolector debe arrojar los frutos al área cubierta con la malla, sin retenerlos en sus manos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Eficiencia de los obreros en la recolección de café usando canastas y pedazos de mallas plásticas tendidas debajo de los cafetos.

Frutas recolectadas en 30 minutos <sup>1</sup>		
Obrero	Empleando canastas	Usando mallas
A	9.0	12.4
B	7.8	14.3
C	6.7	12.4
D	8.8	16.5
E	10.0	14.0
F	9.8	19.5
G	9.8	12.0
H	16.0	18.7
<b>Promedio</b>	<b>9.74</b>	<b>14.97</b>

En respuesta a la escasez de mano de obra para el recogido de café, en la década de los 70 se desarrolló tecnología asistida para la cosecha usando mallas plásticas. Esta práctica se adoptó de forma limitada debido al costo y a la dificultad en el manejo de las mallas. Actualmente está en desuso, pero se describe a continuación de manera informativa.

Este método de recolección de café consiste en tender mallas plásticas entre las hileras de café, como una alfombra, y permitir que las uvas caigan naturalmente en ellas al madurar. La plantación debe ser una de alta producción y debidamente cuidada. Estas mallas son de material plástico, tratadas contra el efecto de los rayos ultravioletas del sol y con aperturas de aproximadamente  $\frac{1}{4}$  de pulgada. Se deja que las frutas maduren y caigan naturalmente en las mallas las cuales se levantan cada 5 a 6 semanas.

Para el uso de las mallas, se recomendó siembras a favor de la pendiente a una distancia entre árboles de 10 x 4. Las mallas deben tener 11 pies de ancho para que se adapten a la distancia de 10 pies entre las hileras. Vienen en rollos de unos 1,000 pies de largo y pesan cerca de 200 libras. Si se usan debidamente, las mallas duran alrededor de siete años bajo condiciones típicas en las fincas pues son resistentes a la manipulación y al pisoteo. Sin embargo, se desgarran con facilidad si se enganchan en tocones u obstáculos similares o si se dejan crecer malezas a través de ellas. Las mallas son resistentes a los abonos y herbicidas, los cuales pueden aplicarse directamente sobre ellas sin deteriorarlas.

Las mallas se recogen desde la parte más alta de la pendiente y se sacuden para que la hojarasca, las varillas y los granos que se han acumulado en ellas se muevan cuesta abajo hasta el camino. Este material se recoge en mantas y se carga en una carreta o camión para transportarlas

<sup>1</sup> Tomado de S. Silva, J. Vicente-Chandler y F. Abruña. (1970) Field losses of coffee and improved harvesting methods for intensively managed plantations. J. Agric. Univ. P.R. 53 (4): 268-73.

al beneficiado. La recolección se realiza cada cuatro semanas. Las mallas se vuelven a tender entre las hileras, si es posible el mismo día en que se recogen.

El material recolectado se puede limpiar en la misma pieza o en el beneficiado. Se puede usar una máquina sencilla que consiste de un cilindro con perforaciones, montado a un ángulo que gira lentamente. Los granos y uvas caen por las perforaciones y las hojas salen al final del cilindro. El grano verde puede secarse y venderse como café collar o pasarse por una lavadora produciendo café pergamino de buena apariencia.

## BENEFICIADO DEL CAFÉ

El beneficiado es el proceso por el cual pasan los frutos recolectados hasta que los granos están listos para ser tostados. Hoy día se reconocen tres tipos de beneficiado del café:

- Beneficiado natural o collar (*dry processing*) – Los frutos se secan con todas sus cubiertas.
- Beneficiado con el mucílago (*Semi dry* o *Honey*) – Se remueve la pulpa del café y los granos se secan con el mucílago.
- Beneficiado húmedo (*wet processing*) – Se remueve la pulpa y el mucílago y se procede a secar.

De los tres métodos, aquel donde es más fácil de controlar el proceso es el beneficiado húmedo, ya que es menos propicio a que sobre-fermentaciones echen a perder el grano. En los últimos años el beneficiado con mucílago y natural han tomado auge en el mercado del café especial.

