

Luis Alberto Duicela / Jorge Enrique Guamán  
Diana Sofía Farfán / Willian Paúl Chilán



*Poscosecha  
y calidad del  
café robusta*

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí  
Manuel Félix López  
Solubles Instantáneos C.A.

2020

# **POSCOSECHA Y CALIDAD DEL CAFÉ ROBUSTA**



Luis Duicela Guambi, Jorge Guamán Aguilar,  
Diana Farfán Talledo y Willian Chilán Villafuerte

# **POSCOSECHA Y CALIDAD DEL CAFÉ ROBUSTA**

2020

## POSCOSECHA Y CALIDAD DEL CAFÉ ROBUSTA

© Luis Duicela Guambi, Jorge Guamán Aguilar, Diana Farfán Talledo y Willian Chilán Villafuerte



### Ira. edición:

©Editorial Humus

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria  
de Manabí Manuel Félix López  
Calle 10 de agosto No. 82 y Granda Centeno  
Calceta, Cantón Bolívar  
Teléfonos: (593 6) 2685 134  
www.espam.edu.ec  
Manabí-Ecuador

### CONSEJO EDITORIAL

Presidenta: Eco. Myriam Félix López, Ph.D.

Miembros del Consejo: Lic. Maryuri Alexandra Zamora Cusme, Ph.D.  
Lic. María Piedad Ormaza Murillo, Ph.D.  
Ing. Ángel Guzmán Cedeño, Ph.D.

ISBN: 978-9942-77-321-0

Tiraje: 1000 ejemplares

Diseño,  
diagramación  
e impresión: Ediciones Abya-Yala

Impreso en Quito-Ecuador, agosto 2020

Ira edición: Editorial Humus. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. 126 páginas: cuadros, tablas.  
ISBN: 978-9942-77-321-0

La versión original del texto que aparece en este libro fue sometida a un proceso de revisión por pares, conforme a las normas de publicación de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	9
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	11
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	13

## **CAPÍTULO 1** **PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE CAFÉ ROBUSTA**

1.1. USO DE CULTIVARES DE CAFÉ ROBUSTA DE ALTO VALOR GENÉTICO .....	17
1.2. APTITUD AGROECOLÓGICA .....	18
1.3. BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN LA CAFICULTURA .....	19
1.4. TERMINOLOGÍA BÁSICA .....	26

## **CAPÍTULO 2** **COSECHA DEL CAFÉ**

2.1. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ ROBUSTA .....	31
2.2. ESTIMACIÓN DE LA ÉPOCA DE COSECHA .....	34
2.3. RECOMENDACIONES PARA LA COSECHA DE CAFÉ .....	34
2.4. CAPACITACIÓN A LOS COSECHADORES .....	36
2.5. TERMINOLOGÍA BÁSICA .....	37

## **CAPÍTULO 3** **BENEFICIO DEL CAFÉ**

3.1. CAFÉ NATURAL .....	41
3.2. CAFÉS LAVADOS .....	43
3.2.1. BENEFICIO POR VÍA HÚMEDA (VH) .....	44
3.2.2. BENEFICIO HÚMEDO ENZIMÁTICO .....	47
3.3. CAFÉS SEMILAVADOS .....	48
3.4. TERMINOLOGÍA BÁSICA .....	50

## **CAPÍTULO 4** **SECADO DEL CAFÉ ROBUSTA**

4.1. SISTEMAS DE SECADO .....	55
4.2. SECADO AL SOL .....	56
4.3. SECADO MECÁNICO O ARTIFICIAL .....	62
4.4. MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL GRANO .....	67
4.5. MÉTODO “GRAVIMET” PARA CONTROLAR LA HUMEDAD DEL CAFÉ .....	69
4.6. TERMINOLOGÍA BÁSICA .....	70

## **CAPÍTULO 5** **ALMACENAMIENTO DE CAFÉ ROBUSTA**

5.1. PROPIEDAD HIGROSCÓPICA DEL CAFÉ .....	73
5.2. RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO DEL CAFÉ .....	73
5.3. TERMINOLOGÍA BÁSICA .....	75

## **CAPÍTULO 6**

### **TRANSPORTE DEL CAFÉ ROBUSTA**

6.1. ESQUEMA DE LA TRANSPORTACIÓN DEL CAFÉ .....	79
6.2. CUIDADOS EN LA TRANSPORTACIÓN DEL CAFÉ .....	80
6.3. ESTIBA DE LOS SACOS EN LA TRANSPORTACIÓN DEL CAFÉ .....	81
6.4. TERMINOLOGÍA BÁSICA .....	81

## **CAPÍTULO 7**

### **CALIDAD FÍSICA DEL GRANO**

7.1. COLOR DE LOS GRANOS .....	85
7.2. OLOR DEL CAFÉ VERDE .....	85
7.3. FORMA DE LOS GRANOS .....	85
7.4. HUMEDAD DEL GRANO .....	85
7.5. DENSIDAD DEL CAFÉ .....	86
7.6. TAMAÑO DE LOS GRANOS .....	86
7.7. DEFECTOS FÍSICOS DEL CAFÉ VERDE .....	88
7.8. NORMAS DE CALIDAD PARA CAFÉ EN GRANO .....	91
7.9. DEFECTOS FÍSICOS SEGÚN LA NORMA INEN-NTE-285 .....	91
7.10. DEFECTOS FÍSICOS SEGÚN LA NORMA INEN-ISO 10470 .....	95
7.11. DEFECTOS FÍSICOS SEGÚN LA NORMA SCAA.....	97
7.12. CONTROL DEL PESO DEL GRANO POR HUMEDAD E IMPUREZAS .....	99
7.13. DATOS Y FÓRMULAS REQUERIDAS .....	99
7.14. PRINCIPALES CONVERSACIONES EN EL CAFÉ .....	101
7.15. TERMINOLOGÍA BÁSICA .....	102

## **CAPÍTULO 8**

### **CALIDAD ORGANOLÉPTICA DEL CAFÉ ROBUSTA**

8.1. MERCADO DEL CAFÉ ROBUSTA .....	105
8.2. ATRIBUTOS ORGANOLÉPTICOS DEL CAFÉ ROBUSTA .....	105
8.3. PROCESO DE CATACIÓN .....	107
8.4. RELACIONES ENTRE ATRIBUTOS ORGANOLÉPTICOS .....	107
8.5. CLASIFICACIÓN DE LOS CAFÉS ROBUSTAS .....	109
8.6. DEFECTOS DE TAZA .....	109
8.7. CAFÉ ROBUSTA ESPECIAL .....	110
8.8. TERMINOLOGÍA BÁSICA .....	113

## **CAPÍTULO 9**

### **ASEGURAMIENTO DE LA INOCUIDAD DEL CAFÉ**

9.1. PREVENCIÓN DE LAS CONTAMINACIONES .....	117
9.2. PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL DE OTA .....	118
9.3. DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRAZABILIDAD .....	118
9.4. TIPOS DE TRAZABILIDAD .....	119
9.5. ASPECTOS BÁSICOS DE LA TRAZABILIDAD A NIVEL DE FINCA .....	120
9.6. DOCUMENTACIÓN Y REGISTROS PARA PRODUCTORES .....	120
9.7. TERMINOLOGÍA BÁSICA .....	123

## Índice de figuras

FIGURA 1.1. COMPONENTES DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN LA CAFICULTURA .....	19
FIGURA 1.2. FACTORES DETERMINANTES DE LA PRODUCCIÓN CAFETALERA .....	20
FIGURA 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO (EREN) .....	33
FIGURA 2.2. RELACIÓN ENTRE COSECHA Y TIPOS DE CAFÉ COMERCIALIZADOS .....	36
FIGURA 3.1. ESQUEMA DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE CAFÉ NATURAL .....	41
FIGURA 3.2. ESQUEMA DE LA PREPARACIÓN DE LOS CAFÉS LAVADOS: POR VÍA HÚMEDA (VH) Y POR EL MÉTODO HÚMEDO ENZIMÁTICO (HE) .....	44
FIGURA 3.3. ESQUEMA DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE LOS CAFÉS SEMILAVADOS .....	49
FIGURA 4.1. VISTA GENERAL DEL SECADOR DE LECHO FIJO .....	65
FIGURA 4.2. ESQUEMA DE LA CÁMARA DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE EN EL SECADOR DE "LECHO FIJO" .....	65
FIGURA 4.3. CURVA DE SECADO PARA UN SECADOR ESTÁTICO SIN CÁMARA DE PRESECADO Y CON INVERSIÓN DEL FLUJO DE AIRE .....	66
FIGURA 4.4. MÉTODOS EMPÍRICOS DE DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DEL GRANO .....	68
FIGURA 4.5. EQUIPO MECÁNICO PARA LA MEDICIÓN DE HUMEDAD DEL GRANO .....	68
FIGURA 6.1. RELACIÓN ENTRE EL ALMACENAMIENTO TEMPORAL Y EL TRANSPORTE DEL CAFÉ EN DIFERENTES MOMENTOS .....	79
FIGURA 6.2. ESTIBA DE SACOS DE CAFÉ EN TRANSPORTE CERRADO .....	81
FIGURA 8.1. COMPONENTES PRINCIPALES DE LA CALIDAD SENSORIAL DEL CAFÉ ROBUSTA EN RELACIÓN A LOS MÉTODOS DE BENEFICIO .....	107
FIGURA 8.2. DISTRIBUCIÓN EMPÍRICA DE LOS 10 ATRIBUTOS DE TAZA .....	108
FIGURA 8.3. SIMILITUD DE LOS MÉTODOS DE BENEFICIO DE CAFÉ ROBUSTA SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL .....	108
FIGURA 8.4. PERFILES SENSORIALES DE CLONES DE CAFÉ ROBUSTA PROMISORIOS EN EL ECUADOR .....	109
FIGURA 9.1. LOS PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL PARA ASEGURAR LA INOCUIDAD DEL CAFÉ .....	119

## Índice de tablas

TABLA 2.1. ESTIMACIÓN DE LA COSECHA (KG DE CAFÉ ORO/HA) A PARTIR DE DOS MUESTRAS EN EL CAFETAL .....	34
TABLA 4.1. CANTIDAD DE CAFÉ (KG) A SECARSE EN FUNCIÓN DEL ÁREA Y ESPESOR EN EL SECADO .....	62
TABLA 7.1. DESCRIPCIÓN DE LOS TAMICES PARA LA CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO .....	87
TABLA 7.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y DENSIDAD DEL GRANO DE CUATRO GENOTIPOS DE CAFÉ ROBUSTA .....	88
TABLA 7.3. DESCRIPCIÓN DE LOS DEFECTOS COMUNES EN CAFÉ ROBUSTA Y SU INCIDENCIA EN TAZA .....	89
TABLA 7.4. DESCRIPCIÓN DE LOS DEFECTOS FÍSICOS DEL GRANO DE ACUERDO A LAS ETAPAS DE PRECOSECHA Y POSCOSECHA .....	90
TABLA 7.5. CATEGORÍA DE DEFECTOS DEL GRANO, SEGÚN LA NORMA ISO 10470 .....	96
TABLA 7.6. COMPARACIÓN DE LOS ANÁLISIS DE DEFECTOS FÍSICOS DEL GRANO SEGÚN TRES NORMATIVAS .....	98
TABLA 7.7. PRINCIPALES CONVERSIONES Y EQUIVALENCIAS EN CAFÉ ROBUSTA .....	101
TABLA 8.1. DESCRIPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS SENSORIALES EVALUADOS EN LA CATACIÓN DE CAFÉ ROBUSTA .....	106
TABLA 8.2. LOS 10 MEJORES PUNTAJES SENSORIALES DE CAFÉS ROBUSTAS EN LOS CONCURSOS TAZA DORADA: 2016-2019 .....	111
TABLA 8.3. RELACIÓN ENTRE LAS MUESTRAS CON LOS 10 MEJORES PUNTAJES SENSORIALES POR PROVINCIAS Y AÑOS DE CONCURSO .....	112
TABLA 8.4. RELACIÓN ENTRE MEJORES PUNTAJES SENSORIALES Y GENOTIPOS DE CAFÉ ROBUSTA EN CUATRO AÑOS DE EVENTOS DE COMPETITIVIDAD: 2016-2019 .....	112
TABLA 8.5. GENOTIPOS DE CAFÉ Y MÉTODOS DE BENEFICIO DE LOS 10 MEJORES CAFÉS ROBUSTAS ECUATORIANOS: 2016-2019 .....	112



# Índice de fotos

1.1. PLANTACIÓN CLONAL DE CAFÉ ROBUSTA .....	25
1.2. CAFÉ ROBUSTA EN PRODUCCIÓN .....	25
2.1. EQUIPO ARTESANAL PARA LA RECOLECCIÓN DE FRUTOS DE CAFÉ .....	35
2.2. PÉRDIDAS EN PESO A CAUSA DE LA COSECHA DE CAFÉ INMADURO .....	35
3.1. BENEFICIO DE CAFÉ ROBUSTA POR VÍA SECA .....	43
3.2. CAFÉ NATURAL, PRODUCTO RESULTANTE DEL BENEFICIO POR VÍA SECA .....	43
3.3. BENEFICIO DE CAFÉ ROBUSTA POR VÍA HÚMEDA .....	46
3.4. BENEFICIO HÚMEDO ENZIMÁTICO DEL CAFÉ ROBUSTA .....	48
3.5. BENEFICIO SEMIHÚMEDO DEL CAFÉ ROBUSTA .....	50
4.1. TIPOS DE RASTRILLOS RECOMENDADOS PARA REMOVER EL GRANO DURANTE EL SECADO .....	56
4.2. SECADO DEL CAFÉ EN TENDAL DE CEMENTO .....	57
4.3. SECADO DEL CAFÉ EN ZARANDAS CON MALLA METÁLICA O DE PLÁSTICO .....	57
4.4. CAMAS AFRICANAS O MESONES ARTESANALES CON SARÁN O MALLA PLÁSTICA .....	58
4.5. SISTEMA DE SECADO EN ELBAS .....	58
4.6. SISTEMA DE SECADO COMBINADO EN MESONES CON ZARANDA Y CUBIERTA DE SARÁ .....	59
4.7. SISTEMA DE SECADO COMBINADO SARÁN Y CUBIERTA DE PLÁSTICO O ZINC .....	59
4.8. SISTEMA DE SECADO COMBINANDO MARQUESINA CON TENDAL DE CEMENTO .....	60
4.9. SISTEMA DE SECADO EN MARQUESINAS CON REPISAS .....	61
4.10. SISTEMAS DE SECADO ARTIFICIAL .....	63
4.11. MÉTODOS DE SECADO MECÁNICO PARA CAFÉ ROBUSTA .....	66
4.12. SECADO DE CAFÉ ROBUSTA EN GUARDIOLA .....	67
4.13. MEDIDOR DE HUMEDAD DEL GRANO DE CAFÉ .....	69
5.1. ALMACENAMIENTO DE CAFÉ EN SACOS DE YUTE O CABUYA .....	74
5.2. ALMACENAMIENTO EN BOLSAS DE PLÁSTICO Y SACOS DE YUTE O CABUYA .....	74
5.3. ALMACENAMIENTO DE CAFÉ SOBRE ESTIBAS .....	74
6.1. ACOPIO INTERNO DEL CAFÉ .....	79
6.2. TRANSPORTE DE CAFÉ ROBUSTA .....	80
7.1. EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD DEL GRANO DE CAFÉ ROBUSTA .....	86
7.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL GRANO .....	88
7.3. ANÁLISIS DE DEFECTOS EN GRANOS DE CAFÉ ROBUSTA .....	90
7.4. DEFECTOS PRIMARIOS SEGÚN NORMA INEN-NTE – 285 .....	93
7.5. DEFECTOS SECUNDARIOS SEGÚN NORMA INEN-NTE – 285 .....	94
7.6. CLASIFICACIÓN DE CAFÉ ROBUSTA, SEGÚN NTE INEN 285 .....	95
8.1. PROCESO DE CATACIÓN DE CAFÉ ROBUSTA .....	113
9.1. COSECHA SELECTIVA DE CAFÉ .....	121
9.2. NO SECAR EN EL SUELO .....	121
9.3. NO PERMITIR LA PRESENCIA DE ANIMALES DOMÉSTICOS EN EL SECADO .....	122
9.4. NO SECAR EL CAFÉ EN LA CARRETERA .....	122
9.5. NO SECAR CERCA DE CONTAMINANTES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS .....	122
9.6. NO MEZCLAR FRUTOS CON DISTINTOS GRADOS DE HUMEDAD Y DE MADUREZ .....	123

## Agradecimientos

Los autores agradecemos a las instituciones y personas que han colaborado en la preparación del presente documento técnico, desde el ámbito de la producción, de la investigación y de la formación de los talentos en caficultura, en todos los niveles.

A los compañeros caficultores amazónicos Luis Gavidia, Francisco Noteno y otros líderes de Orellana, Sucumbíos y Napo. A los investigadores: Rey Gastón Loor, Luis Plaza, Fabián Fernández, Geover Peña, Teresa Casanova, Rubén Corral, Robinson Muñoz, Néstor Orrala, Mercedes Arzube, Ángel León y Wilson Yánez. A los catadores Fernando Morocho, Janine Ordoñez, Henry Benalcázar, Andrea López y Fanny Zambrano. A los colaboradores y amigos cafetaleros: Pedro Ramírez Torres, Jairo Andrade, Olmedo Zapata, Luciano Ponce, Auro Macías, Richard Palma, Ricardo Luna, César Bermeo, Liliana Castro, Víctor Reynel, Milton Bolaños, Rubén Alcívar, Nelson Motato, Freddy Amores, Ignacio Sotomayor, Carlos Bravo, Reynaldo Alemán, Leonardo Vera, Sofía Velázquez, Paul Cedeño y Galo Cedeño. Al equipo editorial de Humus: Ángel M. Guzmán Cedeño, Fátima Palacios Briones, Valerie Montesdeoca Arteaga y Bethsy Molina Aquino. Al equipo editorial de Abya Yala. A los amigos profesionales, estudiantes, productores y otros actores de la cadena que trabajan por el café, la caficultura y los caficultores.

Luis Duicela Guambi  
Jorge Guamán Aguilar  
Diana Farfán Talledo  
Willian Chilán Villafuerte



## Presentación

El Ecuador se reorganiza para superar la crisis de producción cafetalera y busca alternativas que contribuyan a reactivar el sector, a mejorar las condiciones de vida de las familias de los caficultores y a promover el crecimiento económico del país. En esta perspectiva se enfatiza en el aprovechamiento de las zonas con mayor aptitud agroecológica para producir café, localizadas en la costa, en las estribaciones de la cordillera de Los Andes y en la Amazonía.

El sector cafetalero reconoce las limitaciones para competir con otros países latinoamericanos, en volúmenes de producción, pero es evidente que existe la oportunidad de ampliar la oferta de cafés de alta gama, tostados y molidos o instantáneos, dirigida hacia mercados exigentes en calidad.

El libro “*Poscosecha y calidad del café robusta*” es un documento que sistematiza las experiencias y resultados de las investigaciones realizadas en el Ecuador por diversas instituciones sobre cosecha, métodos de beneficio, análisis físico del grano, evaluación sensorial y aseguramiento de la inocuidad del café, en distintos momentos y territorios.

La Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” y la empresa Solubles Instantáneos C.A., en el marco de un convenio de cooperación para impulsar el desarrollo sostenible del sector cafetalero, ponen en consideración el presente documento técnico, elaborado por un equipo de investigadores, que está dirigido a los productores, a los responsables de los centros de beneficio y a los profesionales del café.

Calceta, Manabí, agosto 1 de 2020



Dra. Miryam Elizabeth Félix López

Rectora

Escuela Superior Politécnica  
Agropecuaria de Manabí



Ing. Jorge Adrián Salcedo Benítez

Presidente

Solubles Instantáneos C.A.



El café robusta, en el Ecuador y a nivel global, definido como el grano obtenido de las plantas del género *Coffea canephora*, se comercializa, en su mayor parte, como “café natural”, que es el producto resultante del beneficio por la vía seca. Este método de beneficio se basa en la deshidratación de los frutos, con todas sus envolturas, hasta alcanzar una humedad del grano de 10 a 13%. Estos frutos deshidratados se conocen como café “bola seca”. La eliminación de las envolturas se realiza en una piladora, dando como producto final el “café natural”.

En los últimos años se ha incrementado la demanda de cafés lavados y semilavados de café robusta, así como, de los cafés naturales bien preparados que han posibilitado lograr calificaciones sensoriales interesantes, a partir de cafés maduros selectos, con adecuados procesos poscosecha.

Los aspectos de la cosecha, de la poscosecha y de la calidad son tratados de manera detallada en el presente documento, a partir de la sistematización de las experiencias y de los resultados de investigaciones, del análisis de los resultados de los concursos “Taza Dorada Robusta” y de la reflexión sobre las circunstancias agrosociales de los caficultores y de las perspectivas del mercado del café.

La caficultura tiene futuro. Existen posibilidades ciertas de crecimiento de la demanda local e internacional, que pueden potenciarse cuando los caficultores y los otros actores de la cadena productiva, involucrados en las labores de producción y poscosecha, realicen correctamente los procesos dentro de los ámbitos de sus competencias, para preparar cafés de alta calidad que se expresarán en las adecuadas características físicas del grano, en los excelentes atributos sensoriales en la bebida y en la garantía de la inocuidad del producto.

Los autores



## Producción sostenible de café robusta



Fuente: Centro Experimental de Café Robusta "Isidro Ayora", Guayas

Fotografía: Willian Chilán





## Producción sostenible de café robusta

Después del agua, el café es la bebida más consumida en el mundo, se prepara a partir de semillas tostadas y molidas, cosechadas en los cafetos, nombre que reciben las plantas de cualquiera de las 104 especies del género *Coffea* (Missouri Botanical Garden, 2010), siendo las de mayor importancia a nivel global: café arábigo y café robusta (Ramírez, 2017).

El café lo cultivan alrededor de 80 países de América, Asia sur-oriental y África (Canet *et al.* 2016). En el Ecuador, al igual que en Brasil y México, se cultivan las especies *C. arabica* y *C. canephora*. En los otros países americanos como: Colombia, Perú, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Cuba, Panamá, Bolivia, Venezuela y Bolivia se cultivan los cafés arábigos.

Para los ecuatorianos, la caficultura tiene gran importancia tanto económica como social y ambiental. Económicamente, porque es una significativa generación de ingresos para productores, acopiadores, transportistas y comercializadores, además representa un ingreso de divisas para el país por las exportaciones lo que dinamiza la economía rural en los territorios cafetaleros.

Los cafetaleros en 23 de las 24 provincias del Ecuador, conforman un amplio tejido social con impacto multisectorial, ya que se relaciona con la participación de los diversos pueblos y etnias, hombres y mujeres de todas las edades y niveles de escolaridad, en los procesos de producción, transformación y comercialización del producto; así como la generación de empleo, especialmente en las actividades de cosecha.

La importancia ecológica radica en que los cafés arábigos se cultivan desde altitudes cercanas al nivel del mar hasta los 2100 msnm y los robustas desde 10 a 600 msnm en la Costa (provincias: Guayas, Santa Elena, Los Ríos, Cotopaxi, Bolívar, Manabí, Santo Domingo y Esmeraldas) y hasta los 950 msnm en la región norte de la Amazonía (provincias: Napo, Orellana y Sucumbíos). Se realiza caficultura en una amplia diversidad de suelos y climas, fundamentalmente en sistemas agroforestales, por lo tanto, los cafetales contribuyen significativamente a la conservación de los recursos genéticos, a la captura de carbono y al balance hídrico. El ecosistema cafetalero es el espacio donde interactúa el hombre y las poblaciones biológicas con sus individuos y genes, en ambientes diversos.

### 1.1. Uso de cultivares de café robusta de alto valor genético

En el café robusta se distinguen tres grupos: Congolensis, Conilón y Guinensis (Van der Vossen, 1985; Leroy *et al.*, 2014). En América no se cultiva café Guinensis. El café robusta tipo Congolensis fue introducido al Ecuador por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en 1951, constatándose actualmente una alta diversidad interclonal e intraclonal (Loor *et al.*, 2017). El café Conilón fue introducido desde Brasil por el INIAP en 1986 y por la empresa ELCAFÉ en 2010. La empresa Nestlé, en la década de 1990, introdujo germoplasma de café Congolensis desde distintos orígenes. Los cafés robustas se encuentran distribuidos en muchas zonas tropicales húmedas del mundo (África, América y Asia) y en algunas zonas tropicales secas de Brasil y Ecuador, donde se suple los requerimientos hídricos mediante la irrigación.

El café robusta es una especie alógama, que se caracteriza por la autoincompatibilidad, por tanto, las poblaciones que se derivan por polinización libre tienen una alta variabilidad fenotípica (morfología) y genotípica (diversidad). La selección de árboles “cabeza de clon” y la reproducción asexual es la alternativa más apropiada para el fomento del café robusta. Una “cabeza de clon” se define como la planta seleccionada por sus características fenotípicas que se aproximan al “ideotipo” del cultivar deseable. Un clon de robusta, por tanto, es una población derivada de un árbol “cabeza de clon”, seleccionado por sus caracteres morfológicos y fisiológicos superiores, y propagado mediante las distintas técnicas de reproducción asexual. Un clon también puede referirse a una mezcla de plantas obtenidas por reproducción asexual, que en sentido estricto se trataría de una población policlonal.

En Ecuador, para la renovación de cafetales robustas, AGROCALIDAD (2013) recomienda usar los clones: NP-2024, NP-3013, NP-3056, CON-ERB-01, COF-06 y COF-05, que fueron seleccionados en distintos momentos (Chiguano y Játiva, 1998; Plaza *et al.*, 2015). Se han realizado nuevas selecciones de clones de café robusta en la Península de Santa Elena (Orrala, León & Arzube, 2017) y en las provincias Los Ríos y Bolívar (Duicela, Corral & Chilán, 2016); además el INIAP avanza en nuevos procesos de selección de clones de café robusta, tanto en el Litoral como en la Amazonía.