La información que sigue es para el beneficiado húmedo que es el más utilizado para la producción de café de calidad. Hay que señalar que el beneficiado de café, si se hace correctamente, mantiene la calidad que brinda la oferta ambiental (clima, altitud, latitud, suelo, temperatura, etc.), la genética de la planta (especie y variedad), prácticas de cultivo y la recolección de los frutos.

El beneficiado húmedo consiste en remover las cubiertas que envuelven el grano y dejarlo en el pergamino. Los pasos en este proceso son los siguientes:

- **Recepción** – Los frutos son recibidos y pesados.
- **Flotación** – Los frutos se echan en tanques con agua. Los frutos vanos, secos, afectados grandemente por la broca, momificados, hojas y pedazos de rama flotan y son removidos antes de llegar a las máquinas de despulpado para evitar ataponamiento y pérdida de calidad.
- **Eliminación de materia extraña** – La materia extraña como piedras, tuercas u otros objetos pesados se van al fondo y mediante sifones y trampas son eliminados para impedir daños a las máquinas de despulpado.
- **Despulpado** – Se elimina la pulpa que comprende la epidermis (piel), parte del mucílago (mesocarpio). La despulpadora debe estar bien calibrada para evitar daño tanto al pergamino como al grano o que los granos se vayan con la pulpa al depósito de pulpa. Los granos mordidos y el pergamino roto son entradas para los microorganismos que dañan la calidad del grano.

- **Remoción del mucílago** – Se refiere a la eliminación del mesocarpio, la sustancia viscosa que está sobre la superficie del grano, conocida también como la baba del café. Se logra mediante dos métodos principalmente: la fermentación, donde los microorganismos (especialmente levaduras) se encargan de eliminar el mucílago (se tarda de 12 a 24 horas dependiendo de la temperatura) y el desmucilaginado mecánico, donde la fricción de grano con grano y del grano con las paredes del desmucilaginado mecánico van desprendiendo el mucílago. Una prueba sencilla de saber si se ha desprendido el mucílago es tomar una pequeña cantidad de granos y lavarla. Si se quedan babosos, todavía no ha cortado bien la baba y necesita más tiempo de fermentación. También se toma una porción del café en un envase y se introduce una estaca, si al sacar la estaca permanece el hueco, la fermentación ha concluido; si los granos se colapsan hacia el hueco, todavía la fermentación no ha concluido. El desmucilaginado mecánico tiene la ventaja de que permite que el proceso de beneficiado sea continuo.

- **Lavado** – El lavado en tanques se hace con agua limpia al menos dos veces hasta que se sienta el grano en pergamino limpio y sin residuos de mucílago. En el caso del desmucilaginado mecánico, la máquina tiene tres inyectores de agua, a la entrada, en el medio y a la salida. No deben quedar residuos de mucílago sobre el grano. Se deja escurrir el exceso de agua y se procede al secado del grano.

- **Secado del grano** – El grano de café, una vez lavado y escurrido, tiene un contenido de humedad entre el 50% y 55%. Mediante el secado se debe llevar a entre 10% y 12%. El secado del grano puede ser solar o mediante secadoras mecánicas. Una vez empezado el secado, se debe evitar que los granos se humedezcan nuevamente especialmente cuando es secado al sol en patios abiertos.

- Secado en patios al sol – El espesor de la camada no debe ser de más de 2.5 pulgadas y debe removerse al menos cada dos horas para garantizar un secado uniforme. Se tardará en secar entre 5 y 20 días, dependiendo de los periodos de sol y su intensidad durante los mismos.
- Secado mecánico – El secado debe comenzar lo más rápido posible luego de lavado y escurrido el grano.
- En el secado mecánico se usan máquinas que utilizan combustible como fuente de energía para producir calor y secar los granos de café, un abanico para impulsar el aire caliente a través de la camada y, en general, un mecanismo de movimiento de los granos. Las fuentes de combustible pueden ser leña, pergamino, carbón, diésel y propano y un abanico para mover el aire caliente a través de la camada de café. Se recomienda que haya un intercambiador de calor de modo que solamente el aire caliente entre en contacto con la camada de café y así reducir la posibilidad de olores extraños que dañen la calidad. Entre las secadoras más comunes se encuentran los bombos, las bateas, las secadoras de capa estática. Puede haber oreadoras antes de que los granos sean depositados en las secadoras o ser expuestos al sol para remover la humedad superficial y abaratar los costos de secado.
- La temperatura del secado no debe sobrepasar los 104°F (40°C). Las temperaturas muy altas producen un secado no uniforme, secando la parte más externa o cristalizándola, pero manteniendo el interior más húmedo lo que causa una migración de la humedad en almacenamiento, trayendo como consecuencia el blanqueamiento del grano, crecimiento de hongos e insectos como el gorgojo de los granos en almacenamiento, *Aeracerus fasciculatus*, y aumento de los niveles de la toxina Ocratoxina A, producida por hongos del género *Aspergillus* y *Penicilium*.

- El secado sobre el 12% presenta el ambiente propicio para el desarrollo de la broca del café, *H. hampei*, en el grano almacenado y los problemas mencionados de insectos, toxinas y hongos. Un secado a temperaturas altas causa el rompimiento del pergamino y que la parte plana del grano se doble. Esto causa una taza llana y en algunos casos agria. Temperaturas muy altas al inicio del secado causan que el grano se cocine en su propia agua malogrando la calidad.

En conclusión, nunca se deben secar los granos a temperaturas mayores de 104° F para que el secado sea uniforme y se conserve la calidad.



*Secadora de café conocida como batea*



*Secado en patio o glacis*



*Secado al sol en artesa con fondo de malla de metal*

*Almacenamiento del grano* – La humedad de los granos de café debe estar en el rango de 10% a 12% al momento de almacenarse. Si el almacén se encuentra en un lugar con humedad relativa alta, es más conveniente que esté más cercana al 10% y si, por el contrario, la humedad relativa es baja con temperaturas altas, es conveniente que esté cerca de 12%. El grano de café gana o pierde humedad según el ambiente en que se encuentra.

En general, el café en Puerto Rico se almacena en sacos de yute nuevos. Existen otros envases como los *big bags* capaces de almacenar desde 500 libras en adelante. Estos envases requieren equipos especializados para su manejo. También hay bolsas plásticas diseñadas para almacenar herméticamente el grano. El café almacenado en estas bolsas desarrolla una atmósfera modificada de bajo contenido de oxígeno y de dióxido de carbono alta por la respiración de los organismos vivos en el producto; esto impide a su vez que se multipliquen. Los granos se pueden almacenar por periodos más largos sin la utilización de mecanismos para modificar la temperatura u humedad relativa y sin el riesgo que supone el efecto en el grano. Los fabricantes de estas bolsas alegan que el aroma, el color y la frescura se conservan por más tiempo e impiden la rancidez, la infestación de insectos y hongos.

El almacén debe ser dedicado exclusivamente para el café. No debe haber otras mercancías ni sustancias que despidan olores que contaminen el café. Debe ser seco y ventilado. Debe ser de techo alto para proveer la aireación entre el techo y las pilas de café. No deben haber filtraciones en el techo ni en las paredes, ni permitir la entrada de agua por escorrentías. Los pisos deben ser de concreto o madera. Se tiene que evitar la entrada de pájaros, ratones u otras sabandijas. Se tiene que mantener un control estricto de plagas. Los sacos nunca deben estar en contacto con el piso o las paredes. Los sacos deben estar acomodados sobre paletas de madera y estas a su vez, separadas de las paredes por lo menos dos pies. Las paredes y el piso tienden a condensar humedad que puede ser tomada por los sacos de café y deteriorar el grano según se ha mencionado. El café no debe ocupar más de 2/3 partes del almacén, el resto del área debe ser dedicada a espacios para permitir la aireación entre las estibas, estibas y paredes, para el manejo de los equipos, para el movimiento de entrada y salida del café y para la limpieza.

Los lotes de café deben estar identificados al menos con la fecha en que se almacenaron. Se deben mantener en estibas distintas el café beneficiado húmedo, natural y con el mucílago. También se puede identificar con la variedad, el lugar de procedencia, según lo amerite el mercado.