## 1.2. Aptitud agroecológica

El ambiente del cafetal está integrado por componentes bióticos (organismos vivos) y abióticos (organismos inertes), los cuales en el agroecosistema están en constante interacción. El equilibrio de esta dinámica ocurre en forma natural o direccionada por el hombre a través de las tecnologías de manejo, en procura de obtener mejores resultados productivos. El suelo, clima y fisiografía (componentes abióticos) son elementos claves para alcanzar la tecnificación de la caficultura.

El suelo óptimo para el café robusta debe reunir las siguientes características: textura de tipo franco-franco arcillosa, estructuras de tipo granular y migajosa, profundidad moderada (>50 cm), no compactados, no inundables y con buen drenaje, donde se apliquen las distintas prácticas de conservación de suelos. El pH más adecuado se ubica en el rango de 5,6 a 6,5 que corresponde de “medianamente ácido” a “ligeramente ácido”. Cuando se tienen pH<5,6 se debe aplicar enmiendas: carbonato de calcio, hidróxido de calcio, dolomita, cenizas, roca fosfórica u otras sustancias.

Para diseñar un programa de fertilización se requiere de los análisis químicos del suelo para conocer los contenidos de macro y micronutrientes: N, P, K, S, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn y B (Valencia, 1998). Adicionalmente, al menos cada dos años, se debe realizar un análisis foliar para tener información de la nutrición efectiva y realizar los ajustes pertinentes.

La materia orgánica al descomponerse aporta y retiene nutrientes, reduce la compactación, incrementa la capacidad de retener agua, mejora la capacidad tampón del suelo (evita los cambios rápidos de pH) y es fuente de energía para los microorganismos (Valencia, 1998; Iñiguez, 1999). En los suelos agrícolas, el contenido de materia orgánica está generalmente en niveles bajos y se requiere incrementar con adiciones de biomasa (follaje de leguminosas) y abonos orgánicos fermentados (compost, caldo microbiano, humus de lombriz, biol).

El clima se define como el estado medio de la atmósfera de un lugar determinado. En el análisis del clima, deben considerarse tres escalas: macroclima, mesoclima y microclima. El macroclima hace referencia a las condiciones de una región extensa (p.e.: Clima de la provincia de Orellana); el mesoclima se refiere a las condiciones de un área más pequeña (p.e.: Clima del cantón Loreto) y el microclima trata de un área específica (p.e.: entorno de un cafetal). Los factores determinantes del clima de una localidad son: precipitación, temperatura, humedad relativa, heliofanía, evapotranspiración, vientos, entre otros (INAMHI, 2019).

La precipitación es la cantidad de lluvia que cae en un lugar específico y en un tiempo determinado, medida en milímetros (mm), según AGROCALIDAD (2013). Un milímetro de precipitación equivale a un litro de lluvia/metro cuadrado. Por ejemplo: 1.200 mm/año significa que llovió 1.200 litros por cada metro cuadrado, en esa localidad, durante un año. En el análisis climático debe considerarse el promedio de lluvia de varios años (promedios multianuales) con cuyos datos se construyen los mapas de lluvias. El café robusta requiere de 1.900 a 2.500 mm/año (INIFAP, 2012). La Amazonía norte y las provincias de Esmeraldas, Los Ríos y Santo Domingo tienen regímenes de precipitación adecuados para café robusta, mientras que en Guayas y Santa Elena (costa suroccidental), hay un marcado déficit de lluvia que puede compensarse mediante irrigación.

La temperatura óptima para café robusta varía de 18,3 °C a 26,7 °C (Enríquez, 1993). Esta especie puede tolerar temperaturas altas, pero no tolera ambientes con menos de 15 °C.

La humedad relativa óptima varía en función de la adaptación de los cultivares, considerándose como la más apropiada para café robusta de 80 a 90% (Enríquez, 1993). Un ambiente con humedad relativa alta no favorece el secado de los granos.

La heliofanía constituye el tiempo de duración del brillo solar, expresado en horas. La proporción de asimilación neta es mayor bajo condiciones de luminosidad moderada, sobre todo durante el crecimiento de los cafetos. La heliofanía en las localidades cafetaleras es variable: 860 horas/año en Pichilingue, 966 horas/año en Babahoyo, 1.247 horas/año en Isidro Ayora y 1.400 horas luz/año en ciertas localidades de la Amazonía norte.

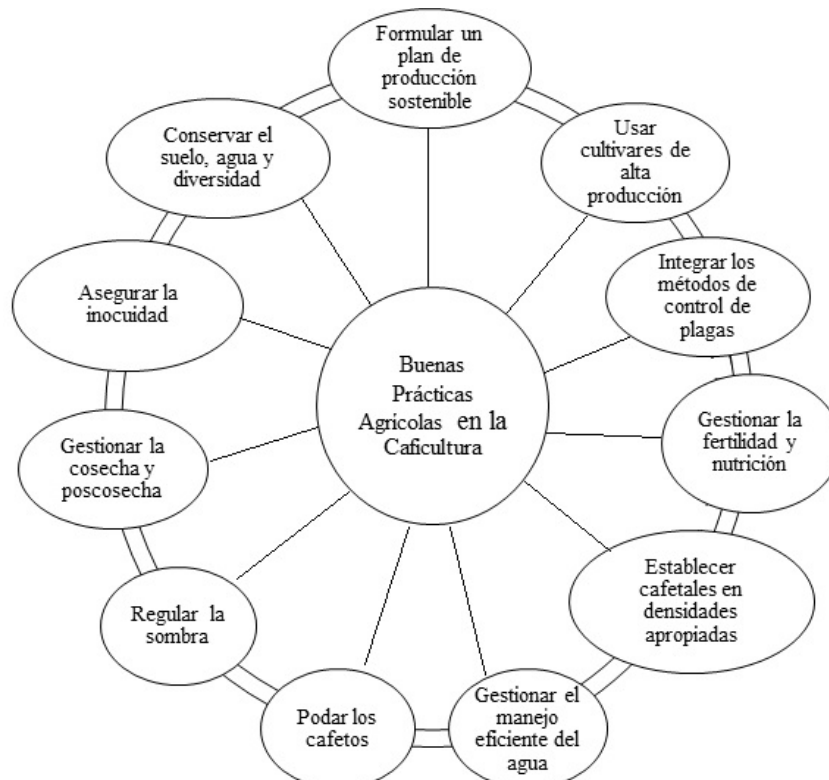
La fisiografía o geografía física se refiere a la posición geográfica y paisaje de una localidad; por lo tanto, depende de la longitud, latitud, altitud y zona de vida (Maestri & Santos, 1977). Las acciones antrópicas como la deforestación, erosión y quema tienden a modificar las características de la zona de vida.

### 1.3. Buenas prácticas agrícolas en la caficultura

La tecnificación del cultivo de café es la capacidad y destreza del caficultor para gestionar los recursos, sean estos: naturales, financieros y tecnológicos, para corregir los factores limitantes (por ejemplo: deficiencias de N, S y B), aprovechar las oportunidades de mercado y optimizar los procesos de producción y poscosecha. La tecnificación se manifiesta en la aplicación irrestricta de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la caficultura cuya finalidad es integrar las recomendaciones técnicas en distintos escenarios agroecológicos con los objetivos de asegurar la eficiencia productiva, mejorar la calidad física del grano y organoléptica de la bebida, garantizar a los consumidores la inocuidad del producto, propiciar una vida digna para los productores y conservar los recursos naturales y la biodiversidad (AGROCALIDAD, 2013).

Las BPA se enmarcan en los principios de la caficultura sostenible, procurando lograr alta producción en sistemas amigables con el ambiente; así como, precios justos que aseguren bienestar a las familias cafetaleras. Se torna en un imperativo, la adopción de las buenas prácticas agrícolas frente a las evidentes variaciones del clima, expresado en los cambios de los ciclos de lluvia y en las oscilaciones térmicas que inciden en el comportamiento fenológico de los cafetos. La caficultura para la adaptación inteligente al cambio climático requiere abordarse en forma integral (Figura 1.1.).

Figura 1.1. Componentes de las buenas prácticas agrícolas en la caficultura



Elaboración: Los autores

## Formulación del plan de producción sostenible

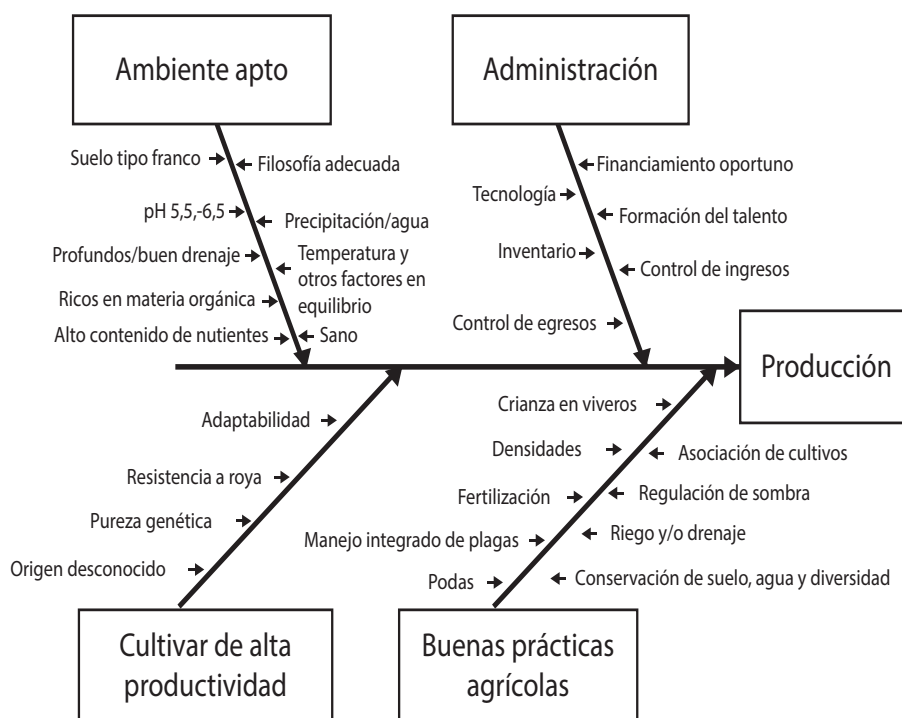
El caficultor tiene como recursos su conocimiento y experiencia, además, las fincas y los terrenos con potencialidades y limitaciones, la mano de obra propia y familiar para el trabajo cotidiano, el relacionamiento con los otros productores que comparten un “dominio de recomendación” y las perspectivas de crecimiento económico.

Las acciones que viabilizan la elaboración de un plan de producción sostenible son:

- Elaboración de un diagnóstico agroproductivo de la finca con una línea de base concreta.
- Elaboración de un mapa actual y mapa futuro de la finca, proyectado mínimo a cinco años.
- Registro de las actividades diarias.
- Registro de las inversiones en mano de obra, materiales e insumos usados en la producción cafetalera.
- Registro de los ingresos de la actividad agropecuaria, desagregando por unidades productivas.
- Mantenimiento de un inventario actualizado de insumos, equipos, herramientas y materiales.

En la Figura 1.2., se indica que la producción depende de una administración eficiente, de un ambiente apto, del cultivo de alta productividad y de la aplicación de las buenas prácticas agrícolas.

**Figura 1.2. Factores determinantes de la producción cafetalera**



Elaboración: Los autores

## Uso de cultivares de alta producción

Para establecer nuevos cafetales, el caficultor debe usar semillas o plantas de cultivares probados en la localidad. La introducción de nuevos cultivares debe ser verificada en pequeña escala o tomar como referencia experiencias de otros productores. Las acciones que deben ser consideradas en este aspecto son:

- Adquisición de semillas de híbridos derivados de clones de alta productividad.
- Reproducción asexual o adquisición de plantas de clones selectos, recomendados por AGROCALIDAD (2013), con el aval de una institución.
- Cría de plántulas en vivero, asegurando un buen vigor y sanidad.

### *Establecer cafetales en densidades apropiadas*

Las densidades de la plantación están en función del porte del cultivar, clon o híbrido; además, de la intensidad de manejo que se proyecte aplicarlo y de las condiciones topográficas y de fertilidad del terreno. Las acciones a considerar son:

- Preparación del terreno: destronque y limpieza.
- Trazo y balizamiento del terreno en función de la densidad poblacional a plantar.
- Realización de los hoyos de 30 cm de diámetro x 30 cm de profundidad.
- Plantación de los cafetos en los hoyos usando suelo enriquecido con abonos.
- Construcción de terraza individual por cada cafeto, en los terrenos de ladera.
- Establecimiento de los cultivares de porte alto a 3 x 3 m: 1.111 plantas/ha.
- Establecimiento de los cultivares de porte mediano a 3 x 2,50 y 3 x 2 m: 1.333-1.666 plantas/ha.
- Establecimiento de los cultivares de porte bajo a 3 x 1,5 m: 2.222 plantas/ha.
- Asociación al cafetal de otros cultivos en los espacios entre hileras: maíz, guandul, caupí, yuca, papaya o plátano.

### *Gestión de la fertilidad del suelo y nutrición del cafeto*

La gestión de la fertilidad y nutrición integra los conceptos de disponibilidad de nutrimentos, la condición de asimilación por los cultivos y las propiedades de las enmiendas, acondicionadores del suelo y abonos. Las acciones que se recomiendan son:

- Toma de decisiones de fertilización con base en el análisis químico del suelo.
- Realización de los ajustes de nutrición del cafeto de acuerdo a los análisis químicos-foliare.
- Desarrollo de un programa de fertilización y manejo del suelo a mediano y largo plazo.
- Reciclaje de los subproductos de la finca y estiércoles para la preparación de abonos orgánicos fermentados, líquidos y sólidos.
- Aplicación de enmiendas y acondicionadores del suelo.
- Siembra de especies arbustivas y arbóreas en los linderos y en franjas para aportar biomasa, en forma periódica.

## *Integración de métodos de control de plaga*

Se identifica como plaga a “cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales” (a todo organismo vivo que causa daños a los cultivos (FAO, 2016). Las plagas, por tanto, pueden tratarse de las plagas insectiles (broca del fruto, taladrador de las ramas, minador de las hojas, ácaro rojo, pulgones y cochinillas), hongos fitopatógenos (agentes causales de roya, mal de hilachas, cáncer del tronco, ojo de gallo y cercosporiosis), nematodos fitoparásitos (nematodo agallador), entre otros. Las acciones a desarrollar son:

- Monitoreo periódico de la presencia y nivel de incidencia de las plagas.
- Corrección de la acidez de los suelos cafetaleros.
- Aumento del contenido de materia orgánica en el suelo.
- Uso de coberturas nobles en los espacios entre hileras del cafetal.
- Uso de acolchados junto a los cafetos con residuos de las cosechas o con plásticos apropiados.
- Preparación y aplicación de bioplaguicidas para proteger los cafetos: caldo bordelés, caldo sulfúrico u otros preparados antifungosos.
- Control etológico de broca y taladrador de las ramas con trampas a base de aguardiente + café molido.
- Regulación de sombra interna de los cafetales mediante podas de los árboles.
- Control de malezas manualmente usando herramientas (machete, azadón, pala) o equipos mecánicos (motoguadaña).

## *Gestión el manejo eficiente del agua*

El agua es un recurso que debe ser usado en forma racional. En algunas localidades puede haber exceso de lluvia y en otras un déficit hídrico. En una misma finca puede haber terrenos inundables y terrenos de ladera. Las acciones básicas que se recomiendan son:

- Realización de zanjas de desagüe o drenaje en los terrenos inundables.
- Construcción de zanjas de desviación en los terrenos de ladera.
- Construcción de pequeños reservorios de agua, albarradas o tapes, en distintos puntos estratégicos de la finca con la finalidad de disponer de este recurso en momentos críticos.
- Uso cotidianamente, en los huertos familiares y en los viveros, técnicas de irrigación adaptadas a las circunstancias locales.

## *Podar los cafetos*

- Las podas en los cafetos comprenden tres tipos: podas de formación, sanitarias y de producción. Las labores de poda deben realizarse en cualquier momento, preferiblemente después de las cosechas de mayor volumen. Estas son:
- Formación de dos ejes productivos/cafeto en el vivero mediante el despunte o por agobio, en la etapa de crecimiento, seleccionando tres brotes productivos.
- Poda sanitaria para eliminar las ramas secas y hojas severamente enfermas.
- Desbrote a lo largo del tallo, manteniendo uno o dos brotes de la parte basal.

- Recepa de los cafetos agotados y deteriorados, a 30-40 cm, ligeramente en bisel.
- Recepa de los cafetos en hileras alternas, cada cuatro años consecutivos de producción.
- Uso de herramientas desinfectadas con cloro comercial o alcohol.
- Protección de los cortes con pasta cúprica, cal o ceniza.
- Limpieza del tocón, con un pedazo de yute o cepillo de lavar ropa para eliminar el musgo.

### ***Regulación de la sombra del cafetal***

Los cafetales se pueden cultivar a plena exposición solar o asociados con árboles como un sistema de sombra especializada (una o dos especies de árboles) o como policultivos, que tienen mayor diversidad de árboles asociados. En los cafetales cultivados en altas densidades, se constata auto sombrío y no se requieren de árboles de sombra. Las acciones relacionadas con la regulación de sombra son:

- Siembra de árboles de leguminosas (Guaba de bejuco), distribuidos uniformemente, entre 20 y 60 árboles/ha.
- Plantación de linderos del cafetal o en franjas, en distanciamientos adecuados, árboles de chuncho, laurel, guaba de machete, palmas y cítricos.
- Regulación periódica de al menos 30% de la luminosidad y sombra, de acuerdo a la proporción de las copas, se podan los árboles y se protegen los cortes.
- En las zonas de ventarrones, usar arbustos (estrato bajo), cítricos y frutas tropicales (estrato medio) y árboles maderables como chuncho y laurel (estrato alto) como cortinas rompevientos.

### ***Gestión de la cosecha y poscosecha***

La producción primaria incluye a la cosecha y poscosecha del café. Las distintas acciones en esta etapa se orientan a asegurar la calidad física del grano y organoléptica de la bebida, siendo básicamente las siguientes:

- Recolección de frutos en su punto óptimo de maduración.
- Clasificación de los frutos, separando los vanos, sobremaduros y secos, mediante el boyado.
- Preparación del café natural, semilavado o lavado, en función del mercado.
- Secado del grano en condiciones apropiadas de higiene, hasta el 10-12% de humedad.
- Almacenamiento del café en lugares secos, limpios y ventilados, sobre pallet o tablas, apilados adecuadamente, separados del piso y de la pared.
- Utilización de bolsa “grainpro” o sacos limpios (yute o cabuya) para empacar el café en grano.
- Transportación del café en adecuadas condiciones de limpieza.

### ***Aseguramiento de la inocuidad del producto***

La inocuidad se refiere a la garantía de que cualquier alimento o bebida, ingerido por los consumidores, no le ocasione daño a la salud. Para lograr esta propiedad en el café hay un proceso de prevención de los peligros físicos, químicos y biológicos. Las principales acciones para asegurar la inocuidad son:



- Clasificación de los frutos en secos, maduros, sobremaduros y tiernos.
- No recolectar los frutos caídos al suelo o las mezclas de distintos estados de madurez.
- Boyado del café cosechado para eliminar la basura, frutos vanos y secos.
- Secado del café en tendales de cemento, marquesinas, camas africanas y zarandas con malla metálica o de plástico.
- No rehumedecer el grano durante toda la etapa del secado y almacenamiento.
- No permitir que los animales domésticos y aves de corral entren en contacto con la masa de grano en proceso de secado.
- Almacenamiento del café en sacos de yute o cabuya, en lugares secos, limpios y ventilados, sobre pallet o tablas, separados del piso y de la pared.
- Transportación del café en ambientes limpios, libres de contaminantes y protegidos de la humedad.

### *Conservación del suelo, agua y diversidad*

La caficultura sostenible respeta la vida en todas sus formas y promueve un ambiente saludable para las comunidades rurales y para los agro ecosistemas, condiciones que están estrechamente vinculadas con la conservación del suelo, agua y diversidad (Iñiguez, 1999).

La producción de un café de alta calidad, en un ambiente sano, exige que los caficultores asuman como su responsabilidad, las siguientes acciones:

- Aporte de biomasa a los cafetales y los otros cultivos para recuperar e incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo.
- Reciclaje de los residuos vegetales de las cosechas, de la producción forestal y estiércoles de animales.
- Construcción de pequeños reservorios en sitios estratégicos de la finca para abastecer del líquido vital a las plantas y animales
- Construcción de terrazas alrededor de los cafetos y frutales, cultivados en los terrenos de ladera.
- Siembra de barreras vivas, en forma transversal a la pendiente, con plantas medicinales y frutales.
- Ampliación y protección de las zonas de amortiguamiento de los esteros, ríos y vertientes con hierbas medicinales, arbustos y árboles.
- Establecimiento de hileras de árboles de servicios ambientales o de alto valor comercial, en linderos, franjas y pequeños rodazles.

**Foto 1.1. Plantación clonal de café robusta**



Fuente: Centro Experimental de Café Robusta "Isidro Ayora", Guayas  
Fotografía: Rubén Corral Castillo

**Foto 1.2. Café robusta en producción**



Fuente: Centro Experimental de Café Robusta "Isidro Ayora", Guayas  
Fotografía: Rubén Corral Castillo

## 1.4. Terminología básica

Agroforestería.	Sistema de cultivo que se caracteriza por la asociación de dos o más especies vegetales con al menos una especie arbórea.
Agroquímico.	Sustancia química que se usa en agricultura, tales como: pesticidas, fertilizantes y fitohormonas.
Ambiente.	Conjunto de factores bióticos (organismos vivos) y abióticos (clima, suelo, fisiografía) que son parte del entorno de un individuo, población o comunidad vegetal o animal.
Biocompost.	Un bioabono preparado a partir del reciclaje de la materia orgánica, por fermentación aeróbica, aprovechando los microorganismos benéficos, usando los desechos de las cosechas, estiércoles y follajes verdes, especialmente de plantas leguminosas, y enriqueciendo su composición química con enmiendas, sales minerales o acondicionadores del suelo.
Biodiversidad.	Características diferenciales interespecíficas e intraespecíficas en los organismos vivos.
Café.	Fruto y granos provenientes de plantas del género <i>Coffea</i> destinados al consumo humano.
Cafeto.	Nombre con que se le denomina a la planta de café en el campo.
Certificación fitosanitaria.	Certificado oficial otorgado a quien cumple los procedimientos fitosanitarios requeridos para objeto de comercialización de un producto agropecuario.
Certificación orgánica.	Certificado oficial otorgado a quien cumple con las normativas de producción orgánica y de procesamiento, requerido por los consumidores.
Competitividad.	Conjunto de acciones que conllevan a un productor a ser mejor que otro o a ser único en la producción y procesamiento de un bien comercializable.
Prácticas culturales.	Conjunto de acciones aplicadas a un cultivo para mejorar sus condiciones agronómicas y de producción.
Monocultivo.	Cultivo de una sola especie en un lote. Se opone al concepto de policultivos, sistemas con sombra especializada o sistema agroforestal.
Norma.	Documento legal establecido por consenso y aprobado por un órgano oficial que dispone, regula y controla el uso común de reglas, directrices, disposiciones para las diversas actividades y que tiende al logro de un ordenamiento, en un contexto dado.
Plaga.	Cualquier especie, raza, biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino a las plantas o productos vegetales. El término se utiliza para definir ataques de insectos, ácaros, malas hierbas y enfermedades producidas por hongos, bacterias o virus, que hacen peligrar las cosechas (FAO, 2016).
Plaguicida.	Sustancia usada para el combate de plagas.
Rehabilitación de cafetales.	Recuperación de la capacidad productiva de los cafetales que se inicia a partir de una poda severa llamada recepa y la aplicación sistemática de tecnología apropiada (AGROCALIDAD, 2013).
Sostenibilidad.	Condición de equilibrio racional entre rentabilidad, bienestar y conservación.

## Bibliografía

- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de Calidad del Agro (AGROCALIDAD) (2013). Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Café. Ministerio de Agricultura y Ganadería. AGROCALIDAD. Resolución DAJ-20134CB-0201.0281. Quito, Ecuador. p. 67.
- Canet, G., Soto, C., Ocampo, P., Rivera, J., Navarro, A., Guatemala, G., & Villanueva, S. (2016). *La situación y tendencias de la producción de café en América Latina y El Caribe*. San José, Costa Rica: IICA. p.15.
- Chiguano, C., & Játiva, M. (1998). *Plantaciones clonales de café robusta en sistemas agroforestales para la Amazonía ecuatoriana*. Guía técnica. Francisco de Orellana, Ecuador: INIAP. pp. 11-23.
- Duicela, L.A., Corral, G.R., & Chilán, W.P. (2016). *Selección de “cabezas de clon” en café robusta (Coffea canephora) en el trópico seco*, Ecuador. Revista ESPAMCIENCIA, 7(1). pp. 23-35.