(a) Almacén de café (b) Bolsas plásticas Grain Pro para almacenar café

## CALIDAD DEL CAFÉ

Cuando hablamos de calidad en el café es necesario recordar que la calidad está relacionada con los siguientes factores: la oferta ambiental, la genética de la planta, prácticas de cultivo, recolección, beneficiado y almacenamiento correcto. La calidad del café se determina por una evaluación que consiste de dos partes la evaluación física de la muestra y la catación del café. La organización conocida como la Asociación de Cafés Especiales (*Specialty Coffee Association, SCA*) ha desarrollado un método estándar para determinar la calidad del café. A continuación describimos ese método.

## Evaluación física

Al arribo de la muestra que se va a evaluar, el contenido de humedad debe de estar entre 10 a 12% para cafés lavados o 10 al 13% para cafés naturales. Se hace una evaluación física del grano y de una serie de defectos que incluimos en el siguiente cuadro:

MÉTODO DE CLASIFICACIÓN ESTÁNDAR PESO DE LAS MUESTRAS Café Verde 350 gramos Café Tostado 100 gramos			
TABLA DE EQUIVALENCIAS DE LOS DEFECTOS			
Defectos Categoría 1	Defectos Totales Equivalentes	Defectos Categoría 2	Defectos Totales Equivalentes
Grano Negro	1	Negro Parcial	3
Grano Agrio/Vinagre	1	Agrio Parcial	3
Cereza Seca	1	Pergamino	5
Daño por Hongos	1	Flotador	5
Materia Extraña	1	Inmaduro	5
Grano Brocado Severo	5	Averanado/Arrugado	5
		Conchas	5
		Partido/Mordido	5
		Cáscara, Pulpa Seca	5
Grado Especialidad		Grado Premium	
No se admiten defectos categoría 1		Se permiten defectos categoría 1 y 2	
Máximo 5 faltas totales		Máximo 8 faltas totales	

Para la clasificación de grado de café especial no se admite ningún defecto que aparezca señalado en defectos de categoría 1. Si aparece alguno de estos defectos en la muestra, no se considera como café especial. Los defectos que pueden aparecer son un máximo de cinco, según la categoría 2. Un defecto equivalente es el número de granos que tiene la falta para completar un defecto. Por ejemplo, en defectos categoría 1, un grano negro equivale a un defecto y cinco granos brocados severos equivalen a un defecto. Si se tienen tres defectos de grano brocado severo equivale a que se encontró en la muestra 15 granos brocados severo. La muestra tiene que ser representativa del lote que se piensa mercadear.

Se analiza el color, el olor, el tamaño y la densidad del grano. El color del café pilado debe ser verde grisáceo y sin olores extraños. El tamaño del grano se obtiene pasando los granos verdes por zarandas con huecos de diferente tamaño. Se prefieren aquellos granos de tamaño grande (sobre 16). La densidad es el peso de un litro de café en kilogramos y se expresa en kilogramos por litro (kg/L). Entre más alta mejor. La evaluación física también incluye la valoración del tueste que generalmente es el conteo de granos “quakers” (granos inmaduros que tuestan claro) en 100 gramos de café tostado.