- Enríquez, G. (1993). Ecofisiología del cultivo. En I. Sotomayor (Ed.), *Manual del cultivo del café* (pp. 28-42). Quevedo, Ecuador: Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2016). *Glosario de Términos fitosanitarios*. Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias. p. 38.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) (2019). *Diccionario de meteorología*. Recuperado de: <https://bit.ly/38BRZtm>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2012). *Requerimientos agroecológicos de cultivos*. Recuperado de: <https://bit.ly/2SFF7Nk>
- Iñiguez, M. (1999). *Manejo y conservación de suelos y aguas*. Loja, Ecuador: Cosmos. p. 31.
- Leroy, T., De Bellis, F., Legnate, H., Musoli, P., Kalonji, A., Loor, R.G., & Cubry, P. (2014). *Developing core collections to optimize the management and the exploitation of diversity of the coffee Coffea canephora*. *Genética*, 142(3), pp. 185-199.
- Loor, R.G., De Bellis, F., Leroy, T., Plaza, L., Guerrero, H. & López, D. (2017). *Revealing the diversity of introduced Coffea canephora germplasm in Ecuador: Towards a national strategy to improve robusta*. *The Scientific World Journal*, pp. 1-12.
- Maestri, M., & Santos B, R. (1977). Coffee. En P.T. Alvim, T.T. Kozlowski (Eds.), *Ecophysiology of Tropical Crops* (pp. 249-278). London: Academic Press.
- Orrala, N., León, A., & Arzube, M. (2017). *Adaptación, selección y difusión de clones de café robusta (Coffea canephora Pierre ex Froehner) de alta productividad en la provincia de Santa Elena, en el litoral ecuatoriano*. Informe final de Proyecto de investigación. Santa Elena, Ecuador: Universidad Estatal Península Santa Elena (UPSE). p. 28 y anexos.
- Plaza, L.F., Loor, L.G., Guerrero, H.E., & Duicela, L.A. (2015). *Caracterización fenotípica del germoplasma de Coffea canephora Pierre base para su mejoramiento en Ecuador*. *ESPAMCIENCIA*, 6(1), pp. 7-13.
- Ramírez, J. (2017). *Características y factores asociados a la polinización de las especies arábica y robusta*. *Comunicaciones Técnicas de Café*, 83. Heredia, Costa Rica. Recuperado de: <https://bit.ly/2P5fT8L>
- Valencia, G. (1998). *Manual de nutrición y fertilización del café*. Quito, Ecuador: INPOFOS. p. 61
- Van der Vossen. H. (1985). *Coffee selection and breeding*. En M. Clifford, K. Willson (Eds.), *Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage* (pp. 48-96). Connecticut, USA: The AVI Publishing Company.



### Cosecha del café



Fotografía: Willian Chilán



## Cosecha del café

La cosecha del café es la labor cultural que se realiza cuando los frutos de los cafetos han alcanzado su madurez fisiológica y de campo. La madurez fisiológica se refiere al momento de desarrollo del fruto en su nivel máximo, que se expresa en la acumulación de hidratos de carbono, lípidos y proteínas, en la almendra o grano. La madurez de campo se refiere a la apreciación visual donde el productor constata una suavidad en la textura de la epidermis y en el color intenso del fruto, en los matices: rojo, rojizo y amarillo, según el cultivar.

Los grados Brix evidencian el grado de maduración de los frutos. Los grados °Bx constituye la variable que mejor describe la maduración del café a través de las mieles, alcanzando un rango óptimo de 15 a 24°Bx (Vidal, 2014). Un valor 20°Bx equivale al contenido de 20 g de azúcares en una disolución de 100 g (Orozco, 2019).

### 2.1. Estimación de la producción de café robusta

Para planificar la cosecha, resulta necesario estimar la producción esperada, lo cual se debe realizar en tres etapas: 1) La estimación de la producción en gramos café cereza/planta; 2) La aproximación de la producción de café cereza/hectárea; y 3) La proyección anual del rendimiento kg de café oro/hectárea.

#### *Estimación de la producción en gramos de café cereza/cafeto*

La estimación de la producción g café cereza/cafeto requiere del siguiente procedimiento:

- Conteo de las ramas productivas/cafeto.
- Conteo del número de nudos productivos/rama representativa (generalmente ubicada en el tercio medio del cafeto).
- Conteo del número de frutos/nudo en un punto de la rama, preferentemente en la parte central.
- Estimación del peso promedio de un fruto, en gramos, que varía en función del cultivar, clon o híbrido y la situación de la nutrición<sup>1</sup>. Normalmente, el peso promedio de un fruto varía entre 1,5 y 2,5 g.
- Cálculo en gramos de la producción de café cereza/cafeto (PCCC), con base en las siguientes ecuaciones:

$$PCCC (g) = RPC \times NPR \times FN \times PPF$$

Donde:

RPC = Ramas productivas/cafeto

NPR = Nudos productivos/rama

FN = Frutos/ nudo

PPF = Peso promedio del fruto

---

<sup>1</sup> Se pesan 100 frutos maduros y sanos para estimar el peso promedio del fruto.



### *Aproximación de la producción de café cereza en gramos/hectárea*

La producción de café cereza/hectárea se calcula con base en el producto siguiente:

$$PCCH = PCCC \times DR$$

Donde:

PCCH = Producción de café cereza g/hectárea

PCCCC= Producción café cereza g/cafeto

DR = Densidad poblacional real

La densidad poblacional real (DR) se calcula con base en la diferencia siguiente:

$$DR = DT - \text{Número de plantas faltantes}$$

El número de plantas faltantes se calcula a partir de un muestreo en una hilera de 100 cafetos, donde se estima el porcentaje de “fallas”. Se debe repetir el muestreo por tres veces, para tener una alta confianza en el valor promedio de “fallas” o plantas faltantes.

El porcentaje de “fallas” se multiplica por la Densidad Poblacional Teórica (DT) y se tendría el número de plantas faltantes/hectárea (Duicela, 2017). La DT se determina con base en el distanciamiento de siembra, entre hileras y plantas:

$$DT = \frac{MCH}{dh \times dp}$$

Donde:

DT = Densidad poblacional teórica

MCH = 10.000 m<sup>2</sup> = 1 hectárea

dh = Distancia entre hileras

dp = Distancia entre plantas

### *Proyección del rendimiento anual de café oro kilos/hectárea*

La estimación de la producción de café oro kg/ hectárea (REN) se calcula mediante la fórmula siguiente:

- El valor PCCC, calculado en la etapa previa.
- El cálculo de la producción de (en kilos) en café cereza/hectárea (PCP) se basa en la conversión a kilos (1 kg= 1.000 g) y la conversión de café cereza a oro, que puede variar desde 4,5: 1,0 hasta 5,25:1,00. En el presente modelo de estimación se adopta la relación de cereza a oro de 5,0:1,0. Esto significa que por cada 500 kilos de café cereza se obtiene 100 kg de café oro/cafeto.

$$REN = \frac{\frac{PCCH}{1000}}{\frac{5,0}{1}} = \frac{PCCH}{5.000} = \frac{1}{5.000} (PCCH) = 0,0002 * PCCH$$

$$REN = 0,0002 (PCCH)$$

El rendimiento es una variable cuantitativa continua, por tanto, se asume que la media simple es un buen estimador de la media aritmética (Figura 2.1.). En este contexto, se debe tomar una muestra de

10 cafetos de mayor potencial productivo y otra muestra de 10 cafetos de menor potencial productivo (puede incluirse valores de cero). Con estos datos, se procede a calcular las medias parciales y posteriormente la media simple ( $\bar{Y}_s$ ), la cual estima la proyección anual de rendimiento (EREN).

Un modelo representa una simplificación del proceso que se manifiesta por el uso limitado de variables (Montoya *et al.*, 2009). El presente modelo de estimación del rendimiento (kg de café oro/hectárea) es una simplificación que conlleva riesgos inherentes en las estimaciones previas (número de ramas/planta, número de nudos productivos/rama, número de frutos/nudo, peso promedio de un fruto y la estimación de la densidad real).

El presente modelo se convierte en una herramienta útil para hacer esa aproximación del rendimiento anual, requerida para la planificación de la cosecha.

La fórmula para calcular la media simple es la siguiente:

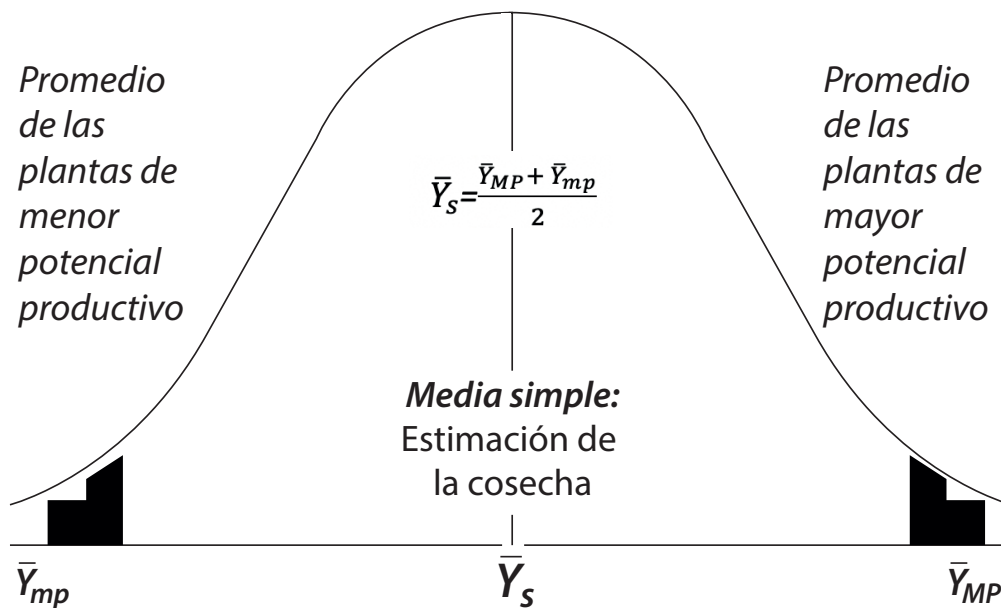
$$\bar{Y}_s = \frac{\bar{Y}_{MP} + \bar{Y}_{mp}}{2}$$

Donde:

$\bar{Y}_{MP}$  = Producción media en las plantas de mayor potencial productivo

$\bar{Y}_{mp}$  = Producción media en las plantas de menor potencial productivo

**Figura 2.1. Fundamentación teórica de la estimación del rendimiento (EREN)**



Elaboración: Los autores

**Ejercicio:** Estimar el rendimiento anual de una hectárea de cafetal a partir de los muestreos de los cafetos de mayor y menor potencial productivo (EREN). Los datos de las proyecciones parciales se exponen en la tabla siguiente:

**Tabla 2.1. Estimación de la cosecha (kg de café oro/ha) a partir de dos muestras en el cafetal**

M	REN (Kg/ha)	m	REN (Kg/ha)
1	700	1	120
2	500	2	56
3	700	3	160
4	800	4	250
5	1050	5	0
6	980	6	200
7	500	7	190
8	760	8	280
9	920	9	155
10	1150	10	320
$\bar{Y}_M$	806	$\bar{Y}_m$	173

$$\bar{Y}_s = 490$$

Resultado estimado: La estimación de la cosecha anual EREN = 490 kg de café oro/ha

## 2.2. Estimación de la época de cosecha

La época de cosecha estará en función de la localidad, del número y del momento de las floraciones. En la especie robusta se constatan genotipos que florecen de tres a 11 veces/año. Un mayor número de floraciones requiere una mayor recolección de frutos/año, situación que lo vuelve costoso. El tiempo que transcurre entre la floración y el café en estado maduro es de  $240 \pm 20$  días. Este valor se considera referencial y se irá validando a nivel de las localidades y de los clones cultivados.

## 2.3. Recomendaciones para la cosecha de café

En la cosecha del café se deben considerar los siguientes aspectos:

- Determinación del estado de madurez de los frutos, según los clones o híbridos, por localidades.
- Recolección manual de los frutos maduros con adecuados equipos de cosecha y empacado en sacos, para ser transportados hasta el centro de acopio
- Colocación de lonas tendidas en el suelo cuando las recolecciones de los frutos se realicen usando cosechadoras mecánicas “tipo mano vibradora” (Díaz *et al.*, 2009; Vélez *et al.*, 2002)
- Organización y recolecciones de los frutos, cuantas veces sean necesarias, a medida que vayan madurando.
- Medidas de prevención para que los frutos cosechados, no entren en contacto con el suelo.
- Colocación del café cereza cosechado, en sacos limpios, para su traslado al lugar de acopio interno.

**Foto 2.1. Equipo artesanal para la recolección de frutos de café**

Fotografía: Willian Chilán

La cosecha de los frutos inmaduros reduce la cantidad en peso de la producción potencial esperada y ausa un detrimento en la calidad de la taza, por lo que debe evitarse esta práctica. Cuando se cosecha el 100% de frutos inmaduros, el peso de la producción potencial se reduce en un 33%. En los casos donde se constate mezclas de los frutos maduros con los tiernos y sobremaduros, se debe clasificar manualmente o usando equipos especializados para la separación de los frutos (Duicela, 2017).

**Foto 2.2. Pérdidas en peso a causa de la cosecha de café inmaduro**

Fotografía: Luis Duicela

El acopio interno de café cereza se refiere a la movilización del producto cosechado desde el cafetal hasta el punto de recepción a nivel de la finca. En esta labor hay que considerar lo siguiente:

- Recepción del café cereza y colocarlo sobre lonas, tendales o entablillados de madera o caña guadua que tengan adecuada ventilación.
- Medidas de prevención para evitar que el café cereza entre en contacto directo con el suelo.
- No amontonar el café cereza cosechado por períodos mayores a tres horas, ni expuesto al sol.
- Cuidado del contacto de los animales domésticos en los lugares de acopio del café cereza.
- Limpieza del lugar de acopio del café cereza, evitando el contacto con basura, piedras, vidrios y plásticos (contaminaciones físicas) y con los agroquímicos y derivados de petróleo (contaminación química).
- Prevención del rehumedecimiento de los frutos en el proceso de secado y almacenamiento para prevenir la proliferación de hongos y bacterias (contaminación biológica).
- Aseguramiento de que el estado de salud de las personas encargadas de procesar el café sea bueno.

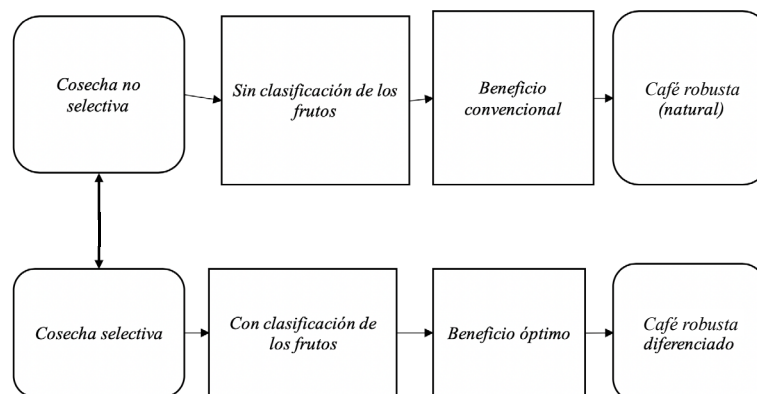
## 2.4. Capacitación a los cosechadores

Es responsabilidad del caficultor la administración de la finca, antes de la cosecha y poscosecha anual, por lo cual debe darse una capacitación al personal de cosechadores y colaboradores en procedimientos básicos como:

- Limpieza y arreglo de los espacios (tendales, marquesinas, secadores artificiales, recipientes).
- Arreglo y calibración de equipos mecánicos (despulpadora, motores, desmucilaginador, otros).
- Arreglo y mantenimiento de instalaciones eléctricas.
- Recolección de los frutos.
- Métodos de beneficio.
- Aseguramiento de la calidad e inocuidad.
- Manejo de registros.

El tratamiento poscosecha empieza con el café cosechado, a partir de esto se proyecta la calidad física del grano y organoléptica de la bebida, en función de la demanda o de las posibilidades de negocios del café. En la Figura 2.3., se indica la relación entre la cosecha y tipos de café:

**Figura 2.2. Relación entre cosecha y tipos de café comercializados**



Elaboración: Los autores

## 2.5. Terminología básica

Acopio interno.	Punto de recepción del café cosechado en la finca, luego de transportar desde los cafetales. Normalmente, se contabilizan las unidades cosechadas y se pesa el producto antes de iniciar el proceso de beneficio.
Capacitación.	Proceso de formación de talentos, dirigido a los colaboradores en los procesos de producción, cosecha y poscosecha.
Cosecha.	Es la labor cultural que se realiza cuando los frutos de los cafetos han alcanzado su madurez fisiológica y de campo.
Estimación del rendimiento anual.	Conjunto secuencial de actividades para proyectar la producción de café en un lote o en una finca con el propósito de planificar de la cosecha.
Frutos vanos.	Conjunto de frutos donde se evidencia que no hubo un correcto desarrollo de los granos por causas genéticas o por carencia de agua en la época del llenado del fruto.
Grado Brix.	Contenido de 1 gramo de azúcares en una disolución de 100 gramos.
Transporte interno.	Trasladar los bultos de café cosechado usando distintos medios de transporte como vehículos motorizados, animales de carga o trabajadores.

## Bibliografía

- Díaz-Gaitán, D., Ramírez-Gómez, C. A., Oliveros-Tascón, C. E., & Moreno-Cárdenas, E. L. (2009). *Cosecha de café con el equipo portátil Still SP-81, de actuadores oscilantes*. *Cenicafé*, 60(1), pp. 41-57.
- Duicela-Guambi, L.A. (2017). *Café robusta: Producción y poscosecha*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Guayaquil, Ecuador: Humus. p. 292.
- Montoya, E. C., Arcila, J., Jaramillo, A., Riaño, N., & Quirola, F. (2009). *Modelo para simular la producción potencial del cultivo del café en Colombia*. *Boletín Técnico N° 33*. Colombia: Cenicafé. p. 52.
- Orozco, N. (2019). *Planificación y sistemas de control de variables para la fermentación del café en Guatemala*. *Revista Científica Ingeniería y Ciencia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar*, 1(19), pp. 32-43.
- Vélez, C. M. R., Mejía, F. Á., Tascón, C. O., & Torres, I. D. A. (2002). *Diseño y construcción de un cosechador de café por vibración circular al tallo*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 55(1), pp. 1395-1413.
- Vidal, M.A. (2014). *Rango ideal de concentración de sólidos solubles durante la maduración del café y su influencia sobre la calidad de taza en dos variedades y tres niveles altitudinales*. (Tesis Ing. Agr.). Universidad Rafael Landívar. Guatemala. p. 43 y anexos.



**Beneficio del café robusta**



**Despulpado en café robusta**

Fotografía: Luis Duicela





## Beneficio del café robusta

El beneficio del café es el proceso de transformación de los frutos maduros en café oro, cubriendo las distintas fases, desde el acopio interno de la cosecha hasta el proceso de preparación de los cafés naturales, lavados o semilavados, incluyendo el almacenamiento (Duicela, 2017).

El café robusta en el Ecuador, a nivel global, se comercializa en gran parte como “cafés naturales”, lo cual presenta una reducida demanda de cafés lavados y semilavados, debido a los atributos sensoriales especiales que despierta. Se ha evidenciado que los cafés naturales bien preparados, a partir de cafés maduros selectos, también pueden alcanzar altos puntajes de calidad organoléptica.

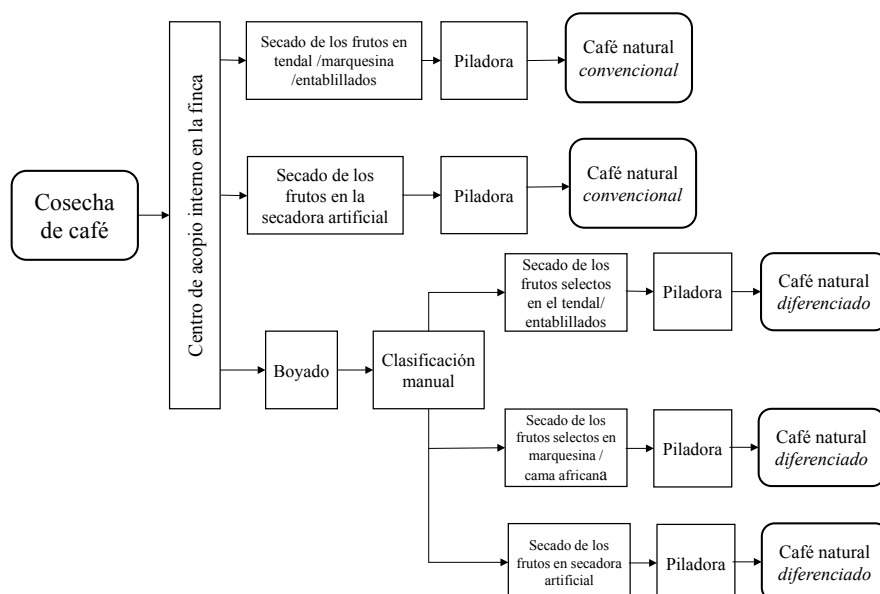
### 3.1. Café natural

El café natural es el producto resultante del beneficio por la vía seca (Haarer, 1984), el cual se basa en la deshidratación de los frutos, con todas sus envolturas, hasta que el grano alcance una humedad de 10 a 12%. Los frutos deshidratados se denominan “café bola” o “bola seca” (COFENAC, 2010). Las envolturas del café “bola seca” se eliminan en una piladora, para dar como producto final el “café natural” (Figura 3.1.).

La relación de peso entre café cereza y “bola seca” es variable y está en estrecha relación con el grado de madurez. El café maduro tiene un mayor peso comparado con el café inmaduro. Por ejemplo: 100 frutos maduros pueden pesar 200 gramos, mientras que 100 frutos inmaduros pesarían aproximadamente 140 gramos, es decir, una pérdida neta del 30% en peso.

La conversión de café cereza a pilado, merece atención, pues, si el café se encuentra en un adecuado estado de madurez, la conversión es de 4,50:1,00 y en algunos clones inclusive es inferior, esto significa que se requiere 450 libras de café cereza para obtener 100 libras de café pilado. Sin embargo, cuando el café está inmaduro o hay mezclas de frutos con distintos grados de maduración, la relación puede ser mayor a 5,00:1,00. Como referencia se considera que 500 libras de café cereza se convierten en 200 libras de café “bola seca” y esta cantidad, luego del pilado, alcanza 100 libras de café verde (pilado u oro) (Duicela, 2017).

Figura 3.1. Esquema del proceso de preparación de café natural



Elaboración: Los autores

### *Acopio interno*

El acopio interno de los frutos cosechados se refiere a la movilización del producto recolectado diariamente desde el cafetal hasta el punto de recepción en la finca. En esta fase hay que tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Colocación del café cereza sobre lonas, tendales o en entablillados de madera o caña guadua, asegurándose de que la masa de frutos no entre en contacto con el suelo.
- Aseguramiento de que los frutos cosechados no sean amontonados por períodos mayores a tres horas, ni expuestos al sol y a la lluvia.
- Cuidado del contacto de animales domésticos con la masa de frutos.
- Limpieza del lugar, evitando el contacto con contaminantes físicos (basura, piedras, vidrios y plásticos) y químicos (pesticidas y derivados de petróleo).
- Prevención de la contaminación del café con hongos y bacterias (contaminación biológica) y aseguramiento de que las personas encargadas del proceso del café tengan un buen estado de salud (ANECAFE, 2006).

### *Secado del café cereza*

El secado consiste en la deshidratación de las cerezas hasta un rango de humedad del 10 al 13% (INEN, 2006). Para secar el café cereza se deben usar tendales de cemento, entablillados de madera, zarandas de plástico o de malla metálica, secadores solares (marquesinas) o secadores artificiales

En un tendal de cemento, dependiendo de la irradiación solar, el secado de las cerezas puede demorar de 5 a 10 días hasta obtener el café “bola seca”. En marquesinas, el proceso de deshidratación puede demorar de 7 a 15 días. El secado en equipos mecánicos es muy variable, reduciéndose a pocas horas.

En todos los casos, la infraestructura debe estar limpia y los equipos protegidos. No se debe mezclar los granos de diferentes porcentajes de humedad, en ningún caso. Cuando se secan los frutos en tendales de cemento o entablillados, hay que protegerlos durante el proceso, con lonas o láminas plásticas durante las noches o cuando haya riesgo de lluvias.

En el secado hay que evitar el rehumedecimiento de los granos para prevenir el ataque de hongos. El secado debe hacerse esparciendo los granos en capas delgadas de 3 a 7 centímetros de espesor y removiendo de 3 a 10 veces al día.

El café “bola seca” es el producto resultante de este proceso.

### *Pilado del café “bola seca”*

El pilado consiste en la eliminación de todas las envolturas del grano de café. El producto resultante de este proceso es el café natural.

### Foto 3.1. Beneficio de café robusta por vía seca



Café cereza en proceso de secado



Café bola seca

Fotografía: Willian Chilán

### Foto 3.2. Café natural, producto resultante del beneficio por vía seca



Café Pilado

Fotografía: Willian Chilán

## 3.2. Cafés lavados

Los métodos que se usan para obtener café lavado son: vía húmeda y húmedo enzimático (Figura 3.2.). Para estos procesos se deben aplicar un conjunto de recomendaciones, desde la elaboración del plan hasta el almacenamiento y transporte (COFENAC, 2010).

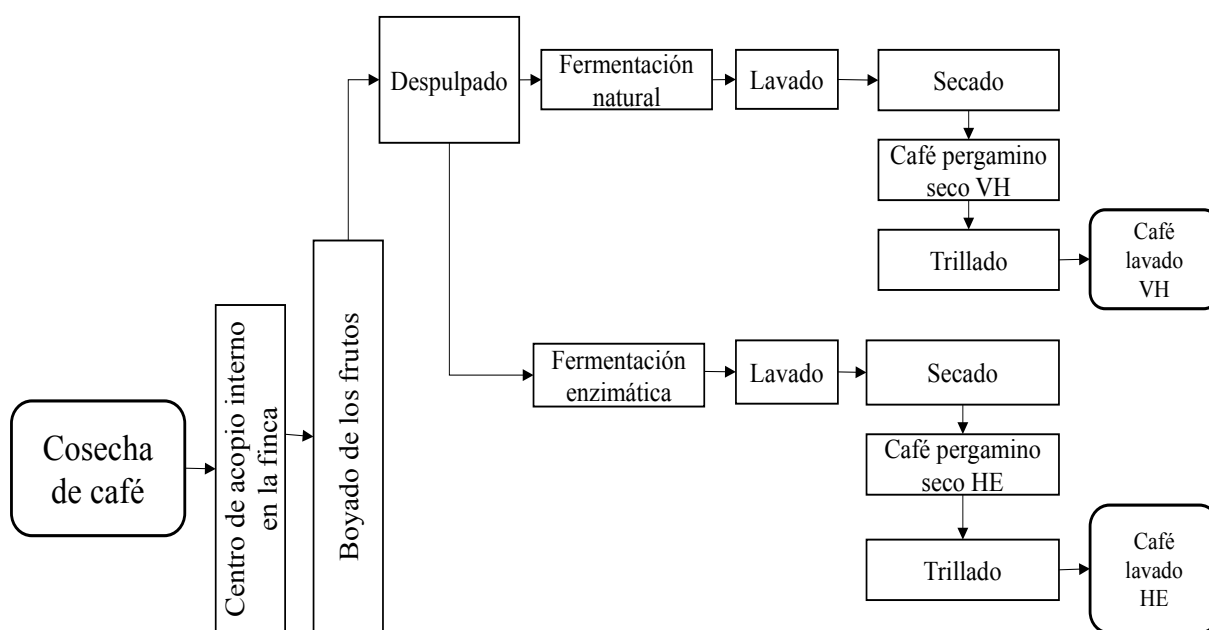
Las recomendaciones generales para la preparación de los cafés lavados incluyen: plan de cosecha y poscosecha, cosecha selectiva, acopio interno del café cereza y boyado. El boyado es una actividad que se realiza para la separación física de las hojas y palos; así como, de los frutos vanos y secos de toda la masa de frutos cosechados usando un recipiente con agua (Duicela, 2017).

En este proceso se deben considerar las siguientes recomendaciones:

- Garantizar la limpieza de los recipientes plásticos o tanques de cemento, donde se realiza el boyado.
- Usar agua limpia en el boyado.
- Colocar agua en recipientes o tanques, aproximadamente hasta 2/3 de su capacidad.
- Introducir una adecuada cantidad de café cosechado en recipientes o tanques con agua y agitar la masa de frutos.
- Usar un tamiz para retirar los frutos vanos, tiernos y secos, la basura y las hojas que se encuentren flotando sobre el agua del recipiente o tanque.

- Recoger los frutos maduros que por su mayor densidad queden asentados en el fondo del recipiente.
- Clasificar los frutos maduros, separados en el boyado, para la continuación del proceso por vía húmeda o húmedo enzimático.
- Aplicar los métodos de beneficio por vía húmeda o húmedo enzimático en los frutos maduros clasificados mediante el boyado.

**Figura 3.2. Esquema de la preparación de los café lavados: por vía húmeda (VH) y por el método húmedo enzimático (HE)**



Elaboración: Los autores

### 3.2.1 Beneficio por vía húmeda (VH)

El beneficio húmedo convencional es un proceso de transformación del café cereza maduro al café pergamino húmedo que involucra el boyado, despulpado, fermentación y lavado. El café pergamino húmedo luego del secado se transforma en café pergamino seco, posteriormente se trilla y da como producto el café lavado (Duicela, 2017) (Foto 3.3.). El despulpado es la acción de eliminar la cáscara del fruto (epidermis) y una parte de la pulpa o mesocarpio, usando equipos especiales que se denominan despulpadoras. En este proceso se recomienda lo siguiente:

- Los frutos maduros de café deben despulparse el mismo día de la cosecha.
- Eliminar la cáscara y parte del mucílago (pulpa del café) usando una despulpadora.
- La despulpadora debe estar bien calibrada, de acuerdo al tamaño de los frutos.
- El café despulpado o “café en baba” debe ser colocado en tanques tinas de cemento o en recipientes de plástico limpios, para el proceso de fermentación.
- Los tanques tinas de cemento o los recipientes de plásticos conteniendo el “café en baba”, deben protegerse en su alrededor para evitar contaminaciones.

La fermentación natural es un proceso biológico donde intervienen las enzimas presentes en el mucílago y así como, los hongos, levaduras y bacterias, que empiezan a crecer en grandes cantidades. El tiempo de fermentación varía de 20 a 27 horas (Duicela, Guamán & Farfán, 2015). Las recomendaciones para una buena fermentación son:

- No usar recipientes metálicos para la fermentación del café despulpado (“café en baba”).
- Depositar el “café en baba” en los tanques tinas de cemento o en los recipientes plásticos.
- Asegurar que la fermentación de los granos llegue a su nivel óptimo, es decir en un punto que posibilite la completa remoción del mucílago sin que haya afectación al grano.
- Determinar el “punto óptimo” de fermentación frotando una cantidad de granos con las manos: si al tacto, los granos se sienten ásperos y al friccionar entre ellos se siente un sonido a cascajo, la fermentación ha concluido. Otra forma de probar el punto óptimo de fermentación es mediante la introducción de un palo (diámetro de 5 a 10 cm) en la masa de café fermentado: si la huella (hoyo) se mantiene sin desmoronarse, la fermentación ha concluido.
- Evitar la “sobre fermentación” del café porque origina manchas en el pergamino y tiene efectos negativos sobre las cualidades físicas y organolépticas.
- Evitar la “fermentación incompleta” porque provoca un aspecto sucio del pergamino y deteriora la calidad de taza.

La construcción del tanque tina para la fermentación de café se realiza en mampostería revestida con cemento. Las medidas del tanque dependen del volumen de producción de la finca y del período de cosecha. Para fincas de pequeños productores, el tanque puede tener 1,80 m de largo x 0,80 m de ancho y 0,60 m de altura. Las esquinas del fondo del tanque deben ser redondeadas para facilitar su limpieza. El fondo debe tener una pendiente del 2% hacia el escurridero. El desagüe debe ser amplio para que las aguas mieles salgan con facilidad, en el lavado. Los materiales que se requieren para la construcción son: tres sacos de cemento, 45 metros de alambre de púa; 0,75 metros de tubo PVC de 4”; 1,50 metros de tubo PVC de 3”; 16 tablas para formaleta (3,0 x 0,2 m); 9 carretilladas de arena; 4 carretilladas de gravilla; 3 carretilladas de piedra de tamaño de un puño y una zaranda metálica plana.

Después de la fermentación se continúa con el proceso de lavado que debe realizarse lo más rápido posible para evitar que el excesivo número de microorganismos genere sabores indeseables. En el lavado se elimina el mucílago fermentado adherido al pergamino y todas las otras sustancias solubles que se forman durante la fermentación. Para el lavado del café fermentado se recomienda:

- Usar en el lavado del café solo agua limpia.
- Lavar el café fermentado en los mismos recipientes donde se realizó la fermentación.
- Eliminar el mucílago adherido al pergamino, restregando intensamente la masa de café.
- Construir sistemas de lavado en canalones u otras alternativas para remover el mucílago, adaptándose a las circunstancias locales y la cantidad de café cosechado.
- El producto resultante de este proceso es el café pergamino húmedo.

El secado del café pergamino húmedo tiene el propósito de reducir el contenido de humedad del grano hasta un rango del 10 al 13 por ciento. El café pergamino húmedo para secarse requiere aproximadamente de 40 a 50 horas de sol. Para el secado del café pergamino húmedo, se recomienda:

- Usar tendales de cemento, entablillados de madera, zarandas de plástico o de malla metálica inoxidable, camas africanas, secadores solares o secadores artificiales.
- Limpiar los lugares e infraestructura de secado y protegerlos de animales y de otros posibles contaminantes (basura, polvo, humo).
- No mezclar los granos con diferentes grados de humedad, en ningún caso.
- Proteger los granos en proceso de secado cuando sea pertinente con lonas o plásticos, durante las noches o cuando haya riesgo de lluvias.

Evitar el rehumedecimiento de los granos de café durante el secado porque favorece el ataque de hongos. La presencia de hongos causa deterioro en la calidad física de los granos y en la calidad organoléptica de la bebida; además, constituye un riesgo para la incidencia de la Ocratoxina A (OTA).<sup>2</sup>

- Secar esparciendo los granos en capas delgadas de 5 centímetros de espesor y removiendo de 3 a 4 veces al día, porque el tiempo de secado al sol depende de las condiciones climáticas, del espesor de la capa de café en secamiento y de la frecuencia de remoción de la masa.
- El café pergamino seco es el producto resultante de este proceso.

El café pergamino seco es trillado en equipos mecánicos especializados (trilladora), para eliminar el pergamino y película plateada que recubren la almendra o grano. En el trillado del café pergamino seco se debe considerar lo siguiente:

- Ser comercializado directamente o sometido al trillado en máquinas piladoras de café.
- Revisar y calibrar periódicamente la piladora para que los granos no se quiebren o maltraten.
- El producto que resulta de este proceso es el café lavado.

### Foto 3.3. Beneficio de café robusta por vía húmeda



Despulpado de café cereza



Secado de café pergamino



Café lavado

Fotografía: Willian Chilán

2 Una toxina es una sustancia venenosa o tóxica. Mico=hongos. Por lo tanto: micotoxina es una sustancia venenosa causada por hongos. En el caso de Ocratoxina A es una micotoxina causada por hongos *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus carbonarius* y *Penicillium verrucosum*

### 3.2.2 Beneficio húmedo enzimático

El beneficio húmedo enzimático es un proceso de transformación del café cereza a café pergamino húmedo, usando enzimas pectolíticas<sup>3</sup> que aceleran la fermentación del café despulpado. En la perspectiva de masificar la oferta de café lavado, este método resulta muy conveniente por cuanto el mismo día de la cosecha, se puede fermentar, lavar y poner a secar. Este método de beneficio ha posibilitado obtener altos puntajes sensoriales y se recomienda en la preparación de cafés especiales.

El café cereza maduro, luego del boyado, se despulpa con un equipo mecánico (despulpadora) y sobre este café despulpado se añade el producto enzimático (Foto 3.4.). En este proceso se recomienda:

- Despulpar la café cereza en un equipo calibrado.
- Colocar el café despulpado (“café en baba”) en tanques de cemento o recipientes de plástico, pero no metálicos.
- Usar producto enzimático<sup>4</sup> específico para acelerar la fermentación del café despulpado, en la dosis y forma adecuada. La dosis del producto enzimático que se recomienda es de un centímetro cúbico por cada 10 kilos de café cereza (22 libras) (COFENAC, 2010). Esto equivale a 100 centímetros cúbicos por 1.000 kilos de café cereza (22 quintales).<sup>5</sup>
- Aplicar el producto enzimático de acuerdo al siguiente procedimiento:
- Disolver el producto enzimático, en la dosis recomendada, en un pequeño recipiente con agua (p.e.: botella plástica).
- Agregar la solución enzimática sobre la masa del café despulpado.
- Remover intensamente la masa de café despulpado con enzimas para tener una completa dispersión del producto enzimático.
- Controlar que la fermentación llegue a su nivel óptimo, que varía según la temperatura de la localidad, de 25 a 40 minutos (COFENAC, 2010). El punto óptimo de fermentación se determina restregando una pequeña cantidad de granos con las manos, donde al sentirlo áspero con sonido a cascajo, se deduce que la fermentación ha concluido.
- Lavar el café aplicando las recomendaciones referidas para el beneficio por la vía húmeda. El producto resultante de este proceso es el café pergamino húmedo.
- Secar cuidadosamente el café pergamino en tendales de cemento, marquesinas, camas africanas o secadores artificiales.
- El café pergamino seco luego del trillado da como producto el café lavado.

3 El producto enzimático está compuesto de pectinasas; son un grupo de enzimas capaces de descomponer o separar sustratos de polisacáridos encontrados en la pulpa del café.

4 Granozime café es el nombre comercial del producto enzimático usado en este proceso de beneficio.

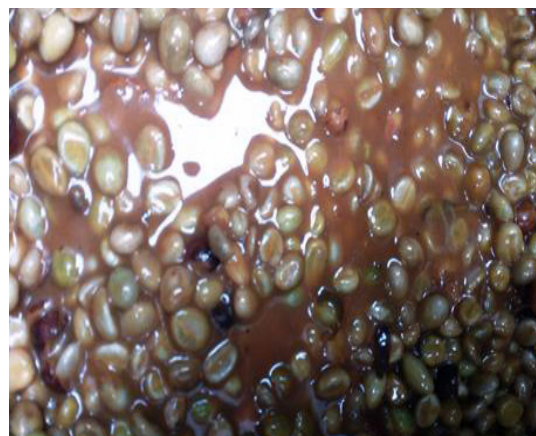
5 Un litro del producto enzimático alcanzaría para preparar alrededor de 44 quintales de café en grano.



### Foto 3.4. Beneficio húmedo enzimático del café robusta



Producto enzimático



Proceso de fermentación enzimática



Café lavado (beneficiado con enzimas)

Fotografía: Willian Chilán

### 3.3. Cafés semilavados

El beneficio semihúmedo es un proceso de transformación del café cereza a café pergamino seco “con miel” que involucra el despulpado y secado del “café en baba” con todo el mucílago”. El café pergamino seco “con miel”, luego del trillado da como producto final el café semilavado (COFENAC, 2010). Con este método de beneficio se ha logrado obtener altas calificaciones sensoriales (Foto 3.5.).

#### *Secado del café pergamino con mucílago*

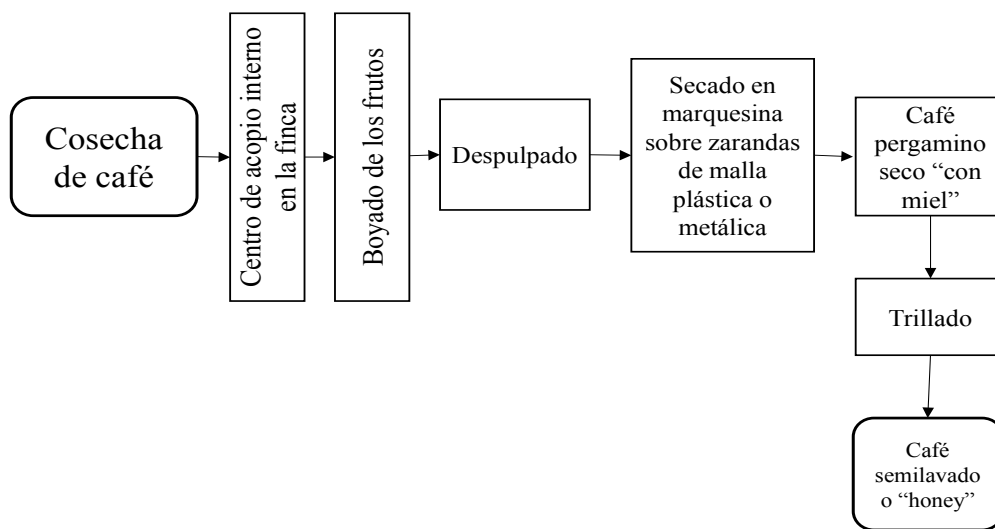
El secado del “café en baba” tiene el propósito de deshidratar el grano, hasta un rango del 10 al 12% de humedad. En el secado del café con mucílago debe considerarse los siguientes aspectos:

- Despulpado del café cereza en equipos calibrados.
- Colocar, inmediatamente, el café despulpado, en los tendales de cemento, secadores solares, zarandas o camas africanas.
- Los secadores deben estar limpios y protegidos de los animales domésticos.
- Evitar las mezclas de cafés con diferentes grados de humedad o de días distintos de procesamiento.
- Esparcir los granos en capas delgadas de 3 a 5 centímetros de espesor, removiendo de 6 a 10 veces al día.

- Proteger los granos, con lonas o láminas de plástico, durante las noches o cuando haya riesgo de lluvias.
- Evitar el rehumedecimiento de los granos para prevenir el ataque de hongos que pueden deteriorar la calidad del café.
- Secar el café, preferiblemente hasta un 10-12 % de humedad del grano.
- El producto resultante de este proceso es el café pergamino seco “con miel”.

El café pergamino seco “con miel” puede ser comercializado directamente o ser sometido al trillado en máquinas para la eliminación del pergamino y película plateada que recubren la almendra o grano. El producto resultante de este proceso es el café semilavado, conocido también como “café honey” (Figura 3.3.).

**Figura 3.3. Esquema del proceso de preparación de los cafés semilavados**



Elaboración: Los autores

Foto 3.5. Beneficio semihúmedo del café robusta



Selección de granos maduros



Secado de café despulpado con mucílago



Café semilavado o “Honey”

Fotografías: Willian Chilán

### 3.4. Terminología básica

Beneficio ecológico subhúmedo.	Es el proceso de transformación del café cereza mediante el despulpado y desmucilaginado mecánico en equipos especializados, para obtener directamente el café “pergamino húmedo” que luego del secado se transforma en café “pergamino seco” que al ser trillado da como producto un café lavado.
Beneficio húmedo enzimático.	Es el proceso de transformación del café cereza mediante el despulpado, fermentado con la adición de enzimas pectolíticas y lavado para obtener el café “pergamino húmedo” que luego del secado se transforma en café “pergamino seco” que al ser trillado da como producto un café lavado.
Beneficio por la vía húmeda.	Es el proceso de transformación del café cereza, mediante el despulpado, fermentado natural y lavado, a café “pergamino húmedo” que luego del secado se transforma en “pergamino seco”. Luego de la trilla da como producto el café lavado (Bravo & Giler, 2018).
Beneficio por la vía seca.	Es el proceso de deshidratación de los frutos con todas sus envolturas hasta la obtención del café “bola seca” que luego de la trilla da como producto el café natural.
Beneficio semihúmedo.	Es el proceso de transformación del café cereza mediante el despulpado y secado del café pergamino con todo el mucílago, que se transforma en café “pergamino con miel”. Luego de la trilla da como producto un café semilavado o “honey”.
Beneficio.	Es el proceso de transformación de los frutos maduros en café oro, cubriendo las distintas fases, desde el acopio interno de la cosecha hasta el almacenamiento del grano.

Transporte interno.	Trasladar los bultos de café cosechado usando distintos medios de transporte como vehículos motorizados, animales de carga o trabajadores.
Café lavado.	Es el producto resultante de la trilla del café pergamino seco.
Café natural.	Es el producto resultante del beneficio por vía seca, luego del pilado.
Café semilavado.	Es el producto resultante de la trilla del café “pergamino seco con miel”, también se identifica como café “honey”.
Café oro.	Es el grano o almendra de café seco, sin envolturas. También se conoce como café verde (green coffee: siglas en inglés).
Producto enzimático.	Es el producto comercial preparado a base de pectinasas que se adicionan al café despulpado para acelerar la fermentación.

## Bibliografía

- Asociación Nacional de Exportadores de Café (ANECAFE) (2006). *Plan Nacional de Acción para la Prevención de Ocratoxina A (OTA) en el café ecuatoriano*. FAO-ANECAFE-MAG. p. 28.
- Bravo, C., & Giler, M. (2018). *Alternativas de poscosecha sobre la calidad en tres variedades de café arábigo*. (Tesis Ing. Agroindustrial). Escuela Superior Agropecuaria de Manabí. Calceta, Manabí, Ecuador. p. 38 y anexos.
- Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC). (2010). *Influencia de métodos de beneficio sobre la calidad organoléptica del café robusta*. Informe Técnico. Portoviejo, Ecuador. p. 53.
- Duicela-Guambi, L.A. (2017). *Café robusta: Producción y poscosecha*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Guayaquil, Ecuador: Humus. p. 292.
- Duicela, L.A.; Guamán, J.E., & Farfán, D.S. (2015). *Poscosecha y calidad del café*. Guayaquil, Ecuador. p. 18.
- Haarer, A.E. (1984). *Producción moderna de café*. L. Hill. (Ed.). M Godínez (Trad). 2 ed. rev. México: Continental. pp. 343-393.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) (2006). NTE INEN 285:2006. *Café verde en grano: Clasificación y requisitos*. Quito, Ecuador. p. 10.



### Secado del café robusta



Fuente: ASOSUMACO, Loreto, Orellana  
Fotografía: Wilson Yáñez



## Secado del café robusta

El secado es la etapa de beneficio que tiene el propósito de disminuir la humedad del grano hasta llegar al 10-12%. El secado está en función de la temperatura, humedad relativa, viento, espesor de la capa de café en secamiento, tiempo y frecuencia de remoción de la masa.

Comercialmente se prefiere un porcentaje de humedad del 10-12%, con el que se puede almacenar sin riesgo del ataque de hongos; aunque la normativa indica hasta el 13% de humedad del grano en café robusta (INEN, 2006). En el secado del café se deben extremar las precauciones, debido a que el grano es altamente higroscópico y sensible para absorber los olores del medio que lo rodea (Puerta, 2013). El secado se define como “el método universal de acondicionar los granos por medio de la eliminación del agua hasta un nivel que permita su equilibrio con el aire del ambiente, de tal forma que preserve su aspecto (FUNICA, 2009), sus características de alimentos, su calidad nutritiva y la viabilidad de la semilla” (Arias, 1993).

### 4.1. Sistemas de secado

El contenido de agua en los granos secos es uno de los criterios más importantes para la comercialización. El grano está compuesto por materia seca y agua en cantidades específicas. Un alto contenido de agua condiciona a la textura, sabor y calidad física y sensorial; además, es un factor determinante de su naturaleza perecedera (Puerta, 2013).

De acuerdo con el método de beneficio aplicado, el café puede secarse con todas sus envolturas (beneficio por vía seca), o los métodos de preparación de cafés lavados (beneficio por vía húmeda y método húmedo enzimático). Durante el proceso de secado, se requiere de mucho cuidado, ya que un defectuoso proceso puede provocar granos vinagre, cristalizados, decolorados, sobrecados, aplastados, sucios y con mohos. Los riesgos para la calidad del grano por la presencia de mohos son altos cuando se seca el café pergamino con cáscara, o mucílago adherido, que ocasionan demoras en el secado.

Para realizar un correcto secado de los granos se recomienda lo siguiente:

- Colocar el café cosechado cereza o pergamino húmedo en los tendales de cemento, marquesinas, entablillados de caña o madera, camas africanas o zarandas con malla metálica o de plástico.
- Evitar el secado del café cereza o pergamino húmedo sobre la carretera (asfalto o tierra)
- Usar lonas cuando vaya a secarse el café en entablillados de madera o caña.
- Esparcir los granos en capas delgadas de 3 a 7 cm de espesor.
- Remover intensamente de tres a diez veces al día, de manera uniforme, la masa de café en secamiento.
- Amontonar el café en proceso de secado y cubrir con la lámina plástica cuando se encuentre en el tendal (construcción con piso de cemento) o en una cama africana (mesón con sarán o malla metálica o plástica, sin cubierta completa) y haya riesgo de lluvia.
- Evitar mezclas de frutos o granos con diferente grado de humedad.
- Asegurar la limpieza del área de secado.
- Proteger el café de la presencia de animales domésticos y otras potenciales fuentes de contaminación.
- Asegurar que las personas encargadas del secado del café tengan un buen estado de salud.



- Llegar al punto de secado óptimo como “bola seca” requiere de 8 a 15 días en los tendales de cemento o en las marquesinas.
- Llegar al punto de secado óptimo en café pergamino requiere de 5 a 10 días en marquesinas.
- Secar el café pergamino requiere de 40 a 50 horas sol.
- Secar el café cereza requiere hasta 80 horas sol.
- Tener presente que el tiempo de secado depende de la temperatura, humedad relativa, viento, espesor de la capa de grano y frecuencia de la remoción.
- Evitar el rehumedecimiento de los granos durante el secado, porque favorece el ataque de hongos y riesgo de incidencia de Ocratoxina A (OTA).

El secado es el conjunto de acciones, en infraestructura especializada, orientadas a deshidratar el café cereza o pergamino húmedo, en condiciones naturales o artificiales, utilizando la energía solar u otras fuentes de calor, integrando los elementos: control de humedad del grano y del ambiente, del flujo de aire, de la temperatura interna y externa; así como del aseguramiento de la inocuidad del producto.

#### 4.2. Secado al sol

El secado puede hacerse de manera natural, empleando la energía solar, en tendales o patios de cemento, en camas africanas, marquesinas o elbas para deshidratar el café hasta lograr una humedad del 10 al 12% (Duicela, 2017).

**Foto 4.1. Tipos de rastrillos recomendados para remover el grano durante el secado**



Rastrillo Cenicafé

Fuente: Centro Nacional de Investigaciones de Café, Colombia

#### Tendales de cemento

En este método de secado, el café en grano se distribuye en patios construidos con cemento en capas de 3 a 5 cm de alto y con una remoción de la masa de 3 a 6 veces por día (Foto 4.1.), en una equivalencia de 25 a 50 libras por metro cuadrado. Los tendales deben tener una leve inclinación para evitar los encharcamientos de agua (Foto 4.2.).

**Foto 4.2. Secado del café en tendal de cemento**

Secado de café pergamino



Secado de café en cereza

Fotografía: Willian Chilán

### Secado en zarandas

Otro tipo de secado del grano es el realizado en zarandas de malla plástica o metálica (Foto 4.3.). Se ha evidenciado que el secado en zarandas con malla metálica permite una deshidratación del grano más uniforme.