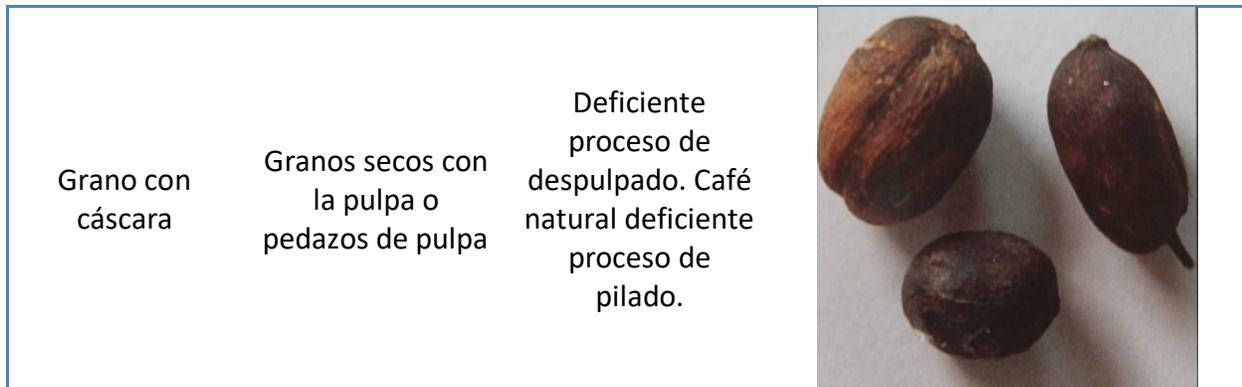
El cuadro siguiente presenta los tipos de defecto, la causa y las características para su identificación. Si un grano posee dos defectos, se contará aquel que tiene mayor efecto sobre la calidad de la taza. Por ejemplo, un grano que presente totalmente vinagre o parcialmente vinagre y grano brocado parcial o severo, se considerará el defecto avinagrado por tener mayor efecto sobre la calidad de la taza.

Tipo de Defecto	Características	Causas	Identificación
Daños por hongo	Grano atacado por hongos, recubierto de polvillo amarillo o amarillo rojizo	Fermentaciones prolongadas. Interrupciones largas del proceso de secado. Almacenamiento húmedo.	
Parcialmente negro o totalmente negro	Grado de coloración del pardo al negro, encogido, arrugado y cara plana	Falta de agua durante el llenado de grano. Fermentación prolongada. Cerezos recogidos del suelo. Mal secado y re humedecimiento.	

<p>Parcialmente vinagre o totalmente vinagre</p>	<p>Grano con coloración que va del crema al café oscuro, hendidura libre de tegumentos, película plateada, puede tender a coloraciones pardo o rojizas</p>	<p>Fermentación excesiva. Recolección de frutos sobre maduros.</p>	
<p>Pergamino</p>	<p>Son granos cubiertos parcial o totalmente por el pergamino</p>	<p>Mala calibración de los piladores. Afecta apariencia del café verde.</p>	
<p>Grano mordido</p>	<p>Grano con herida o cortada oxidada</p>	<p>Máquinas despulpadoras mal calibradas o camisilla defectuosa.</p>	

<p>Materia extraña</p>	<p>Piedras, pedazos ramas, clavos, etc.</p>	<p>Se puede acumular en cualquier etapa del proceso.</p>	
<p>Granos brocados</p>	<p>Perforaciones en el grano</p>	<p>Causado por la broca del café. Severo más de tres perforaciones.</p>	
<p>Granos flotadores</p>	<p>Son extremadamente blancos y decolorados y dan al café verde una apariencia dispareja</p>	<p>Secado mal hecho. Condiciones de almacenamiento deficientes. Granos pergamino dejados en rincones de las secadoras.</p>	

<p>Grano Averanado</p>	<p>Pequeños, mal formados, arrugados y de baja densidad</p>	<p>Falta de agua durante el desarrollo del grano.</p>	
<p>Conchas</p>	<p>Separación de la parte externa del grano elefante</p>	<p>Genética del arbusto.</p>	
<p>Grano Inmaduro</p>	<p>Pequeños, de baja densidad, forma cóncava, bordes afilados</p>	<p>Recolección de frutos que no han madurado completamente o verdes.</p>	
<p>Grano partido</p>	<p>Pedazos de los granos</p>	<p>Piladores muy ajustados. Café muy seco.</p>	



### ***Catación o prueba organoléptica***

La segunda parte de la evaluación es la catación o la prueba organoléptica (el uso del olfato y el sabor).

Esta parte se inicia con el tostado de café, donde las muestras deben ser tostadas 24 horas previo a la catación con un mínimo de 8 horas de reposo. El tostado debe ser ligero a medio, medido en la escala Agtron en 58 en grano entero y 63 molido. El tiempo de tostado debe estar en el rango de 8 a 12 minutos procurando mantener el mismo color de tueste. Luego de tostada, la muestra se debe enfriar con aire. Una vez alcance la temperatura ambiental, se almacena en un recipiente hermético hasta la catación para reducir la exposición al aire y prevenir la oxidación y contaminación. Su almacenaje debe ser en un lugar seco, fresco y oscuro. Nunca se refrigeran o congelan. Para cada taza se utilizan 8.25 g de café tostado por 150 ml de agua.