**Foto 4.3. Secado del café en zarandas con malla metálica o de plástico**

Fotografía: Willian Chilán

### Camas africanas

Los mesones con sarán o mallas metálicas o de plástico, sin cubierta completa, se conocen como “camas africanas” (Foto 4.4.). Son estructuras rectangulares construidas de madera o caña guadua con una malla negra (sarán). Este tipo de secador mantiene el café alejado del suelo y permite la libre circulación del aire. Generalmente se usa para secar el café cereza, en una cantidad aproximada de 100 libras por metro cuadrado.

**Foto 4.4. Camas africanas o mesones artesanales con sarán o malla plástica**

Fotografía: Willian Chilán

**Elbas**

Las elbas son estructuras móviles mixtas (cemento y madera) o totalmente de madera tipo cajones en rieles y con techo de zinc u otras cubiertas (Foto 4.5.). Durante el día son abiertas para el secado del café y en la noche son guardadas para su protección. La capa del café es similar al usado en tendales de cemento.

**Foto 4.5. Sistema de secado en elbas**

Fotografía: Willian Chilán

**Secadores en mesones con cubierta de sarán**

Cuando las condiciones de clima y manejo lo permiten, para el secado del grano se puede implementar el uso de secadores solares parabólicos, contruidos con materiales de la finca, que están compuestos de mesones con una cubierta de malla negra (sarán) y zarandas de madera con malla plástica o metálica para permitir la circulación interna del aire (Foto 4.6 y 4.7).

**Foto 4.6. Sistema de secado combinado en mesones con zaranda y cubierta de sarán**

Fotografía: Willian Chilán

**Foto 4.7. Sistema de secado combinado sarán y cubierta de plástico o zinc**

Fotografía: Willian Chilán

### *Marquesinas*

En las zonas cafetaleras, principalmente lluviosas, se promueve el uso de marquesinas o secadores solares tipo invernadero. La construcción de una marquesina puede hacerse con caña guadua y madera (pilares, travesaños y mesones) o estructuras de tubos de PVC o de tubos de hierro galvanizado (Foto 4.8.). En todos los casos, el elemento clave de la marquesina es la cubierta, de láminas de plástico de polietileno o polipropileno, de color blanco o transparente. Se recomienda que una marquesina tenga una altura promedio de 2 m entre el suelo y el arco formado por el techo y las alturas de los extremos laterales sean 0,60 m.

Algunos aspectos importantes a considerar al construir una marquesina son: el tamaño y la posición con respecto al recorrido del sol y a la dirección del viento. El tamaño del secador solar depende

del volumen de café que vaya a secar y de la disponibilidad de recursos del productor. Hay diversas experiencias en la construcción de secadores solares como: marquesina sobre tendales de cemento o sobre mesones de tabla o caña guadua. También hay marquesinas con repisas múltiples con el propósito de aprovechar eficientemente el espacio (Foto 4.9.). Las láminas de plástico blancas o transparentes deben tener un espesor de por lo menos  $150 \mu\text{m}$  (micras), encontrándose en el mercado láminas hasta de  $200 \mu\text{m}$  ( $1 \mu\text{m} = 10^{-6}\text{m} = 0,25 \text{ galgas}$ ). La duración de la lámina plástica depende de las condiciones de la atmosfera, normalmente se deteriora en dos años de uso.

El proceso de secado se fundamenta en el principio invernadero: la energía solar eleva la temperatura del aire que circula a través de los mesones o sobre el grano húmedo. El secado depende de la temperatura interna, que se eleva por el plástico y la irradiación solar, por la circulación de aire que evacúa el aire caliente y húmedo, por el espesor de la capa de secado y por la frecuencia de la remoción de la masa de café. Por esta situación se recomienda usar láminas de plástico de color blanco, mesones con malla plástica o tela metálica que favorezcan la circulación del aire caliente, espesor de la capa de grano hasta 7 cm, remociones intensas de 5 a 10 por día, y cuando sea factible el uso de ventiladores para evacuar el aire caliente y húmedo del interior de la marquesina.

El tiempo de secado dependerá de las horas sol, temperatura ambiente y la humedad relativa. Se estima que con 8 horas de sol diarias a una temperatura promedio de  $28 \text{ }^\circ\text{C}$  y humedad relativa del 70%, el secado del café tardará de 30 a 50 horas (Oliveros *et al.*, 2014).

**Foto 4.8. Sistema de secado combinando marquesina con tendal de cemento**



Fotografía: Wilson Yáñez

**Foto 4.9. Sistema de secado en marquesinas con repisas**

Fotografía: Willian Chilán

### *Cantidad del café a secarse en tendal, zaranda, entablillado o marquesina*

Los secadores solares (marquesinas, cama africana, tendal de cemento o entablillado de madera o caña guadua) pueden tener diferentes dimensiones. El uso total o parcial del espacio de secado se relaciona con el volumen de café disponible para el proceso de secado.

La cantidad de café a secarse ( $V$ ) ya sea en cereza o en pergamino húmedo, depende del área de secado ( $A$ ), del peso específico del café ( $w$ ) y de la capa o espesor a usarse para el secado ( $E$ ).

La fórmula para el cálculo de  $V$  es la siguiente:

$$V = AEw$$

El área de secado varía según la longitud y ancho ( $A = \text{longitud} \times \text{ancho}$ ) y se expresan en  $m^2$ .

El espesor de la capa de café a secarse ( $E$ ) puede variar de 2 a 7 cm. En las marquesinas normalmente se recomienda 3,5 cm y en los tendales hasta 7,0 cm.

- El peso específico ( $w$ ) del café cereza o pergamino húmedo debe determinarse con antelación<sup>6</sup> al secado y se expresa en  $kg/m^3$ . En café robusta se toma como referencia:  $w = 600 \text{ kg/m}^3$ . El peso específico ( $w$ ) puede variar en función del cultivar o de la procedencia del café.

### **Ejercicio:**

Calcular la cantidad de café cereza a secar en un tendal de cemento de  $6 \text{ m}^2$  a un espesor de la capa de secado de 5 cm.

$$\text{Datos: } A = 6 \text{ m}^2; E = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}; w = 600 \text{ kg/m}^3$$

$$V = AEw \quad V = 6(0,05)(600) = 180 \text{ kg de café cereza}$$

En la Tabla 4.1., se indica la cantidad de café a secarse en función del área del secado y del espesor de la capa de café. En un metro cuadrado de tendal, con un espesor de 7 cm, puede secarse 42 kg que equivale a 92,4 libras.

<sup>6</sup> El peso específico es equivalente a la densidad y se calcula a partir de la relación:  $1 \text{ g/litro} = 1 \text{ kg/m}^3$

Tabla 4.1. Cantidad de café (kg) a secarse en función del área y espesor en el secado

Área del secado (A) en m <sup>2</sup>	Espesor de la capa de secado (E ) en cm					
	2	3	4	5	6	7
1	12	18	24	30	36	42
2	24	36	48	60	72	84
3	36	54	72	90	108	126
4	48	72	96	120	144	168
5	60	90	120	150	180	210
6	72	108	144	180	216	252
7	84	126	168	210	252	294
8	96	144	192	240	288	336
9	108	162	216	270	324	378
10	120	180	240	300	360	420

Elaboración: Los autores

### 4.3. Secado mecánico o artificial

En las zonas cafetaleras de robusta, la mayoría de productores utiliza la energía solar como fuente de calor para generar los procesos de secado; aunque a veces la falta de mano de obra, infraestructura para secado, condiciones climáticas adversas como presencia de lluvias y pocas horas de luz solar durante la fase de secado dificultan esta labor, lo cual impide un secado eficiente del café y a la vez, generar riesgos para la inocuidad.

- El proceso de secado del café también se lo hace en cámaras, en las que se circula aire caliente a un máximo de 50 °C, impulsado por un ventilador, que atraviesa la masa del café.

#### *Ventajas del secador mecánico.*

- Secado independiente en condiciones climáticas adversas de la zona.
- Rapidez en el proceso de secado, es más eficaz que el secado directo al sol.
- Mayor eficiencia del secador mecánico en comparación con el secado en tendal (40-60%).
- Ahorro de combustible fósil al usarse la cáscara de café como insumo de los quemadores.
- Optimización de los espacios del área de secado en comparación con los secadores tradicionales.
- Bajo nivel de rehumedecimiento porque los secadores artificiales se ubican en ambientes cubiertos.

### Foto 4.10. Sistemas de secado artificial



Sistemas de secado artificial en gavetas



Sistemas de secado artificial de lecho fijo

Fotografía: Willian Chilán

### *Secadores mecánicos de “lecho fijo”*

Otro secador usado para el café es el “Secador de lecho fijo”, que es muy versátil para diferentes tipos de granos, por ser de bajo costo en su construcción, comparándolo con otros secadores que se encuentran en el mercado nacional (Arias, 1993). Los secadores de lecho fijo pueden ser circulares o rectangulares, cuyos principios de acción y operación son similares.

Los granos son secados a través del aire que es calentado al pasar por el lecho o cámara, para lo que se utilizan sistemas de combustión que pueden quemar combustibles fósiles o biomasa como cáscara de café u otros materiales (Dalpasquale *et al.*, 1991; De Lucia & Assennato, 1994).

El aire utilizado en el secado se lo calienta indirectamente; es decir los gases de combustión se calientan en el interior de las cámaras metálicas y el aire circula por el exterior de las cámaras (Foto 4.11.). La altura recomendada para estos secadores es 1,20 m de los cuales 0,50 m corresponden al distribuidor de aire (fondo) y 0,70 m al secador propiamente dicho.

El secador de lecho fijo sea de forma rectangular o circular está compuesto de las siguientes partes: horno y ventilador, cámara de distribución, lámina de hierro y cámara de secado (Novoa y Palacios, 2010). En la Figura 4.1., se puede apreciar una vista general de un secador de “lecho fijo”.

**El horno.** Es el lugar donde se realiza la combustión para el calentamiento del aire a temperaturas necesarias para el secado. El café tolera, sin daños físicos, temperaturas de 40 °C por un día o dos, 50 °C por unas pocas horas y 60 °C por menos de una hora.

Para el calentamiento del horno se debe tener presente lo siguiente:

- La capacidad de la tolva de almacenamiento de la cáscara para la alimentación a la cámara de combustión del horno.
- El tornillo sin fin que dosifica la cáscara seca, de acuerdo a la temperatura del aire caliente que sopla a la cámara del secador.
- El tamaño de la cámara de intercambio indirecto de calor para calentar el aire del secado.
- El control de la temperatura y el tiempo de permanencia del café, situación que tiene efecto directo sobre la calidad.



**Ventilador.** Direcciona el aire procedente del horno para que pase a través de la masa de granos en secamiento. Normalmente es de tipo centrífuga y toma en consideración la presión estática que necesitan los secadores. La expansión gradual es la parte que conecta el ventilador con el distribuidor de aire y a su vez sirve para reducir la velocidad del aire que sale del ventilador. El ángulo de apertura de la expansión debe ser el menor posible para evitar caídas de presión elevadas del ventilador, pero a su vez no debe ser muy largo para evitar separar mucho el ventilador del secador y alargar innecesariamente secador, ventilador y quemador.

**Cámara de distribución de aire con expansión gradual.** Se ubica en el fondo del “lecho fijo” y es el ambiente donde se distribuye el aire caliente. Se utiliza un distribuidor de aire que transforma la presión dinámica del aire caliente dada por el ventilador a presión estática. Se recomienda sea de una altura de 0,50 m para facilitar el mantenimiento y limpieza (Novoa & Palacios, 2010). En la Figura 4.2., se expone un esquema de la cámara de distribución de aire o fondo del secador.

**Lámina de hierro perforada.** Sirve como piso para soportar la carga del producto (se conoce también como chapa perforada). El área abierta por las perforaciones debe ser por lo menos el 10% del área total. Hay que tomar en consideración que los agujeros deben ser de un diámetro que no dejen pasar granos al fondo. Las láminas de chapa perforada deben ser ubicadas sobre una estructura construida de materiales como: madera, cemento o estructuras metálicas.

**Cámara de secado.** Es el espacio ubicado sobre la lámina de hierro perforada, donde se coloca la masa de café a secarse. Esta deberá contar con aberturas laterales para facilitar la descarga manual o mecánica del producto y un sistema de boquilla que facilite el ensacado del café seco.

Conociendo la masa del producto a secar por carga en kg (mp), el peso específico del grano (pp) que para cereza de café robusta es 600 kg/m<sup>3</sup> y la altura de la capa de secado en m (H), se calcula el área de la cámara de secado (A) con la siguiente fórmula:

$$A = \frac{mp}{pp} (H)$$

Donde:

A = Área de la cámara de secado (en m<sup>2</sup>)

mp. = Masa del producto a secar en café cereza (kg)

pp = Peso específico del café cereza (600 kg/m<sup>3</sup>). Este valor es referencial, puede calcularse por cada localidad cafetalera<sup>7</sup>

H = Altura de capa a secar (m)

Para calcular el flujo de aire (Q) necesario para el secado, se usa flujos de aire de diseño (m<sup>3</sup>/s /m<sup>2</sup>), que varían en el rango de 0,12 a 0,25 m<sup>3</sup>/s /m<sup>2</sup> (qa), multiplicado por el área de la cámara de secado (A), previamente calculada en función del espesor de la capa de granos de café (cereza de café). Los espesores recomendados para la capa de café están entre 40 a 50 centímetros.

El flujo de aire de secado (Q), está en función del área de secado

Dónde:

Q = Flujo de aire para el secado (m<sup>3</sup>/s)

qa = Flujo de aire de diseño (m<sup>3</sup>/s /m<sup>2</sup>)

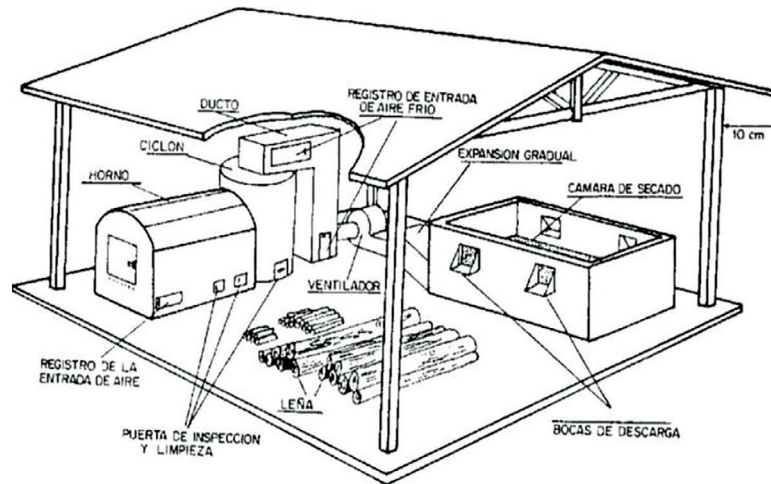
A = Área de la cámara de secado (en m<sup>2</sup>)

Para calcular la potencia útil del ventilador (PUV) es necesario conocer el flujo de aire (Q) (por seguridad se aumenta un 25%) y la presión estática del ventilador (suma de las pérdidas de carga del

7 El peso específico (pp) del café cereza se mide pesando los frutos que están contenidos en el volumen de un litro (L): 1 g L<sup>-1</sup> = 1 kg m<sup>-3</sup>.

sistema). Las pérdidas de carga están dadas por la disminución del flujo de aire en su recorrido a través de los conductos y ampliaciones, pero principalmente por la capa de producto.

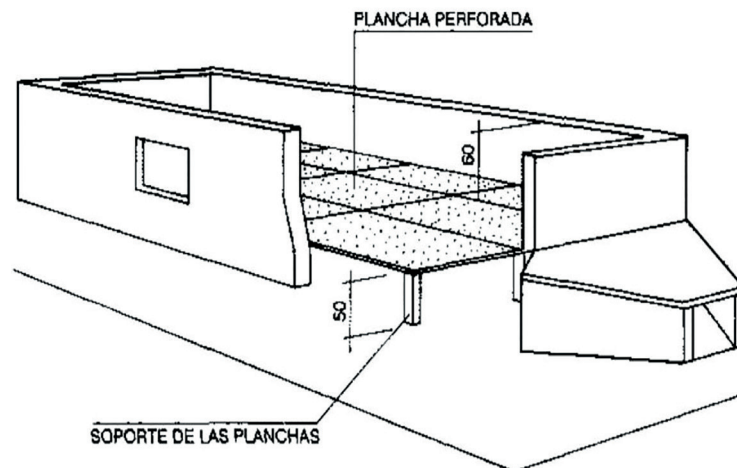
**Figura 4.1. Vista general del secador de lecho fijo**



Fuente: Novoa y Palacios (2010)

La potencia del motor es el producto de flujo de aire x Caída de presión total (o estática). La potencia del motor calculada (HP) se multiplica por 1,15 que es el factor de servicio.

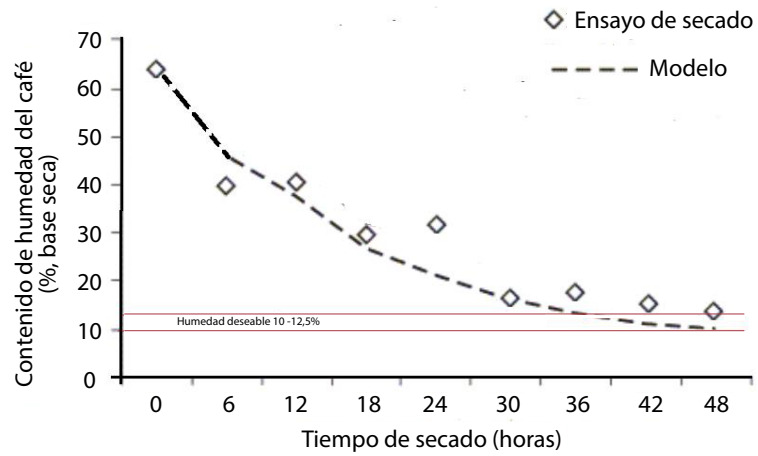
**Figura 4.2. Esquema de la cámara de distribución de aire en el secador de “lecho fijo”**



Fuente: Novoa y Palacios (2010)

En la Figura 4.3., se expone la curva de secado para un secador estático sin cámara de presecado y con inversión del flujo de aire. Se observa que el tiempo de secado, en las condiciones especificadas de temperatura, no mayor a 60 °C, se demora al menos 40 horas (Parra, Roa & Oliveros, 2008).

**Figura 4.3. Curva de secado para un secador estático sin cámara de presecado y con inversión del flujo de aire**



Fuente: Parra, Roa y Oliveros (2008)

**Foto 4.11. Métodos de secado mecánico para café robusta**



Infraestructura de secado para café



Tamaño de la malla perforada



Secadora tipo rectangular



Secadora tipo circular

Fotografía: Willian Chilán

## Guardiola

La guardiola es un sistema de secado rotatorio que usa una fuente calórica a gas, a diésel o a base de cáscara de café o cisco. Las capacidades de secado varían por remesa desde 1 m<sup>3</sup> hasta 10 m<sup>3</sup>. En la actualidad hay equipos con tambres compactos ensamblados en un solo cuerpo con ventiladores centrífugos de alto caudal que aseguran un flujo continuo de aire, un sistema de carga y descarga conformado por tolva superior e inferior, en algunos casos se ha adaptado un elevador de granos y sistemas automáticos de control de la temperatura.

Algunas guardiolas para pequeñas fincas, tienen capacidades desde 5 quintales de café cereza (20 arrobas) que está compuesto de la tolva de alimentación de cisco o carbón mineral, el horno externo con intercambiador de calor, un ventilador, los ductos de aire en acero inoxidable y la cámara de secado rotatoria (Foto 4.12.).

Foto 4.12. Secado de café robusta en Guardiola



Fotografía: Willian Chilán

### 4.4. Medición del contenido de humedad del grano

El punto óptimo del secado del grano de café robusta es muy importante para preservar la calidad y su conservación en el almacenamiento. Para determinar la humedad, se dispone de métodos empíricos y mecánicos.

#### *Métodos empíricos*

Los métodos empíricos más comunes son: valoración visual, prueba con el diente, prueba del martillo y prueba de la navaja o cuchillo. En cualquier caso, es recomendable repetir las operaciones, en varias muestras, para tener certeza (Figura 4.4.).

**Valoración visual.** Consiste en tomar una porción de granos de café con la mano, eliminar la cáscara o el pergamino y analizar visualmente. Si el grano tiene un color verde grisáceo y no hay la sensación de grano “sudado”, el secado está en un nivel apropiado.

**Prueba con el diente.** Esta práctica consiste en morder un grano de café fuertemente y observar si quedó o no una marca de los dientes. Si no hay señal del diente, el grano está reseco. Si el grano está muy húmedo, se observará hundimiento en el grano.

**Prueba del martillo.** Consiste en tomar un grano y darle un suave golpe sobre una superficie firme. Si el grano se quiebra, está reseco. Si el grano queda aplastado después del golpe, aún está muy húmedo.

**Prueba de la navaja o cuchillo.** Es tomar un grano y colocarlo con la cara plana sobre una superficie firme, tratar de cortarlo en dos partes. Si no se puede cortar, el grano está reseco. Si el grano

se corta en dos pedazos y saltan, la humedad es la adecuada. Si el grano se corta y queda adherido a la navaja, aún está húmedo.

**Figura 4.4. Métodos empíricos de determinación de humedad del grano**

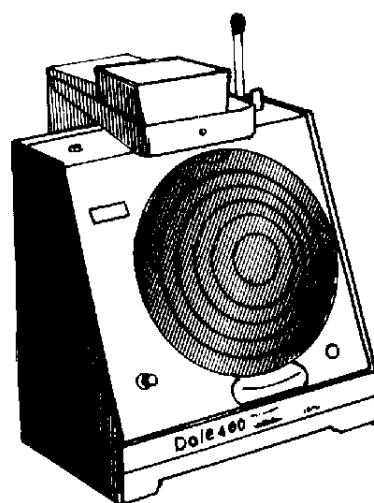


Fuente: Adaptado de Programa de bosques y agua (2014).

### *Medición con equipos mecánicos*

Existen aparatos que permiten la medición rápida del porcentaje de humedad del grano, como el determinador modelo Dole 400.<sup>8</sup> A partir de esta información, según algunos fabricantes, se han diseñado tablas y diagramas que permiten la medición de la humedad del grano, tanto en café pergamino como en café oro, con base en la medida de la conductividad o de la constante dieléctrica que se ejerce en una masa de granos de café (Figura 4.5.).

**Figura 4.5. Equipo mecánico para la medición de humedad del grano**



### *Medición con equipos digitales*

En la actualidad hay una amplia gama de medidores digitales como el "Coffee Pro Moisture Mac" (Foto 4.13.). Con este equipo se puede medir la humedad entre el 9% y el 35% para café oro y 40% para café pergamino, en un tiempo de 10 segundos, a una temperatura de 0 a 45 °C (COFFEE Laboratory, 2009).

En el café "bola seca" no se puede determinar directamente el porcentaje de humedad del grano, previamente deberá ser descascarado para luego evaluarlo como café oro.

<sup>8</sup> Medidor de humedad del grano. [http://www.faxsa.com.mx/seedburo/man\\_tecn/DOLE.html](http://www.faxsa.com.mx/seedburo/man_tecn/DOLE.html)

**Foto 4.13. Medidor de humedad del grano de café**

Fotografía: Willian Chilán

#### 4.5. Método “Gravimet” para controlar la humedad del café

Para valorar el contenido de humedad del café pergamino, secado en una marquesina, Oliveros, Peñuela y Jurado (2009), recomiendan usar el método Gravimet que se basa en la conservación de la materia seca durante el secado. Se asume que, en el proceso de secado, el grano pierde agua por efecto del calor y del aire. Además, que las pérdidas de agua por la respiración son insignificantes.

El procedimiento de aplicación del método “Gravimet” es el siguiente:

- Tomar una muestra de café pergamino húmedo, recién lavado, escurrido por al menos una hora para eliminar el agua adherida al pergamino.
- Pesar un recipiente vacío de malla metálica o plástica en balanza gramera digital y registrar el peso del recipiente.
- Verificar que la balanza gramera (digital) se encuentre en cero (encerar) con la colocación de un recipiente apropiado
- Colocar en el recipiente de malla metálica o plástica, 200 g de café pergamino húmedo y escurrido.
- Colocar el recipiente en un punto de la marquesina (no a las orillas), donde se va a secar el café pergamino húmedo.
- Colocar el café pergamino húmedo en la marquesina y arrimar alrededor del recipiente de malla metálica o plástica que contiene la muestra, homogenizando la altura de la capa de café que inicia el proceso de secado.
- Remover continuamente la masa del café en proceso de secado en toda la marquesina, así como, la muestra de café del recipiente con malla metálica o plástica.
- Registrar diariamente el peso del grano contenido en el recipiente de malla metálica o plástica hasta que alcance el peso constante de 104 a 105 g (Oliveros, Peñuela & Jurado, 2009). En este momento, cuando el peso del café se ha reducido de 200 g hasta 104-105 g lo que significa que la humedad del grano se ha reducido al 10 o 12%.

## 4.6. Terminología básica

Cama africana.	Es una construcción artesanal a base de madera y sarán (que reemplaza a la malla plástica o metálica), normalmente sin una cobertura.
Espacios de secado.	Son los lugares donde se seca el café y pueden ser: tendales de cemento, entablillados de madera o caña guadua, zarandas de malla metálica o malla plástica, camas africanas o marquesinas.
Marquesina.	Es un secador solar que tiene una estructura en forma de mesones de madera, caña guadua, cemento, entablado de madera o zarandas de mallas metálica o plástica, con una cobertura de lámina plástica, blanca o transparente, con un diseño que favorezca la movilidad del aire interior.
Secado del café.	Es la etapa de beneficio que tiene el propósito de disminuir la humedad del grano hasta llegar al 10-12 %.
Secado natural.	Es el secado aprovechando las condiciones de luz solar y flujos de aire, en forma natural, sobre distintos espacios de secado.
Secador artificial.	Es el equipo especializado que usa fuentes de energía calórica o eléctrica para generar calor y poder secar el café
Sistema de secado.	Es el conjunto de acciones en infraestructura especializada para deshidratar el café, en condiciones naturales o artificiales.
Tendal.	Es una obra física construida con piedra, ladrillo, material pétreo y cemento, de una superficie homogénea, con un ligero declive para favorecer el escurrimiento del agua.
Zaranda.	Es un recipiente exclusivo para el secado construido con tabla en los bordes sosteniendo una malla metálica o malla plástica, normalmente de 1,00 a 1,20 cm de ancho y de longitud variable en función de la operatividad.

## Bibliografía

- Arias, C. (1993). *Manual de Manejo Poscosecha de Granos a Nivel Rural*. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- COFFEE Laboratory (2009). Coffee Pro Moisture Mac. Recuperado de: <https://bit.ly/2vptqkX>
- Dalpasquale, V., Marqués, D. Sinicio, R., & Oliveira, D. (1991). *Secado de granos a altas temperaturas*. Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. p. 77.
- De Lucia, M., & Assennato, D. (1994). *Agricultural Engineering in Development. Post-harvest operations and management of foodgrains*. Fao Agricultural Services Bulletin, 93. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Duicela, L.A. (2017). *Café robusta: Producción y poscosecha*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Guayaquil, Ecuador: Humus.
- Fundación para el Desarrollo Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA) (2009). *Beneficio, calidad y denominación de origen en café*. Informe Final de Proyecto. Estelí, Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) (2006). NTE INEN 285:2006. *Café verde en grano: Clasificación y requisitos*. Quito, Ecuador.
- Novoa, W., & Palacios, J. (2010). *Diseño de dos sistemas de secado de maíz para el sector agrícola del cantón Ventanas, provincia de los Ríos, Proyecto Senecyt-EPN- Petrocomercial*. (Tesis de grado). Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica.
- Oliveros, C.E., López, L., Buitrago, C.M., & Moreno, E.L. (2014). *Determinación del contenido de humedad del café durante el secado en silos*. Cenicafé, (2), pp. 108-118.
- Oliveros, C.E., Peñuela, A.E., & Jurado, J.M. (2009). *Control de la humedad del café en el secado solar, utilizando el método Gravimet*. Avances Técnicos 387. Cenicafé.
- Parra-Coronado, A., Roa-Mejía, G., & Oliveros-Tascón, E. (2008). *Modelamiento y simulación matemática en el secado mecánico de café pergamino. SECAFÉ, Parte I*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 12(4), pp. 415-427. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662008000400013>
- Programa Bosques y agua. (2014). *Beneficiado húmedo del café. Fomentando el manejo transfronterizo de los recursos naturales en la región de Trifinio*. GIZ-Plan Trifinio. PPT. Recuperado de: <https://slideplayer.es/slide/12964544/>
- Puerta, G.I. (2013). *La humedad controlada del grano preserva la calidad del café*. Avances Técnicos N° 352. Cenicafé.

**Almacenamiento de café robusta**



Fotografía: Willian Chilán





## Almacenamiento de café robusta

El almacenamiento se refiere al proceso de guardar el grano, para lo cual las bodegas deben tener las condiciones óptimas para la conservación de la calidad del grano, sin detrimento de sus propiedades físicas, químicas y organolépticas.

El almacenamiento es la continuación de los procesos de cosecha y beneficio del grano. Una vez que el café ha llegado al punto óptimo de secado, se procede al almacenamiento en bodegas acondicionadas para este propósito. Cabe enfatizar que hay tres factores que colocan en riesgo la calidad del café: humedad, temperatura y tiempo.

### 5.1. Propiedad higroscópica del café

El café es extremadamente poroso y absorbe fácilmente la humedad del ambiente (propiedad higroscópica), así como todos los olores del entorno, esto significa que es importante tener cuidado en el almacenamiento y transporte (AGROCALIDAD, 2013), el café debe almacenarse en condiciones óptimas para preservar su valor comercial y calidad física.

En el proceso de almacenamiento se debe tener en cuenta que el grano de café tiene una actividad fisiológica constante, que en el secado puede contaminarse con sustancias tóxicas (ocratoxinas), perjudiciales a la salud humana, situación que provoca impactos en la calidad física y sensorial del café (ANECAFE, 2006).

### 5.2. Recomendaciones para el almacenamiento del café

En el almacenamiento del café robusta se debe considerar:

- Almacenar el café como “bola seca”, pergamino seco, pergamino seco “con miel” o café verde.
- Procurar que la humedad del grano sea del 10 al 12% (la norma INEN 285 señala hasta el 13%)
- Usar fundas “grainbag”, Grainpro SGB, sacos limpios de yute, cabuya o materiales sintéticos (Fotos 5.1. y 5.2.).
- Acondicionar la bodega para que tenga un ambiente seco y ventilado, con temperatura < 20 °C y humedad relativa del 65% (Duicela, 2017).
- Colocar los sacos sobre estibas de madera o plástico y separadas de las paredes.
- Usar como alternativa las “bodegas móviles” de materiales sintéticos, tipo cocoons.<sup>9</sup>
- Conocer el tiempo de almacenamiento. Un café con más de seis meses de cosechado se identifica como “cosecha vieja” y va perdiendo valor comercial (INEN, 2006), porque progresivamente el grano se blanquea y adquiere un sabor a madera.
- Asegurar la estabilidad de las estibas de madera o plástico sobre las cuales se colocarán los sacos del café en forma apilada. Una vez colocados sobre las estibas, deberán estar separados de la pared, por lo menos 30 cm (Foto 5.3.).
- Evitar contacto con olores fuertes tales como: derivados de petróleo, detergentes, jabón o agroquímicos.
- Cuidar con regularidad las goteras en la bodega para tomar medidas correctivas y preventivas.

---

9 Dentro de las “bodegas móviles”, se pueden colocar los sacos convencionales o bolsas de polipropileno o papel para incrementar la protección.

El café es higroscópico, esto significa que la humedad del grano varía según las condiciones de temperatura y de humedad del aire en la bodega. Es necesario mantener un equilibrio dinámico para preservar el producto en buenas condiciones (AGROCALIDAD, 2013; Duicela, 2017). En el almacenamiento de café robusta también hay que considerar la actividad del agua (aw) que debe mantenerse en un nivel inferior a 0,60; factor seguro para prevenir el deterioro del grano (Puerta, 2013).

**Foto 5.1. Almacenamiento de café en sacos de yute o cabuya**



Fotografía: Willian Chilán

**Foto 5.2. Almacenamiento en bolsas de plástico y sacos de yute o cabuya**



Fotografía: Willian Chilán

**Foto 5.3. Almacenamiento de café sobre estibas**



Fotografía: Willian Chilán

### 5.3. Terminología básica

Actividad del agua.	Es el agua disponible (aw) en el grano que asegura su conservación y viabilidad, debajo de ese punto el grano se deteriora. La aw de un alimento se define como la relación entre la presión de vapor del agua del alimento (p) y la del agua pura (po) a la misma temperatura ( $aw = p/po$ ).
Almacenamiento.	Se refiere al proceso de almacenar un producto, para lo cual hay que preparar las condiciones apropiadas que favorezcan la conservación del grano sin detrimento de sus propiedades físicas y químicas.
Cosecha actual.	Es el café en grano almacenado por un período menor a seis meses después de la cosecha.
Cosecha vieja.	Es el café en grano almacenado por más de seis meses.
Deterioro de la calidad física.	Es el cambio negativo en la apariencia física de los granos de café almacenados que es un indicativo del deterioro en su sabor y aroma.
Deterioro de la calidad sensorial.	Es el cambio negativo en los atributos sensoriales.
Propiedad higroscópica.	Característica del grano de café de absorber fácilmente la humedad del ambiente (higroscópico), así como todos los olores del entorno debido a que es extremadamente poroso.

### Bibliografía

- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de Calidad del Agro (AGROCALIDAD) (2013). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Café*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. AGROCALIDAD. Resolución DAJ-20134CB-0201.0281. Quito, Ecuador.
- Asociación Nacional de Exportadores de Café (ANECAFÉ) (2006). *Plan nacional de acción para la prevención de Ocratoxina A (OTA) en el café ecuatoriano*. FAO-ANECAFÉ-MAG.
- Duicela, L.A. (2017). *Café robusta: Producción y poscosecha*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Guayaquil, Ecuador: Humus.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) (2006). NTE INEN 285:2006. *Café verde en grano: Clasificación y requisitos*. Quito, Ecuador.
- Puerta, G.I. (2013). *La humedad controlada del grano preserva la calidad del café*. Avances Técnicos N° 352. Cenicafe.



### Transporte de café robusta



Fotografía: Willian Chilán



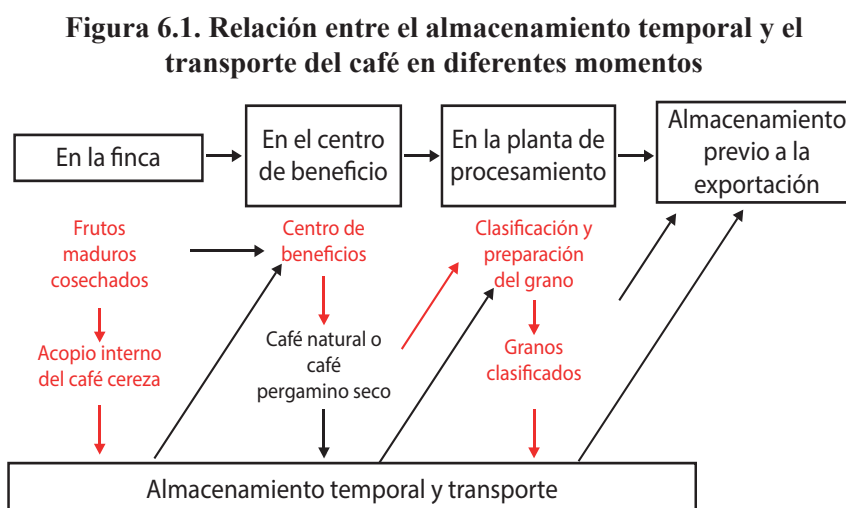
## Transporte de café robusta

El transporte se refiere al hecho de trasladar un producto de un lugar a otro y en relación con los distintos momentos del proceso. En la finca se transporta el café cereza desde el cafetal hasta el punto de acopio, usando animales de carga o la fuerza de los trabajadores. En otros momentos, el transporte se puede hacer con carretones, carretillas o vehículos motorizados (Foto 6.1.).

El café beneficiado se transporta desde el centro de beneficio hasta los tendales, marquesinas u otros secadores. Desde los secadores se traslada hasta las bodegas y de aquí a los centros de compra. En todos los casos se usan vehículos de distintos tipos.

### 6.1. Esquema de la transportación del café

En la Figura 6.1., se expone un diagrama del transporte hasta el almacenamiento en las bodegas del exportador. En esta sección no se trata sobre los cuidados de la transportación del café en grano por las *vías* marítima o aérea.



Fuente: Luis Duicela (2017)

**Foto 6.1. Acopio interno del café**



Fotografía: Willian Chilán



## 6.2. Cuidados en la transportación del café

Para evitar que se afecte la calidad del grano de café durante el transporte, ya sea en cereza, pergamino o pilado se debe seguir las siguientes recomendaciones (AGROCALIDAD, 2013):

- Los vehículos empleados para el acopio interno el café cereza recolectado deben estar limpios y en buen estado, para evitarse la contaminación con tierra, suciedad y otros contaminantes que puedan afectar la calidad de la cereza (AGROCALIDAD, 2013; Duicela, Guamán & Farfán, 2015) (Foto 6.2.).
- La carga y descarga del café se la realiza de tal manera que busca minimizar los daños mecánicos y los peligros sanitarios (AGROCALIDAD, 2013).
- Los medios de transporte y los contenedores deben diseñarse y construirse para proteger el producto, poder limpiar con facilidad y mantener la temperatura y humedad interna equilibrada.
- Los medios de transporte y los contenedores deben mantenerse en un estado adecuado de operación y limpieza (ANECAFÉ, 2006).
- Los operadores han garantizar que el café no se contamine durante las operaciones de transporte (Figura 6.2.).
- Cuando se use el mismo medio de transporte o contenedor para otros alimentos o productos no alimenticios, deben limpiarse adecuadamente entre cargas.
- Cuando corresponda, especialmente para el transporte de productos a granel, deben designarse e identificarse los contenedores de uso exclusivo.
- En los contenedores no debe haber residuos de detergentes, cloro o derivados de petróleo; tampoco basura de ningún tipo, desechos orgánicos o residuos de materiales de construcción.
- Se debe verificar que la lona o cubierta del transporte esté en buen estado y libre de olores extraños.
- Se debe llevar registros de movilización cuando se transporta café oro o pilado para su venta.
- En el transporte debe evitarse el rehumedecimiento del grano porque favorece el ataque de hongos y provoca un deterioro de la calidad.

**Foto 6.2. Transporte de café robusta**



Fuente: Luis Duicela (2017)

### 6.3. Estiba de los sacos en la transportación del café

Al transportar café en vehículos cerrados, se recomienda estibar los sacos de manera longitudinal y no transversal, para que encaje la segunda fila de sacos en los espacios dejados por la primera fila. De esta manera, hay menos sacos expuestos a la condensación y la altura de sacos será menor, ofreciendo protección contra las consecuencias del calor (Hiltén & Fisher, 2002).

Figura 6.2. Estiba de sacos de café en transporte cerrado



Elaboración: Los autores

### 6.4. Terminología básica

Animales de carga.	Son los animales usados para transportar bultos de café, en cualquier estado, como: burros, caballos y mulares.
Mano de obra.	Se refiere a los trabajadores agrícolas que apoyan las distintas labores de pre cosecha y pos cosecha, entre ellas, las actividades de transportar el café, en cualquier estado, de un lugar a otro.
Transporte del café.	Se refiere al hecho de trasladar un producto de un lugar a otro. El transporte del café está en relación con los distintos momentos del proceso, en la finca se transporta el café cereza desde el cafetal hasta el punto de acopio.
Vehículos motorizados.	Se refiere a las camionetas, camiones, tractores con carretones u otros similares que se usan para transportar los bultos de café en cualquier estado, de un lugar a otro.

### Bibliografía

- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de Calidad del Agro (AGROCALIDAD) (2013). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Café*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. AGROCALIDAD. Resolución DAJ-20134CB-0201.0281. Quito, Ecuador.
- Asociación Nacional de Exportadores de Café (ANECAFÉ). (2006). *Plan Nacional de acción para la prevención de Ocratoxina A (OTA) en el café ecuatoriano*. FAO-ANECAFE-MAG. p. z28.
- Duicela, L.A. (2017). *Café robusta: Producción y poscosecha*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Guayaquil, Ecuador: Humus.
- Duicela, L.A., Guamán, J.E., & Farfán, D.S. (2015). *Poscosecha y calidad del café*. Manta, Manabí, Ecuador.
- Hiltén, H., & Fisher, P.J. (2002). *Café: Guía del exportador*. Ginebra, Suiza: Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC.



## Calidad física del grano



Fotografía: Willian Chilán



## Calidad física del grano

La calidad física del café en grano es el conjunto de atributos: color, olor, forma, contenido de humedad, tamaño y densidad (Bravo & Giler, 2018), así como la indicación de los defectos físicos y materias extrañas que pueden valorarse en forma cuantitativa o cualitativa (Becker & Freytag, 1992).

### 7.1. Color de los granos

El color de los granos se relaciona con el tipo de beneficio y el grado de envejecimiento. Los cafés beneficiados por vía seca presentan un color marrón y los cafés beneficiados por vía húmeda tienden al color verde. El “café honey” se distingue por una coloración rojiza del grano.

Los cafés de cosecha nueva (menos de seis meses desde la cosecha) muestran un color verde-marrón, mientras que los cafés de cosecha vieja pierden su color original, se decoloran y blanquean.

La característica de grano quebradizo con un color blanquecino es un indicativo de que el café es de cosecha vieja (guardados por más de seis meses desde la cosecha) o que se ha resecado el grano y la humedad está muy baja. Además, las partículas desprendidas tienen un aspecto opaco, sin el color original del café.

### 7.2. Olor del café verde

Los granos limpios y frescos de café tienen un olor intenso y agradable, pero con el envejecimiento se va desvaneciendo hasta percibir un olor similar al de la madera. Los olores ajenos al café son indicios de pérdida de calidad.

Por tal razón, Becker y Freytag (1992) sostienen que el olor del café puede sufrir cambios desfavorables si se seca, almacena o transporta junto a agroquímicos o derivados de petróleo u otras fuentes de contaminación.

### 7.3. Forma de los granos

El café verde o en grano tiene diferentes formas, clasificándose en granos normales y anormales. Dependiendo del genotipo, pueden tener forma redondeada, ovalada o elíptica. Los granos anormales se clasifican en: caracoles o caracolillos, triángulos o triangulares y en monstruos o elefantes. Los granos caracoles, triangulares y elefantes no deterioran la calidad de la taza, sin embargo, por ser diferentes en la forma plano-convexa (grano normal), se consideran anormales.

### 7.4. Humedad del grano

El rango de humedad del grano aceptado para la comercialización interna varía del 10 al 12%.<sup>10</sup> Para su cuantificación se debe usar un determinador de humedad adecuado y bien calibrado. El contenido de humedad del grano también está influenciado por la humedad relativa del ambiente donde se encuentre almacenado. En un ambiente húmedo, el café absorbe humedad y se torna vulnerable al ataque de hongos, mientras que en un ambiente muy seco, el café libera humedad en forma de vapor y pierde peso. En los dos casos se provoca una alteración en el color del grano (Puerta, 1999).

Los granos frescos con la humedad adecuada presentan también una adecuada consistencia, que al cortarlos longitudinalmente usando una navaja, las dos mitades se separan elásticamente. La característica quebradiza del grano es un indicativo de que el café es de cosecha vieja<sup>11</sup> y que la

<sup>10</sup> Según la Norma NTE INEN 285: 2006, el contenido de humedad máximo debe ser del 13%.

<sup>11</sup> Cosecha vieja es el grano de café que ha sido cosechado y beneficiado hace más de seis meses. Cosecha actual es el grano de café de máximo seis meses.

humedad del grano es muy baja. Además, las partículas desprendidas tienen un aspecto opaco, sin el color original del café (Duicela & Sotomayor, 1993).

### 7.5. Densidad del café

La densidad de los granos tiene relación con su origen, contenido de humedad, madurez del fruto al momento de la cosecha, ataques parasitarios y alteraciones de los tejidos (Prieto, 2002). La densidad mide la relación masa/volumen ( $\text{g L}^{-1}$  o  $\text{kg m}^{-3}$ ), que se determina de acuerdo al peso de los granos contenidos en un litro (Foto 7.1.).

El café de “cosecha actual” tiende a ser más denso comparado con cafés de “cosecha vieja”. Las densidades mayores a  $645 \text{ g L}^{-1}$  son preferidas por la industria porque se asocian positivamente con el rendimiento.

La metodología para determinar la densidad del grano de café es la siguiente:

- Tomar al azar una muestra representativa del café en grano.
- Introducir los granos de café oro en el recipiente de un litro.
- Golpear ligeramente los bordes del recipiente, por un minuto, para que se compacten los granos.
- Completar (aforar) con granos hasta el “nivel del litro” (1000 mL), repitiendo la acción hasta que quede compactado y no baje del nivel.
- Colocar los granos contenidos en el recipiente de 1000 mL (un litro), en otro recipiente y determinar el peso neto en una balanza de precisión.

**Foto 7.1. Evaluación de la densidad del grano de café robusta**



Fotografía: Diana Farfán

### 7.6. Tamaño de los granos

El tamaño del grano depende del genotipo, fertilidad del suelo y clima. El análisis granulométrico se basa en la norma ISO 4150, usando los tamices numerados en función del diámetro de los orificios (Becker & Freytag, 1992) (Foto 7.2.), que se describen en la Tabla 7.1.

**Tabla 7.1. Descripción de los tamices para la clasificación por tamaño**

N° Tamiz	Tamaño del orificio (mm)	
	Diámetro nominal	Tolerancia
20	8,00	± 0,09
19	7,50	± 0,09
18	7,10	± 0,09
17	6,70	± 0,08
16	6,30	± 0,08
15	6,00	± 0,08
14	5,60	± 0,07
12 ½	5,00	± 0,07
12	4,75	± 0,07
10	4,00	± 0,06
7	2,80	± 0,05

Fuente: Norma ISO 4150 (ISO, 1991)

### *Protocolo para el análisis granulométrico*

Este análisis tiene el propósito de determinar las proporciones, según tamaños, de una muestra representativa de café verde.

La prueba de tamizaje se realiza según la norma NTE INEN 290 (INEN, 1978):

- Pesar  $300 \pm 5$  gramos de café oro en una balanza de precisión.
- Ordenar los tamices o zarandas, en forma secuencial, según su número, de mayor (arriba) a menor (abajo).
- Colocar los 300 gramos de café oro sobre el juego de tamices.
- Agitar el juego de tamices con un movimiento oscilatorio horizontal, durante tres minutos, para que los granos se distribuyan uniformemente según las perforaciones de los tamices.
- Golpear ligeramente los bordes de los tamices, en forma vertical, para que los granos retenidos en los agujeros caigan al siguiente tamiz.
- Tomar el peso de los granos retenidos en cada tamiz, según su número, teniendo cuidado de sacar los granos de las perforaciones.
- Repetir el proceso por tres veces para cada muestra de café y luego calcular un promedio
- Expresar los resultados de los pesos/tamiz, en porcentaje.
- En la siguiente tabla se expone un análisis de densidad y granulométrico de cuatro genotipos de café robusta de la Amazonía ecuatoriana.



**Tabla 7.2. Análisis granulométrico y densidad del grano de cuatro genotipos de café robusta**

Valores	Descripción	Genotipo local	NP 2024	NP 3013	NP 3056
Zaranda 20	8,0±0,09 mm	4,08%	6,08%	4,15%	0,23%
Zaranda 18	7,1±0,09 mm	32,00%	27,75%	17,45%	6,98%
Zaranda 17	6,7±0,08 mm	25,07%	21,98%	21,05%	21,23%
Zaranda 16	6,3±0,08mm	17,80%	23,20%	22,48%	25,50%
Zaranda 15	6,0±0,098mm	13,08%	13,83%	21,88%	26,20%
Zaranda 14	5,6±0,07 mm	5,75%	5,08%	9,28%	14,48%
Fondo	<5,6 mm	2,23%	2,10%	3,30%	5,40%
Suma de zarandas (%)		100%	100%	100%	100%
Densidad de grano	g L <sup>-1</sup>	735,25	729,50	732,75	735,25

Fuente: Adaptado de CRS (2015).

**Foto 7.2. Análisis granulométrico del grano**

Fotografía: Ciro Verduga Avellán

### 7.7. Defectos físicos del café verde

El término “defecto” es el nombre que se da al grano carente de cualidades físicas consideradas normales y a materias extrañas o partículas no deseadas (Kosalos *et al.*, 2004). Los defectos del café dañan el aspecto físico de los granos, dan malos y desagradables aromas y sabores en la bebida y ocasionan pérdida de su inocuidad (Puerta, 2015).

Generalmente, la mayoría de los defectos del café se manifiestan por un inadecuado proceso en el beneficio del grano (cosecha, fermentación, lavado, secado y almacenamiento). Sin embargo, algunos defectos se generan en las diversas etapas del cultivo. Una medida de corrección para minimizar los defectos en el grano es mediante la aplicación de buenas prácticas agrícolas y prevención en las etapas de producción (Foto 7.3.). A continuación, en la Tabla 7.3., se describen los defectos físicos del grano que son más comunes en el café en grano, en función de las causas que lo originan y los efectos en la calidad sensorial. En la Tabla 7.4., se indica la descripción de los defectos de acuerdo a las etapas de pre cosecha y poscosecha.

**Tabla 7.3. Descripción de los defectos comunes en café robusta y su incidencia en taza**

Defecto físico del grano	Causas del defecto físico	Efecto en la taza
Grano negro o parcialmente negro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección de cerezas del suelo y afectados por enfermedades fungosas.</li> <li>• Recolección de granos inmaduros.</li> <li>• Inadecuado secado en beneficio vía seca.</li> <li>• Exceso de humedad en el almacenamiento.</li> <li>• Sobrefermentación.</li> </ul>	Provoca un sabor a sucio, fermento, picante, desabrido y desagradable.
Grano fermentado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección de cerezas sobremaduras en la cosecha.</li> <li>• Retraso en el despulpado del grano.</li> <li>• Fermentación con presencia de pulpa.</li> <li>• Uso de agua contaminada.</li> <li>• Períodos prolongados de amontonamiento de las cerezas de café.</li> <li>• Almacenamiento de café húmedo.</li> </ul>	Olor desagradable, sabor a vinagre, fermento, cebolla o piña sobremadura.
Grano mohoso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Granos afectados por hongos principalmente de los géneros <i>Aspergillus</i>, <i>Penicillium</i> y <i>Fusarium</i>, en cualquier etapa del proceso.</li> <li>• Almacenamiento de café húmedo.</li> </ul>	Provoca olores y sabores desagradables a moho, tierra, sucio y fermento
Grano brocado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Granos afectados por la broca en el cultivo y almacenamiento.</li> </ul>	Provoca una bebida con sabores a sucio y agrio, si hubiese granos contaminados por hongos, sabores a moho.
Grano Mordido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorrecta calibración de la despulpadora.</li> <li>• Despulpadora con pechero o camisas defectuosas.</li> <li>• Despulpado de granos verdes y/o pintones.</li> </ul>	Produce sabores desagradables.
Grano manchado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción parcial del mucilago por fermentación inadecuada.</li> <li>• Deficiente lavado del café fermentado.</li> <li>• Lavado del café con agua sucia.</li> <li>• Secado de granos con diferentes porcentajes de humedad.</li> <li>• Almacenamiento de café húmedo.</li> </ul>	Provoca sabores agrios, no típicos del café.
Grano veteado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rehumedecimiento de los granos de café.</li> <li>• Reabsorción de humedad en almacenamiento.</li> <li>• Trillado del café con exceso de humedad.</li> </ul>	Provoca bebidas insípidas y flojas.