El café es molido inmediatamente antes de la catación, no más de 15 minutos antes de mezclarla con el agua. Entre cada muestra, el molino debe ser limpiado moliendo una porción del café que se va a catar. Se le llama la purga. Se pretende con esto evitar la contaminación con muestras de café previamente molidas. El molido es un poco más grueso que el que se utiliza en las cafeteras de filtro. Por cada muestra a catar se preparan 5 tazas para evaluar la uniformidad. El agua debe ser limpia y sin olores y a una temperatura de 93° C cuando se vierta sobre el café molido. Se debe verter sobre el café en forma circular, para asegurar que todo el café quede mojado. La muestra se deja de tres a cinco minutos en contacto con el agua antes de catarla. Se limpia la taza removiendo la costra de café que se forma en la superficie. Con una cuchara se llena de café y se aspira de modo que se produzca una llovizna de gotitas de café que cubra el interior de la boca, mojando la lengua— toda la lengua incluyendo la parte cercana a la garganta (el tronco de la lengua). Mediante la catación se pretende determinar propiedades que se relacionan con la calidad del café. En el siguiente cuadro se indican esas propiedades.

<b>Característica Organoléptica</b>	<b>Descripción</b>
Acidez	Se percibe en los laterales de la lengua. Los cafés con acidez alta son considerados de mayor calidad que los de baja. Problemas en el beneficiado producen sabores ácidos desagradables (vinagre y fermentos).
Aroma	Intensidad de los compuestos aromáticos en la bebida recién preparada. Mientras más intenso, mayor su clasificación siempre y cuando corresponda a un café sin defectos. La fragancia - intensidad en el café recién molido.
Sabor	Impresión combinada de acidez, dulce, salado y amargo. Se percibe por el gusto y el olfato.
Cuerpo	Consistencia de la bebida, sensación de peso en la boca; carácter y fuerza de la bebida. El café de cuerpo bajo se percibe aguado. Los cafés con más cuerpo reciben mejor calificación.
Defectos en taza	Sabores extraños que se perciben al catar la bebida.

Los defectos en la taza se pueden dividir en cuatro grupos:

- Defectos de la cosecha – Son los que vienen del campo, producto del cultivo de café y la cosecha.
  - Frutos verdes o inmaduros
  - Fenólicos (olor o sabor yodado o medicinal de compuestos químicos fenólicos causado por procesos largos de secado en sitios de poca aireación.)
  - Fruti o vinoso por frutos sobre-maduros.
- Defectos originados en la fermentación – Sabores causados por la sobre-fermentación.
  - Fermentado
  - Vinagre
  - ‘Stinker’
- Defectos originados en el secado – Sabores causados por mal secado o secado insuficiente que favorece el desarrollo de mohos (hongos).
  - Mohoso
  - Terroso
  - Ahumado
  - Sucio (presencia de polvo o esporas)
- Defectos de almacenamiento – Relacionado al tiempo de almacenamiento. El grano de café pierde la calidad si se almacena por tiempos prolongados.
  - Madera
  - Insípido

La puntuación total es de 100 puntos donde se asignan 10 puntos a los criterios de fragancia y aroma, sabor, sabor residual o resabio, acidez, cuerpo, dulzura, uniformidad, balance, taza limpia y puntaje del catador. Cuando la suma de estas puntuaciones totaliza 80 o más, se considera un café especial.

## MERCADEO Y COMERCIALIZACIÓN

La situación actual de la empresa de café de Puerto Rico presenta una reducción en las ganancias de los componentes de la empresa debido al aumento en los costos de producción, escasez de mano de obra para la cosecha, entrada de nuevas plagas y la reducción en programas de subsidio gubernamentales. La empresa de café podría adoptar diferentes alternativas para el desarrollo de la zona como una estrategia para mejorar sus ganancias y calidad de vida de los residentes de la montaña. Los cafés diferenciados por origen de Puerto Rico (producidos y cosechados) y alta calidad podrían ser una alternativa de desarrollo en la zona cafetalera.