Nota: Información proporcionada por Fernando Morocho y Janine Ordóñez, técnicos del Laboratorio de Calidad de Café de la Empresa Solubles Instantáneos C.A.

**Tabla 7.4. Descripción de los defectos físicos del grano de acuerdo a las etapas de precosecha y poscosecha**

Etapas del proceso precosecha y poscosecha	Defectos físicos del grano
Manejo cultivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Granos dañados por broca</li> <li>• Granos ámbar</li> <li>• Granos deformes</li> <li>• Grano veteado</li> <li>• Granos vanos</li> </ul>
Cosecha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Granos manchados y oscuros</li> <li>• Granos inmaduros</li> <li>• Grano negro</li> </ul>
Despulpado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Granos mordidos</li> <li>• Granos partidos</li> <li>• Cascaras</li> <li>• Cerezas</li> </ul>
Fermentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grano marrón</li> <li>• Granos negros: total o parcialmente negros</li> <li>• Granos agrios</li> <li>• Granos vinagres</li> <li>• Granos fermentados</li> </ul>
Secado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Granos cardenillos</li> <li>• Granos vidriosos</li> <li>• Granos sobresecados</li> <li>• Granos aplastados</li> </ul>
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decolorado</li> <li>• Grano esponjoso</li> <li>• Grano blanco</li> <li>• Granos infestado por insectos</li> <li>• Granos dañados por insectos</li> <li>• Reposado</li> </ul>

Nota: Información proporcionada por Fernando Morocho y Janine Ordóñez, Laboratorio de Calidad de Café de la Empresa Solubles Instantáneos C.A.

**Foto 7.3. Análisis de defectos en granos de café robusta**



Muestra de café robusta



Defectos en granos de café robusta

Fotografías: Diana Farfán

## 7.8. Normas de calidad para café en grano

Una norma es un conjunto de especificaciones técnicas que, sistematizadas en un documento es accesible al público y de amplio uso y aplicación por uno o varios sectores interesados. Una norma se construye participativamente, integrando y consensuando criterios, combinando la ciencia, la tecnología y la experiencia de los actores involucrados para beneficio de la sociedad y es aprobada por un organismo de normalización.

En el Ecuador se encuentran vigentes las normas y/o estándares del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), que establecen los requisitos, métodos de evaluación y otros criterios relacionados con las calidades de los cafés, como la Norma NTE INEN 285:2006 y la Norma NTE-INEN-ISO 10470.

En cuanto a la identificación y clasificación del café verde, existen otras normas y estándares oficialmente vigentes en los países productores y consumidores como es la Norma SCAA (Specialty Coffee Association of America) relacionada con el método de clasificación estándar para café verde de la variedad robusta.

La elección del tipo de norma a ser usada para la clasificación de defectos físicos de café en grano se la hace con base en el acuerdo mutuo entre comprador y vendedor. Si el café en grano no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en las normas de clasificación de defectos físicos, no afecta su autenticidad, quedando su aceptación queda sujeta al acuerdo entre las partes interesadas. En estas circunstancias, se realiza una negociación directa entre comprador y vendedor (INEN, 2006).

El control comercial debe hacerse de conformidad con los convenios internacionales vigentes, además cumplir con lo dispuesto en las regulaciones y resoluciones sujetas a la ley de pesas y medidas. El rotulado y etiquetado deben ser legibles, en idioma español o inglés, y contener la siguiente información: nombre del producto, grado del café, número de lote, marca comercial registrada, contenido neto nominal (kilos), nombre o razón social de la empresa y la leyenda “Producto Ecuatoriano” (INEN, 2006).

## 7.9. Defectos físicos según la Norma INEN-NTE-285

Los defectos físicos, según esta norma, se clasifican en primarios y secundarios. La muestra de café en grano debe pesar 300 gramos, con un contenido de humedad del 10-12% en café robusta.

En el análisis de los defectos físicos de los granos de café verde, se considera el color y la forma; así como, los residuos propios del café y las materias extrañas presentes en la muestra.

El procedimiento es el siguiente:

Pesar una muestra de 300 gramos de café en grano.<sup>12</sup>

- Colocar la muestra de café sobre una mesa de trabajo (preferiblemente revestida de fórmica negra mate).
- Revisar manualmente, grano por grano, y separarlos ordenadamente, todos los encontrados con defectos en la muestra.
- Cuando dos o más defectos físicos se encuentran presentes en un mismo grano, se valorará el defecto de mayor impacto en la taza.
- Realizar el conteo de los granos defectuosos y de las materias extrañas encontradas en la muestra, colocando el valor numérico de cada defecto (C) en el formato de “valoración de los granos defectuosos”.
- Realizar la “valoración de los granos defectuosos”, multiplicando el factor de conversión (V/D) por la cantidad de defectos y materias extrañas (C).
- Los resultados se expresan en “defectos por muestra”.

<sup>12</sup> La muestra de café verde para el análisis de defectos físicos, según la INEN NTE 285: 2006 es de 300 gramos y según la norma de la SCAA es de 350 gramos.

### *Defectos primarios*

Se consideran defectos primarios a los granos cuyas características inciden notablemente en el deterioro de la calidad física y de los atributos de la bebida. Los defectos primarios son: grano ámbar, grano negro o parcialmente negro, grano fermentado, grano mohoso y materias extrañas (INEN, 2006) (Foto 7.4.).

### *Defectos secundarios*

Los defectos secundarios son aquellos que no influyen gravemente sobre los atributos físicos y la calidad de la taza: grano vano, inmaduro, anormal o deforme, cristalizado o vidrioso, vetado, opaco, manchado, grano pálido o semipálido, brocado o picado, aplastado, mordido, partido, quebrado, orejas o conchas, bola seca (cereza seca), cáscara, grano con pedazos de pergamino y pergamino (INEN, 2006) (Foto 7.5.).

Foto 7.4. Defectos primarios según NORMA INEN-NTE – 285

## DEFECTOS PRIMARIOS



Grano negro o parcialmente negro

Grano total o parcialmente negro, tanto en el interior como exteriormente.



Grano fermentado, agrio/vinagre

Los granos fermentados se reconocen por su coloración amarillo pálido, amarillo intenso o rojizo y al cortarlos desprenden olor pútrido.



Grano ámbar

Grano de tamaño y forma normal, de una coloración ámbar (amarillento, mantequilloso, semitransparente) y apariencia cerosa



Grano mohoso o dañado por hongos

Grano que muestra una coloración verde intensa en los pliegues a causa del ataque de hongos.



Materias extrañas - Palos

Fracción de palo, caña o madera, encontrada en la muestra de café.




















Materias extrañas - Piedras

Piedra, terrón o pedazo de concreto encontrada en la muestra de café.

Foto 7.5. Defectos secundarios según NORMA INEN-NTE - 285

## DEFECTOS SECUNDARIOS

 <p><b>Grano vano, averanado o arrufado</b></p> <p>Grano pequeño, mal formado, de superficie rugosa y de baja densidad.</p>	 <p><b>Grano manchado</b></p> <p>Grano con manchas o parches de diferentes coloraciones (rojizas o negruzcas) en su superficie.</p>
 <p><b>Grano inmaduro</b></p> <p>Grano de color ligeramente verde, de tamaño pequeño, arrugado de forma cóncava y con bordes afilados. La película plateada que envuelve al grano, frecuentemente, no se desprende en el trillado.</p>	 <p><b>Grano pálido, semipálido</b></p> <p>Grano de color blanquecino y decolorado.</p>
 <p><b>Grano anormal o deforme</b></p> <p>Grano sano con forma distinta a lo plano convexa considerada normal. Entre estos se encuentran los llamados caracoles, triángulos y elefantes o monstruos.</p>	 <p><b>Grano brocado o picado</b></p> <p>Grano que presenta pequeñas y oscuras perforaciones por el ataque de la broca del café</p>
 <p><b>Grano cristalizado o vídrioso</b></p> <p>Grano parcial o totalmente descolorido de aspecto vídrioso y quebradizo.</p>	 <p><b>Grano aplastado</b></p> <p>Grano cuya ranura media está ampliamente abierta por acción mecánica o humana.</p>
 <p><b>Grano veteado</b></p> <p>Grano de café con vetas blancas en su superficie.</p>	 <p><b>Grano mordido</b></p> <p>Grano con roturas y heridas ocasionadas por acciones mecánicas.</p>
 <p><b>Grano opaco</b></p> <p>Grano de café sin su característico color verde grisáceo. El grano opaco es de color blanco, descolorado y sin brillo.</p>	 <p><b>Grano partido</b></p> <p>Grano con aberturas en sentido longitudinal, en uno o en ambos extremos, generalmente blanqueadas.</p>
 <p><b>Grano quebrado o cortado</b></p> <p>Pedazo o fragmento del grano de café.</p>	 <p><b>Cáscara o pulpa seca</b></p> <p>La cáscara es un fragmento seco de la pulpa de café, de color rojo oscuro o negruzco.</p>
 <p><b>Orejas y/o conchas</b></p> <p>Partes de un grano anormal conocido como elefante, que en la parte externa tiene la forma de una oreja y en la parte interna tiene forma cónica o cilíndrica.</p>	 <p><b>Grano con pergamino</b></p> <p>Grano de café cubierto parcial o totalmente con pergamino (envoltura dura y flexible que recubre la semilla).</p>
 <p><b>Bola seca o cereza seca</b></p> <p>Grano de café seco con todas sus envolturas.</p>	 <p><b>Pergamino</b></p> <p>Son fragmentos de la envoltura que recubre la semilla (endosperma).</p>

Colaboración en la preparación de muestras: Laboratorio de Calidad del Café, SICA

Fotografía: Willian Chilán

### *Clasificación de los cafés robustas*

Los cafés robustas, según la norma NTE INEN 285, se clasifican en: Grado 1 (Robusta lavado), Grado 2 (Robustas A) y Grado 3 (Robustas B) (Foto 7.6.).

**Café Grado 1.** Granos de café robusta beneficiados por la vía húmeda, de cosecha actual, tamaño grande (95% retenido sobre la zaranda 17), color verde a verde claro. Máximo 10 defectos secundarios. Taza limpia y libre de sabores extraños.

**Café Grado 2.** Granos de café robusta beneficiados por la vía seca, de cosecha actual, tamaño grande (85% retenido sobre la zaranda 17 y 0% debajo de la zaranda 15), color verde pálido a marrón. Máximo 45 defectos. Taza limpia y libre de sabores extraños.

**Café Grado 3.** Granos de café robusta beneficiados por la vía seca, de cosecha actual, tamaño de pequeño a mediano (mínimo 50% arriba de la zaranda 15 y 0% debajo de la zaranda 11), color pálido a marrón. Máximo 150 defectos. Taza limpia y libre de sabores extraños.

**Foto 7.6. Clasificación de café robusta, según NTE INEN 285**



Fotografía: Diana Farfán

### **7.10. Defectos físicos según la Norma INEN-ISO 10470**

Para evaluar los defectos físicos del café verde, se debe basar en la norma NTE INEN-ISO 10470 (INEN, 2012). Esta norma proporciona una tabla que enlista cinco categorías de defectos, cualquiera que sea su especie, variedad y procesamiento.

La influencia de los defectos se evalúa en los aspectos: pérdida de masa e impacto sensorial. El impacto sensorial se valora con los coeficientes: 0 = Sin impacto; 0,5 = Mediano impacto; y, 1 = Alto impacto sensorial. A cada defecto se asigna una valoración dependiendo de la gravedad con que afecte la taza. En la Tabla 7.5., se expone la clasificación de defectos de acuerdo a cinco categorías según la Norma INEN-ISO 10470.

En la compra y venta de café, normalmente se fija un acuerdo entre compradores y vendedores, definiendo la normativa a aplicar y las características de calidad del grano.



Tabla 7.5. Categoría de defectos del grano, según la Norma ISO 10470

Nombre del defecto	Definición y características	Pérdida de masa	Impacto sensorial
<b>1. Defectos relacionados con materias extrañas</b>			
1.1. Piedras	Piedra de cualquier tamaño encontrada en un lote de café verde	1	0
1.2. Palos	Palos de cualquier tamaño encontrado en un lote de café verde	1	0
1.3. Terrones	Partículas de tierra aglomeradas	1	0
1.4. Materias metálicas	Partículas metálicas tales como las encontradas en el área de secado de café y/o después del deterioro de los equipos	1	0
1.5. Otras materias extrañas	Materias extrañas tales como colillas de cigarrillos, partículas de plástico, partículas de saco, hilos, etc.	1	0
<b>2. Defectos que no se originan en el grano pero que provienen del fruto de café</b>			
2.1. Grano en pergamino	Grano de café envuelto completa o parcialmente en su pergamino (endocarpio)	0,5	0
2.2. Fragmento de pergamino	Fragmento de endocarpio seco (pergamino)	0,5	0
2.3. Cereza seca (coco)	Fruto seco de la planta de café el cual comprende sus envolturas externas y uno o más granos	0,5	0
2.4. Fragmento de cáscara	Fragmento de la envoltura exterior seca (pericarpio) Nota. Pueden ser divididos en fragmentos pequeños, medianos o grandes	0,5	0
<b>3. Defectos relacionados con granos de forma irregular</b>			
3.1. Grano deforme; concha y oreja	Grano de café cuya forma anormal lo hace claramente distinguible Nota. Esta categoría incluye: Concha. Grano deforme que presenta una cavidad Oreja. Grano deforme en forma de oreja. Ambos tienen su origen en el grano elefante	0 <sup>a</sup>	0,5 <sup>a</sup>
3.2. Fragmento de grano	Fragmento de un grano de café de volumen inferior al de medio grano	0,5	0,5
3.3. Grano quebrado	Fragmento de un grano de café de volumen igual o superior al de medio grano	0,5	0,5
3.4. Grano dañado por insectos	Grano de café dañado interior o exteriormente por el ataque de insectos	0	0,5
3.5. Grano infestado por insectos	Grano de café el cual contiene uno o más insectos muertos o vivos en cualquier estado de desarrollo	0 <sup>a</sup>	0,5 <sup>a</sup>
3.6. Grano mordido durante el despulpado; grano cortado	Grano de café procesado por vía húmeda, cortado o magullado durante el despulpado, el cual muestra frecuentemente manchas marrones o negruzcas	0 <sup>a</sup>	0,5 Nota. A veces puede aparecer un sabor a fermento
<b>4. Defectos relacionados con apariencia visual</b>			
4.1. Grano negro y grano parcialmente negro	Grano de café cuyo interior es parcial o completamente negro (endospermo)	0	1
4.2. Grano negro-verde	Grano de café inmaduro, a menudo con una superficie rugosa, de color verde oscuro casi negro y una cutícula brillante	0	1
4.3. Grano marrón ("ardido")	Grano de café con una gama de colores entre marrón-rojizo muy claro, marrón-negro, verde amarillento a marrón rojizo oscuro y marrón oscuro internamente (endospermo) Nota 1. Al ser tostado y preparado en infusión, produce un sabor agrio desagradable (fétido) Nota 2. Estos granos no deberán ser confundidos con el grano foxy silverskyn, el cual interiormente es de color verde normal, apreciable al raspar suavemente la superficie, y no produce sabor desagradable en la taza	0	1
4.4. Grano ámbar	Grano de café de color amarillo, generalmente semitransparente	0	0,5

4.5. Grano inmaduro; grano "quaker"	Grano de café inmaduro, a menudo con una superficie rugosa, con una película verdosa o metálica; las paredes celulares y la estructura interna no están completamente desarrolladas	0	0,5 Nota. A veces puede aparecer un sabor astringente
4.6. Grano ceroso	Grano de café con apariencia cerosa traslúcida y una gama de colores que van desde un verde amarillento hasta un marrón rojizo oscuro, que es el más típico. Las células y la superficie tienen una apariencia fibrosa deteriorada	0	0,5 Nota Genera un sabor a fermento
4.7. Grano jaspeado; grano manchado	Grano de café que presenta manchas irregulares de coloración verdosa, blanquecina o a veces amarillenta	0	0,5
4.8. Grano marchitado	Grano de café con apariencia rugosa y de baja densidad	0	0,5
4.9. Grano esponjoso	Grano de café de consistencia similar a la de un corcho (es decir, cuyo tejido puede hundirse con la presión de la uña), y generalmente de color blanquecino	1	0,5
4.10. Grano blanco	Grano de café con superficie blanquecina	0	0,5
<b>5. Defectos más evidentes en la catación</b>			
5.1. Grano que produce un mal olor o sabor a fermento	Grano con apariencia normal, pero con un sabor desagradable detectado en la taza como a fermento, agrio o fétido Nota. Cuando el grano se raspa o corta presenta un olor muy desagradable	0	1
5.2. Grano que produce otros sabores extraños	Grano que tiene una apariencia normal pero en la taza puede detectarse sabores desagradables a moho, fétido, sucio, tierra, madera, río, fenólico o a saco de yute y otros	0	1

(a). Defectos que más afectan en la calidad del grano tostado entero

Fuente: INEN\_ISO 10470 (2012)

## 7.11. Defectos físicos según la Norma SCAA

Según SCAA (2004), hay 16 defectos físicos en café verde, agrupados en las categorías 1 y 2. Para el análisis físico se debe tomar una muestra de 350 gramos de café en grano y realizar la valoración pertinente.

### *Categoría 1*

- Grano negro. Se caracteriza por su oscuro color opaco.
- Grano agrio. Grano de color pálido, amarillo intenso o rojizo. Generalmente el embrión se nota negro. Si el grano se corta o raspa se libera un olor similar al vinagre.
- Cereza seca. La pulpa seca puede recubrir total o parcialmente el pergamino, a veces con la presencia de manchas blancas que son signo de la formación de hongos.
- Cardenillo. Grano con manchas de color amarillo-rojizo recubiertas por un polvillo que lo constituyen las esporas del hongo. También se conoce como daño por hongos.
- Materia extraña o impurezas. Incluye todo objeto no originario del café como: palos, piedras, clavos, etc.
- Grano brocado severo. Se distingue por tener tres o más pequeñas y oscuras perforaciones de 0,1 a 0,5 mm en diámetro.

En la Categoría 1, en grano negro, grano agrio, cereza seca, cardenillo y materia extraña, la equivalencia de defectos es 1:1 (Ejemplo: 1 grano negro = 1 defecto). En granos brocados severos, la equivalencia es 5:1 (Ejemplo: 5 granos brocados severos = 1 defecto).

## Categoría 2

- Grano negro parcial. Grano que contiene una parte oscura de color opaco.
- Grano agrio parcial. Grano con una parte de color amarillo pálido, amarillo intenso o rojizo.
- Pergamino. El grano está recubierto parcial o totalmente con pergamino.
- Flotador. Grano extremadamente blanco y decolorado que da una apariencia dispareja. Si se coloca en agua, flota.
- Inmaduro. Grano de tamaño pequeño, de baja densidad, de forma cóncava y con bordes afilados. La película plateada es generalmente de color pálido amarillento o verdoso, firmemente adherida al grano.
- Averanado o arrugado. Grano generalmente pequeño, de baja densidad, malformado y de superficie arrugada.
- Conchas. Grano malformado originado en el grano monstruo, que por fricción o golpes se separan. La parte externa tiene la forma de concha y la parte interna una forma cónica o cilíndrica.
- Partido, mordido o cortado. Grano con una coloración rojiza intensa por la oxidación del área cortada durante el despulpado. En el área cortada ocurre una intensa actividad bacteriana, fermentaciones y formación de hongos.
- Cáscara o pulpa seca. Es el fragmento de la cáscara de un color oscuro.
- Grano brocado leve. Grano que tiene hasta dos pequeñas y oscuras perforaciones de 0,1 a 0,5 mm en diámetro.

En la Categoría 2, un grano negro parcial y un grano agrio parcial tienen una equivalencia 3:1 (Ejemplo: 3 granos parcialmente negros = 1 defecto). Los pergamino, flotadores, inmaduros, averanados, conchas, partidos-mordidos-cortados y cáscara o pulpa seca tienen una equivalencia 5:1 (Ejemplo: 5 granos inmaduros = 1 defecto). El grano brocado leve tiene una equivalencia 10:1 (10 granos brocados leves = 1 defecto físico).

En la siguiente tabla se puede observar y comparar los resultados de los análisis de defectos físicos del grano, según tres normativas.

**Tabla 7.6. Comparación de los análisis de defectos físicos del grano según tres normativas**

Clones	Norma ISO 10470		Norma NTE INEN 285		Norma SCAA	
	Pérdida de masa por defectos (%)	Impacto sensorial	Número de defectos primarios	Número de defectos secundarios	Número de defectos Categoría 1	Número de defectos Categoría 2
COF 01	0,20	4,48	8,25	73,90	13,90	21,75
COF 03	0,98	8,52	11,42	119,95	18,57	57,82
COF 04	1,40	8,42	1,50	133,27	13,27	57,57
COF 05	0,66	6,66	5,20	132,50	8,48	52,76
NP 2024	0,80	5,83	1,38	144,33	2,60	44,78
NP 2044	0,36	4,99	6,17	158,80	8,80	24,97
NP 3018	0,13	2,29	2,75	49,75	8,20	22,60
Media	0,65	5,88	5,24	116,07	10,54	40,32

Fuente: Laboratorio de Calidad del Consejo Cafetalero Nacional

## 7.12. Control del peso del grano por humedad e impurezas

El peso de los granos en general y del café en particular depende del porcentaje de humedad que tenga dicho producto. A nivel comercial, además de la humedad del grano, el peso del producto se ve afectado por el contenido de impurezas. El presente modelo está diseñado para su uso en granos, cuyo peso está en función del contenido de humedad y del peso de las impurezas. El peso de los granos puede provenir de pequeñas muestras o de lotes comerciales, en el primer caso, las mediciones de peso pueden realizarse en gramos y a nivel comercial puede medirse en kilos, quintales o toneladas.

Un café cereza maduro tiene un 67% de humedad con base húmeda (2/3 partes de agua + 1/3 materia seca). Con base seca es el 200%, que significa el doble de agua respecto de su materia seca. El café pergamino recién lavado y escurrido contiene del 50 al 53% de humedad con base húmeda que debe secarse hasta alcanzar una humedad del grano de 10 a 12%, con base húmeda.

## 7.13. Datos y fórmulas requeridas

**Humedad inicial del grano (H).** Es el valor promedio de la humedad del grano de una muestra experimental o comercial tomada con un equipo electrónico, preferentemente de tres repeticiones.

**Peso del producto húmedo (M).** Es el peso del producto comercial o experimental del cual se tomó la muestra para la determinación del porcentaje de humedad del grano. El peso del producto (M) es el valor resultante de la suma de la materia seca (S) y del agua contenida en el grano (A).

$$M = S + A$$

**Contenido de materia seca (S).** El contenido de materia seca es la diferencia entre el peso total del producto (M) y el contenido de agua (A).

**Contenido de agua en el grano (A).** El contenido de agua es la diferencia entre el peso total del producto (M) y el contenido de materia seca (S).

**Humedad específica del grano (h).** Es la humedad especificada en la normativa técnica, por ejemplo, la humedad del grano de café robusta para la comercialización debe ser del 11%.

**Impurezas en el producto (I).** Es el conjunto de materias extrañas que no constituyen el grano. Debe estimarse en una muestra representativa, a partir de la clasificación del grano y de las impurezas, pesando por separado y calculando el porcentaje.

**Peso con un porcentaje de humedad específico (Pe).** Es el valor de peso proyectado con un porcentaje de humedad del grano predefinido. El cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

$$Pe = S + \left( A * \frac{h}{H} \right)$$

Donde:

Pe = Peso esperado del lote de producto a un porcentaje específico de humedad del grano.

S = Contenido de materia seca.

A = Contenido de agua.

h = humedad específica del grano, en porcentaje.

H = humedad inicial de la muestra del grano, en porcentaje.

**Peso del producto con castigo por impurezas (Pci).** Es el valor de peso proyectado con un porcentaje de humedad del grano predefinido y con un castigo adicional por contener impurezas. La fórmula usada es la siguiente:

$$Pci = Pe - (Pe * I)$$

Donde:

Pci = Peso con castigo por impurezas.

Pe = Peso esperado del lote de producto con un porcentaje específico de humedad del grano.

I = Impurezas en una muestra representativa del producto, medida en porcentaje de peso.

### Ejercicio

En un lote de 750 kilos de café pilado, se tomó una muestra representativa y determinó que el grano contiene el 20 % de humedad y sin impurezas.

Fórmula:

$$Pe = S + (A * \frac{h}{H})$$

$$H = 20 \%$$

$$M = 750 \text{ kg}$$

$$A = H (M) = 0,20 (750) = 150 \text{ kg}$$

$$S = M - A = 750 - 150 = 600 \text{ kg}$$

¿Cómo varía el peso del café pilado con distintos porcentajes de humedad?

$$h = 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 \text{ y } 20 \%$$

$$Pe(10 \%) = 600 + (150 * \frac{0,10}{0,20}) = 675 \text{ kg}$$

$$Pe(11 \%) = 600 + (150 * \frac{0,11}{0,20}) = 682,5 \text{ kg}$$

Peso del lote comercial (kg) en distintos grados de humedad (Pe)	Humedad del grano (h)										
	10%	11%	12%	13%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
	675,0	682,5	690,0	697,5	705,0	712,5	720,0	727,5	735,0	742,5	750,0

Elaboración: Los autores

### Ejercicio

En un lote de 750 kilos de café pilado, se tomó una muestra representativa y determinó que el grano contiene el 20% de humedad y 5% de impurezas, en peso.