Los países productores de café han estado usando la estrategia de diferenciar el café, en lugar de venderlo como un producto homogéneo no diferenciado, para obtener precios superiores a los pagados en los mercados a futuras. Cuando los productos homogéneos son diferenciados, se ofrece al consumidor un producto único con atributos de valor para el comprador. La diferenciación de productos agrícolas es el resultado directo de estrategias de mercado que persiguen aumentar el consumo, el precio del producto y las ganancias de la empresa. En el caso del café, el proceso de diferenciación ha sido desarrollado añadiendo atributos asociados a calidad, reputación y denominación de origen.

Los cafés especiales (gourmet o premium) son cafés diferenciados de alta calidad. La Asociación de Cafés Especiales (SCA, 2016) define a los cafés especiales como aquellos que obtienen un puntaje de 80 o más de 100 en una prueba de catado. El consumo per cápita medio de tazas de café regular por día en Estados Unidos se redujo un 14.8% de 1991 a 2005 (NCA, 2005). Sin embargo, el consumo medio de los cafés especiales en Estados Unidos aumentó un 64.0% durante ese mismo periodo de tiempo (NCA, 2005).

### *Segmentos de mercado de café en Puerto Rico*

La descripción inicial de los segmentos de mercados de café en Puerto Rico se basa en datos, estudios previos y observación de la oferta a nivel de detallista. Reconocemos la necesidad de realizar estudios más profundos de demanda y mercados para obtener una descripción más certera y detallada de lo que está ocurriendo en cada uno de los segmentos. La importancia de conocer los segmentos del mercado de café, la oferta, la demanda y las preferencias de los consumidores es que brindan información relevante para el diseño de estrategias de producción y mercadeo exitosas.

Durante la década de 1990 ocurre la crisis mundial del precio del café regular (homogéneo no diferenciado por calidad vendido en los mercados a futuras) y surgen los cafés de alta calidad o especiales como estrategia para aumentar los precios y las ganancias de los países productores. A partir de la década del 2000, se registra en los países de mayor consumo mundial tendencias de aumento en el consumo de cafés especiales y de reducción en el consumo de café regular. A nivel global en los países consumidores como los Estados Unidos, la Unión Europea y Japón se desarrollan segmentos de mercados de cafés especiales de alta calidad y consumidores dispuestos a pagar más por un producto que satisface sus gustos y preferencias. El impacto de los cafés especiales en el mercado de los Estados Unidos es evidenciado por datos que ofrece la Asociación de Cafés Especiales (SCA). Para el año 2012, SCA reportó que el valor del mercado de café a nivel

de detallista en Estados Unidos se estimó en \$30-32 billones, el café especial representó 17% del volumen vendido y 50% del valor del mercado.

En Puerto Rico, uno de los países con el costo de producción de café más alto del mundo, históricamente también se han presentado crisis en los precios del café debido a que en largos periodos de tiempo se mantiene fijo el precio mientras los costos de los insumos de producción aumentan. El precio del café de Puerto Rico estaba regulado por el Departamento de Asuntos del Consumidor (DACO). Desde el 2006 al 2014, el precio del café regulado por DACO a nivel del consumidor formulación 60% café primera y 40% segunda fue de \$4.45 por libra; a partir del 2015 se dejó de regular el precio del café a nivel de torrefacción y taza. También, los productores de café puertorriqueño han incursionado en la venta de cafés especiales de alta calidad y marcas de café diferenciados dirigidos a segmentos de mercados con consumidores dispuestos a pagar más cuando se satisfacen sus gustos y preferencias.

El aumento en el número de torrefacciones y marcas de café disponibles en el mercado de Puerto Rico a precios no regulados por DACO mayores de \$7.00 por media libra (213% más que el precio regulado) evidencia el crecimiento de segmentos de mercados dispuestos a pagar más. Muestra del aumento en marcas de café son los datos ofrecidos por el Departamento de Agricultura de Puerto Rico que reportaron en el 2000 la existencia de 18 torrefactores, aumentando a 48 en el 2007 y a más de 60 en el 2012 (en 2016 seguían siendo más de 60). Evidencia de la disponibilidad del consumidor local a pagar más por un producto que lo satisfaga se demuestra en un estudio realizado por el Colegio de Ciencias Agrícolas en el 2006 (Álamo et al.) el cual reportó que el precio medio para una libra de harina de café diferenciado por calidad o tipo de tueste, no regulado por DACO, fue de \$9.55 (112% mayor al regulado). En 2016, los cafés diferenciados por origen de Puerto Rico y de buena calidad reportaron un precio promedio de \$16.00 por libra. En cuanto al mercado de exportación, ya se ha demostrado que existen agroempresarios puertorriqueños con la capacidad de producir, elaborar y mercadear cafés especiales de alta calidad a los Estados Unidos, Europa y Asia.

Luego de la transformación que hemos observado en la oferta y demanda del café producido y elaborado en Puerto Rico, proponemos inicialmente clasificar y caracterizar la oferta y perfil del consumidor en tres segmentos de mercado (Figura 1):

- café regular no diferenciado, el cual es mayormente importado y contiene mezcla de cafés arábica y robusta
- café para el mercado local diferenciado por ser 100% producido y cosechado en Puerto Rico y tener mayor calidad
- cafés especiales para el mercado de exportación el cual es 100% producido y cosechado en Puerto Rico y cumple con todos los requisitos de calidad establecidos por los mercados internacionales (prueba de catado, granos seleccionados etc.).

Se ha identificado la necesidad de establecer sellos que identifiquen en el empaque del café a los que son 100% producidos y cosechados en Puerto Rico. Debemos aclarar que, en una operación de producción de café, posiblemente se obtengan cafés para uno o los tres segmentos. Esto se debe a que aún en las operaciones de mayor control de calidad usualmente no todo el producto es café especial o de alta calidad.

## Segmentos de Mercado del Café en Puerto Rico



Fuente: Carmen I. Álamo, Catedrática en Economía Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez

## Páginas de enlaces de referencia

### *Asociaciones y Organizaciones*

- National Coffee Association of the USA (NCA): [www.ncausa.org](http://www.ncausa.org)
- Specialty Coffee Association (SCA): [www.sca.org](http://www.sca.org)
- Specialty Coffee Association of Europe (SCAE): [www.scae.com](http://www.scae.com)
- International Coffee Organization (ICO): [www.ico.org](http://www.ico.org)
- United Nations Food and Agriculture Organization (FAO): [www.fao.org](http://www.fao.org)
- International Trade Centre UNCTAD/WTO (ITC): [www.intracen.org](http://www.intracen.org)
- Brazil Specialty Coffee Association (BSCA): [www.bsca.com.br](http://www.bsca.com.br)
- Coffee Trade Federation (UK): [www.coffeetradefederation.org.uk](http://www.coffeetradefederation.org.uk)
- Common Fund for Commodities (CFC): [www.common-fund.org](http://www.common-fund.org)
- African Fine Coffee Association (EAFCA): [www.eafca.org](http://www.eafca.org)
- European Coffee Federation (ECF): [www.ecf-coffee.org](http://www.ecf-coffee.org)
- European Mycotoxin Awareness Network (EMAN): [www.mycotoxins.org](http://www.mycotoxins.org)
- Green Coffee Association (GCA): [www.green-coffee-assoc.org](http://www.green-coffee-assoc.org)
- InterAfrican Coffee Association: [www.oiac-iaco.org](http://www.oiac-iaco.org)
- Café Mami Fairly Traded Organic Arabica Coffee: [www.cafemam.com](http://www.cafemam.com)
- Unión Nacional de Organizaciones Regionales Campesinas Autónomas: [www.unorca.org.mx](http://www.unorca.org.mx)
- Asociación Mexicana de Cafés y Cafeterías de Especialidad A.C.: <http://www.scam.org.mx>