¿Cuál sería el peso del café pilado con el 11% de humedad y 5% de impurezas?

$$Pe(11 \%) = 600 + (150 * \frac{0,11}{0,20}) = 682,5 \text{ kg}$$

Luego de calcular Pe, se procede a calcular Pci, con la fórmula siguiente:

$$Pci = Pe - (Pe * I)$$

$$Pci = 682,5 - (682,5 * 0,05) = 648,4 \text{ kg}$$

**Conclusión.** Peso del producto con castigo por impurezas (Pci) en un lote comercial de 750 kg, con el 20 % de humedad en una muestra representativa y el 5% de impurezas, en peso, equivale a 648,4 kg.

## 7.14. Principales conversiones en el café

A nivel comercial se manejan distintas conversiones de un tipo de café a otro, por ejemplo de café cereza a “bola seca” o de pergamino seco a pilado. Las conversiones pueden variar de una localidad a otra por el origen varietal, el nivel de fertilización aplicado o la homogeneidad de la cosecha.

Se indican, en la Tabla 7.7., las conversiones referenciales y sus correspondientes equivalencias en café robusta que han sido validadas en distintos ensayos de campo y que se sugiere aplicarlos en los negocios del café.

**Tabla 7.7. Principales conversiones y equivalencias en café robusta**

Conversión	Relación	Unidades de origen	Equivalen a:	Factor	De:	A:
De café cereza a café oro	4,50 : 1,00	450 libras de café cereza	100 libras de café oro	4,50	450	100
De café cereza a café bola seca	2,78 : 1,00	278 libras de café cereza	100 libras de café bola seca	2,78	278	100
De café cereza a café pergamino seco	4,00 : 1,00	400 libras de café cereza	100 libras de café pergamino seco	4,00	400	100
De café cereza a café pergamino oreado	2,22 : 1,00	220 libras de café cereza	100 libras de café oreado	2,22	222	100
De café bola seca a café oro	1,80 : 1,00	180 libras de café bola seca	100 libras de café oro	1,80	180	100
De café pergamino oreado a café oro	2,25 : 1,00	225 libras de café oreado	100 libras de café oro	2,25	225	100
De café pergamino seco a café oro	1,25 : 1,00	125 libras de café pergamino seco	100 libras de café oro	1,25	125	100
De café oro a café tostado y molido	1,00 : 0,80	100 libras de café oro	80 libras de café tostado y molido	1,25	125	100
De café oro a café cereza	1,00 : 4,50	100 libras de café oro	450 libras de café cereza	0,222	22,2	100
De café bola seca a café cereza	1,00 : 2,78	100 libras de café bola seca	278 libras de café bola cereza	0,360	36,0	100
De café pergamino seco a café cereza	1,00 : 4,00	100 libras de café pergamino seco	400 libras de café cereza	0,250	25,0	100
De café pergamino oreado a café cereza	1,00 : 2,22	100 libras de café pergamino oreado	222 libras de café cereza	0,450	45,0	100
De café oro a café bola seca	1,00 : 1,80	100 libras de café oro	180 libras de café bola seca	0,556	55,6	100
De café oro a café pergamino oreado	1,00 : 2,25	100 libras de café oro	225 libras de café pergamino oreado	0,444	44,4	100
De café oro a café pergamino seco	1,00 : 1,25	100 libras de café oro	125 libras de café pergamino seco	0,80	80,0	100
De café tostado y molido a café oro	0,80 : 1,00	80 libras de café tostado y molido	100 libras de café oro	0,80	80,0	100

Fuente: Duicela, Guamán y Farfán (2015)

## 7.15. Terminología básica

Apariencia física del grano.	Es la apreciación visual de la forma, tamaño, color y olor de los granos de café, que permiten inferir una calidad particular.
Calidad física del grano.	Es el conjunto de atributos como color, olor, forma, contenido de humedad, tamaño y densidad, así como a la indicación de los defectos físicos y materias extrañas que pueden valorarse en forma cuantitativa o cualitativa.
Defecto físico.	Es la condición no deseada en un grano de café.
Defecto físico primario.	Es la condición no deseada en un grano de café y que tiene un impacto negativo en la apariencia física y en la calidad sensorial.
Defecto físico secundario.	Es la condición no deseada en un grano de café y que tiene un impacto negativo en la apariencia física.
Materia extraña.	Es cualquier material distinto del café que está presente en la muestra de evaluación física del grano, como: palos, piedras, basura, pedazos de plásticos, entre otros.

### Bibliografía

- Becker, R., & Freytag, W. (1992). *Manual para el control de la calidad del café*. Santo Domingo, República Dominicana: GTZ.
- Bravo, C., & Giler, M. (2018). *Alternativas de poscosecha sobre la calidad en tres variedades de café arábigo* (Tesis Ing. Agroindustrial). Escuela Superior Agropecuaria de Manabí. Calceta, Manabí, Ecuador.
- CRS (Catholic Relief Services). (2015). *Evaluación organoléptica de los clones de café robusta NP-2024, NP-2013, NP-3056 y genotipos locales preparados mediante cuatro métodos de beneficio, en las provincias de Orellana y Sucumbíos*. Informe técnico, Proyecto Borderlands Coffee. p. 51.
- Duicela, L., & Sotomayor, I. (1993). *La calidad del café*. En I. Sotomayor (Ed.), *Manual del cultivo del café* (pp. 212-219). Quevedo, Ecuador: Estación Experimental Tropical Pichilingue. INIAP.
- Duicela, L., Guamán, J. & Farfán, D. (2015). *Poscosecha y Calidad del Café*. Manta, Ecuador. p. 64.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) (1978). NTE INEN 290:1978. *Café en grano: Determinación del tamaño*. Quito, Ecuador.
- \_\_\_\_\_. (2006). NTE INEN 285:2006. *Café verde en grano: Clasificación y requisitos*. Quito, Ecuador.
- \_\_\_\_\_. (2012). NTE INEN-ISO 10470:2012. *Café verde. Tabla de referencia de defectos (IDT)*. Quito, Ecuador. p. 22.
- International Organization for Standardization (ISO) (1991). Norma ISO 4150:1991. *Café verde, Análisis de Tamaño, Tamizado manual*. Recuperado de: <https://bit.ly/395eCqn>
- Kosalos, J., Stephen, R., Díaz, S., Sanger, P., & Alves, M. (2004). *Café verde arábica: Manual de defectos*. Long Beach, USA: SCAA.
- Prieto, Y.A. (2002). *Caracterización física de café semitostado* (Tesis Ing. Quim). Fundación Universidad de América. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://bit.ly/2I2wiXG>
- Puerta, G.I. (1999). Influencia del proceso de beneficio en la calidad del café. *Cenicafé*, 50(1). pp. 78-88.
- \_\_\_\_\_. (2015). *Buenas prácticas para la prevención de los defectos de la calidad del café: fermento, fenólico, reposado y mohoso*. Avances Técnicos N° 461. Colombia: Cenicafé.
- Specialty Coffee Association of América (SCAA) (2004). *Café verde arábica. Manual de Defectos*. Long Beach, CA, USA.

**Calidad organoléptica del café robusta**



Fotografía: Luis Duicela





## Calidad organoléptica del café robusta

La calidad organoléptica del café se define como el conjunto de propiedades intrínsecas de una bebida a base de café que se manifiesta en el grado de aceptabilidad por parte de los consumidores que se valora a través de un panel de catadores (Foto 8.1.).

La calidad sensorial es de naturaleza compleja y depende de los factores genéticos, ambientales y de manejo en precosecha y poscosecha (Duicela, 2017). El factor genético se refiere a los cultivares usados para la siembra, un aspecto clave del proceso productivo. El factor ambiental o ecológico se refiere básicamente a los elementos edafoclimáticos como las características físicas, químicas y biológicas del suelo; a los factores del clima (precipitación, temperatura, humedad relativa, evapotranspiración, heliofanía, nubosidad) y a la fisiografía de la zona de cultivo (latitud, longitud y altitud). El manejo se refiere a la capacidad, habilidad y destreza del caficultor para gestionar los recursos naturales, financieros y técnicos en procura de asegurar la eficiencia de la producción y transformación primaria. La precosecha se refiere al conjunto de actividades que aseguran la producción en campo y la poscosecha al proceso de transformación primaria, desde la cosecha del café cereza hasta disponer del café en grano, listo para ulteriores procesos de elaboración de café tostado y molido o de café soluble.

### 8.1. Mercado del café robusta

En el café robusta se distinguen tres grupos: Congolensis, Conilón y Guinensis (Leroy *et al.*, 2014). El robusta tipo Congolensis fue introducido en 1951, constatándose una alta diversidad entre y dentro de los clones (Loor *et al.*, 2017). En el mundo, los cafés en grano se comercializan como lavados, semilavados y naturales, dependiendo del método de beneficio. Como beneficio se define al proceso de transformación de los frutos a café en grano (green coffee: en inglés).

Una nueva categorización de los cafés en el mercado mundial, se relaciona con los cafés convencionales o “mainstream”, los cafés certificados y los de especialidades (Puntocafé, 2012). En las circunstancias actuales del mercado global, el Ecuador no puede competir por volúmenes de producción, solo tiene la oportunidad de ampliar la oferta de los cafés diferenciados, dirigida hacia esa demanda especializada de cafés de “calidad ejemplar” o especiales que reconocen mejores precios a los productores (Jiménez, 2014). Para considerar a un café como especial, debe tener una calificación organoléptica  $\geq 80$  puntos, según la norma de la Asociación de Cafés Especiales de América (SCAA: Siglas en inglés) (SCAA, 2015).

La calidad organoléptica es el conjunto de atributos que se valoran en la taza y determina la aceptabilidad de los consumidores en base a la catación realizada por un panel, usando estándares internacionalmente aceptados y reconocidos por el Instituto de la Calidad del Café (CQI: Siglas en inglés).

### 8.2. Atributos organolépticos del café robusta

El protocolo de evaluación sensorial involucra los aspectos: tueste de color medio a medio-oscuro, tiempo entre tueste y molienda mínimo de 8 horas, finura media de la molienda, agua con un  $\text{pH} \leq 7$  y concentraciones de sales entre 125 y 175 ppm. La temperatura de degustación inicia con 93 °C y la concentración de la bebida m/v es 5,83 por ciento (CQI, 2010). Cada muestra para evaluación sensorial está conformada de cinco tazas de 150 mL (SCAA, 2015). La descripción de los atributos sensoriales evaluados en la catación de café robusta, se expone en la Tabla 8.1.

**Tabla 8.1. Descripción de los atributos sensoriales evaluados en la catación de café robusta**

Atributos sensoriales	Descripción
<b>Fragancia /aroma</b>	La fragancia se evalúa sobre base seca (tostado-molido) y el aroma sobre base húmeda (con adición de agua a 93 °C) en las cantidades específicas para catación.
<b>Gusto</b>	Es la impresión combinada de las sensaciones gustativas y los aromas retronasales que van de la boca a la nariz. Suelen encontrarse notas a frutas, nueces, especias y dulces.
<b>Regusto</b>	Es la cualidad positiva del sabor que emana de la parte posterior de la lengua y permanece en la boca, después que se expectora el café.
<b>Equilibrio sal/acidez</b>	Es el relativo equilibrio entre las sensaciones saladas a causa de los niveles de potasio y los niveles de los ácidos orgánicos como cítricos.
<b>Equilibrio amargo/dulce</b>	Es la sensación de un sabor combinado entre dulce y amargo. El dulce se deriva del ácido clorogénico y de los azúcares. El amargo surge por los niveles de potasio y cafeína. El café robusta fino tiene un sabor más dulce que amargo.
<b>Sensación en la boca</b>	Al momento de sorber, por la estimulación de los vapores, queda una sensación táctil en la boca que se valora en distinto grado.
<b>Uniformidad de la taza</b>	Se refiere al gusto invariable entre las distintas tazas de una misma muestra. La variación entre tazas de una muestra indica que no hay uniformidad.
<b>Equilibrio de la taza</b>	El conjunto de atributos de la bebida debe tener suficiente complejidad, sin que una característica abruma u opaque a las demás.
<b>Limpieza</b>	Es la transparencia de la bebida, ausencia de impresiones negativas que interfieran el sabor, desde la primera ingestión hasta el regusto. Indica que no hay contaminación con sabores extraños.
<b>Puntaje general del catador</b>	El catador realiza una valoración global de la calidad de la bebida, según su particular criterio.
<b>Calificación sensorial</b>	Es la suma de las 10 calificaciones parciales en la escala 1-10, por tanto, la evaluación sensorial es sobre 100 puntos. El defecto es un gusto negativo o deficiente que resta valor a la calidad del café. Hay defectos de dos clases: El defecto secundario que es un gusto malo que se nota, pero que no es abrumador, encontrado en la percepción aromática, se restan dos puntos por cada taza defectuosa. El defecto capital (primario) es un gusto malo que se encuentra habitualmente en los aspectos relativos al sabor, que es abrumador o hace que la muestra sea de sabor desagradable y se da una puntuación de intensidad de cuatro (el defecto debe describirse); esto significa que se restan cuatro puntos por cada taza defectuosa.

Fuente: CQI (2010), adaptado por los autores

### *Saborizados naturales en café robusta*

Se han encontrado interesantes saborizados naturales en los cafés robustas ecuatorianos como: cacao, frutal, nuez, almendra, malta tostada, entre otros.

Cacao	Recuerda al aroma y sabor del polvo de cacao o del chocolate oscuro, a veces es referido como dulce.
Frutal	Referente al olor y sabor asociado a frutas como: melón, banano, fresa, cítricos y tamarindo.
Nuez	Este aroma recuerda el olor y sabor de nueces frescas.
Almendra	Gusto a almendras frescas.
Malta tostada	Sabor dulce con aroma característico a malta tostada, caramelo o miel

### 8.3. Proceso de catación

La calificación sensorial, a cargo de un panel de catadores, se realiza en forma sistemática, en cinco etapas, valorando los 10 atributos organolépticos:

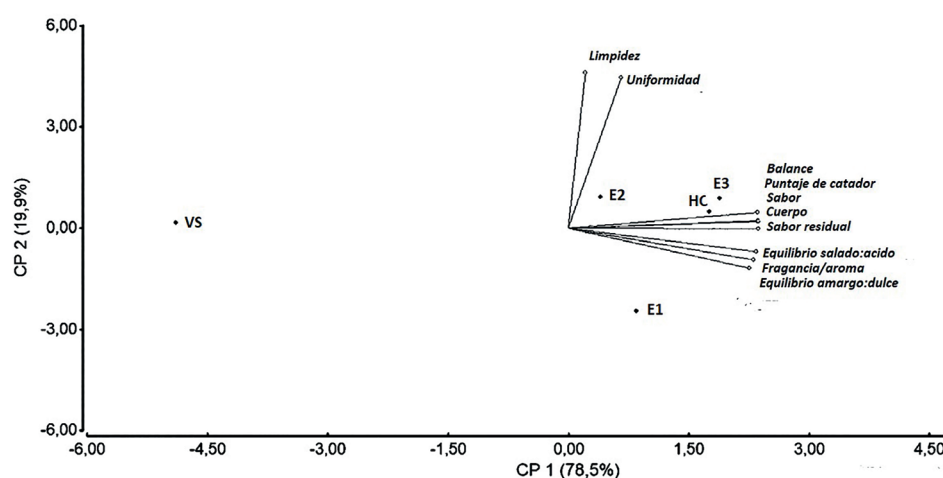
- Etapa 1:** La fragancia y aroma se evalúa en las cinco tazas de la muestra. En un primer momento se evalúa la fragancia, levantando la tapa de cada taza (impresión olfativa en seco), luego se vierte el agua caliente y se deja en reposo de 3 a 5 minutos; de inmediato se valora el aroma.
- Etapa 2:** El gusto, regusto, equilibrio sal/acidez, equilibrio amargo/dulce y sensación en la boca (cuerpo), se evalúan cuando las muestras alcanzan 70 °C (después de 8 a 10 minutos).
- Etapa 3:** El balance, uniformidad y limpidez se valoran a medida que se enfría el café y alcanza la temperatura ambiente.
- Etapa 4:** El puntaje de catador es una valoración de la taza en función de la combinación de todos los atributos, cuando alcanza una temperatura  $\pm 16$  °C.
- Etapa 5:** La evaluación sensorial o puntaje sensorial es la suma de los 10 puntajes parciales, ajustado mediante la resta de dos puntos/taza cuando hay defectos secundarios y cuatro puntos/taza con defectos capitales.

### 8.4. Relaciones entre atributos organolépticos

En un estudio de calidad sensorial de café robusta, usando la técnica de análisis de componentes principales (ACP) se verificó la intensidad de las relaciones entre atributos, donde la limpidez y uniformidad de la taza se alejan de los otros caracteres sensoriales, los cuáles están estrechamente relacionados (Figura 8.1.).

La fragancia/aroma, sabor, sabor residual, equilibrio sal/acidez, equilibrio amargo/dulce, cuerpo, balance y puntaje de catador se relacionan positivamente con la calificación sensorial ( $p < 0,05$ ). El coeficiente KMO = 0,83 indica que el análisis multivariado es confiable.<sup>13</sup> Por otra parte, la prueba de Bartlett dio un valor  $p = 0,0001$ , que significa existe una muy reducida probabilidad de equivocarse.

**Figura 8.1. Componentes principales de la calidad sensorial del café robusta en relación a los métodos de beneficio**

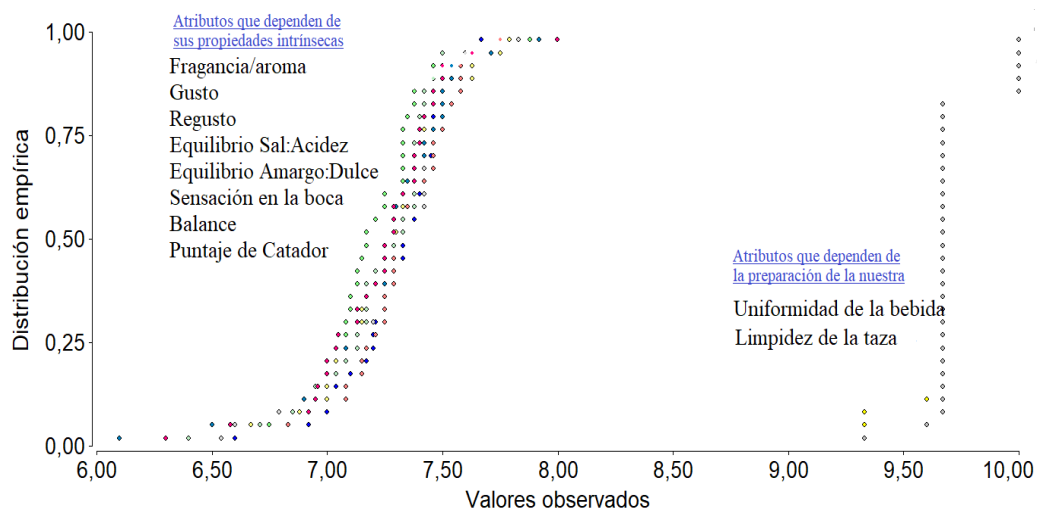


Fuente: Duicela *et al.* (2019)

<sup>13</sup> KMO = Prueba de Kaiser, Meyer y Olkin cuya interpretación es similar al coeficiente de correlación, mientras más cercano a 1 el modelo es mejor.

Los atributos limpidez y uniformidad de la taza se correlacionan positivamente y parece que dependen de la forma de preparación de las muestras; por lo tanto, pueden favorecer o no la calificación sensorial total. Los otros atributos sensoriales dependen de las propiedades intrínsecas del café y se correlacionan positiva y significativamente (Duicela *et al.*, 2018). Las mejoras en el puntaje de estos atributos intrínsecos dependen del origen genético, de la altitud, de la zona de cultivo, del grado de madurez del fruto cosechado, del método de beneficio y de los cuidados en el secado y almacenamiento (Figura 8.2.).

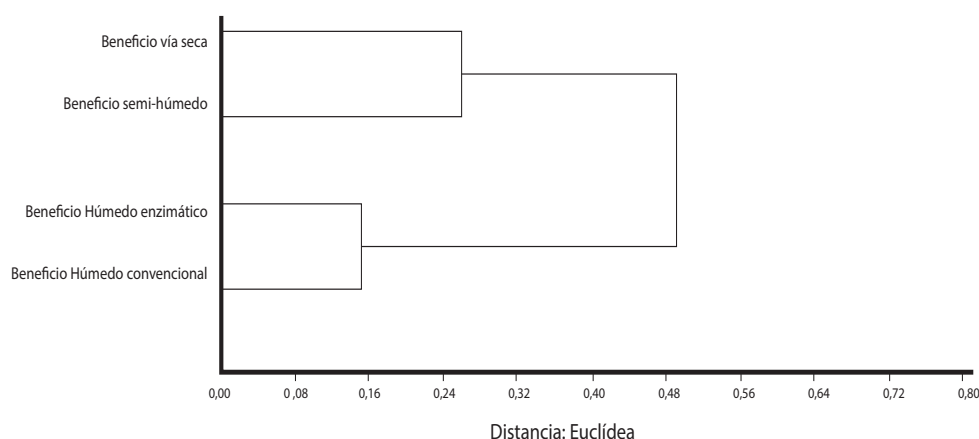
**Figura 8.2. Distribución empírica de los 10 atributos de taza**



Fuente: Duicela *et al.* (2018)

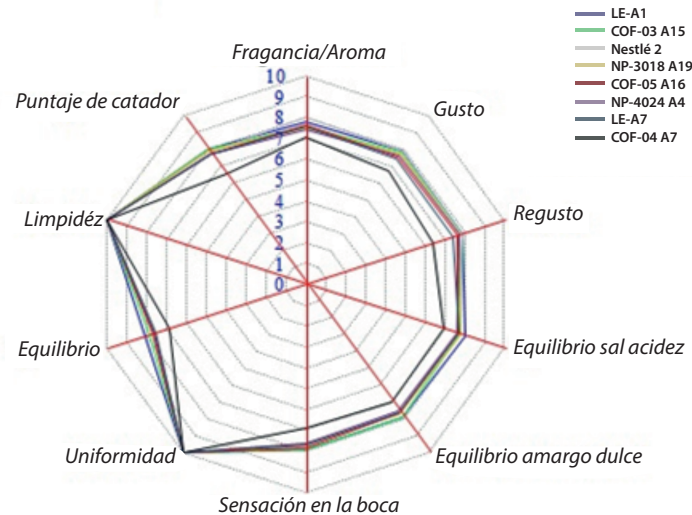
En un estudio sobre los métodos de beneficio y su efecto en la calidad organoléptica, en la Amazonía norte del Ecuador (Figura 8.3.), se determinó que hay similitud en la taza de los cafés naturales (beneficio vía seca) y semilavados u “honey” (beneficio semihúmedo); así como, entre los cafés lavados preparados con los métodos por vía húmeda (húmedo convencional) y húmedo enzimático (Duicela *et al.*, 2018).

**Figura 8.3. Similitud de los métodos de beneficio de café robusta sobre la calidad sensorial**



Fuente: Duicela *et al.* (2018)

En la figura 8.4., se expone los perfiles sensoriales de genotipos de café robusta, beneficiados por vía seca, siete de los cuales tienen puntajes mayores que 80 puntos SCAA, por lo tanto, tienen posibilidades de ser considerados como cafés especiales.

**Figura 8.4. Perfiles sensoriales de clones de café robusta promisorios en el Ecuador**

Elaboración de los autores

### 8.5. Clasificación de los cafés robustas

Sobre la base de la calidad de la infusión, el café robusta se clasifica de la siguiente forma:

Finos y especiales	Cuando la calidad de la infusión es suave, con buen cuerpo, apenas amargo y limpio, con notas de gusto dulce.
Buenos	Cuando la calidad de la infusión puede clasificarse de cuerpo bueno, neutral, ligero amargor, limpia con un tono a chocolate.
Medios	Con una calidad de bebida de buen cuerpo, buena neutralidad, amargor medio y limpia.
Inferiores a la media	Con una infusión que si bien es de buen cuerpo, tiene notas ásperas, es amarga, pero limpia y es insípida sin notas de sabor.
Malos	Una bebida que no es limpia, que tiene notas medicinales, fenólicas o notas intensas duras, con o sin cuerpo, amarga y desagradable al gusto.

### 8.6. Defectos de taza

El defecto de taza es un gusto negativo o deficiente que resta valor a la calidad del café. Los defectos de taza están normalmente asociados con el deterioro del grano o la contaminación del producto. Las técnicas inadecuadas de elaboración, incluida la utilización del equipo incorrecto y una manipulación inapropiada contribuyen a los defectos de calidad. En el café robusta los gustos extraños causados por técnicas inadecuadas de elaboración son: sabor a hierba, gusto a fermentado, sabor a medicina o químico, granos hediondos, sabor rancio, terroso o picante, olor a saco.

Los defectos de taza que se han encontrado en cafés robustas mal procesados son los siguientes:<sup>14</sup>

Acre	Sensación olfativa y gustativa áspera, amarga, astringente, picante y pesada. Puede darse por la presencia de granos negros.
Añejo	Sabor y aroma estables del café verde de cosechas anteriores que ha perdido o cambiado parte de sus características organolépticas.
Áspera	Sensación táctil fuerte, rasposa y/o tosca causada por granos negros e inmaduros.
Carbón	Sensación de aroma y sabor de carbón vegetal.
Caucho	Es característico del olor de llantas calientes, bandas y frenos de caucho.
Cebolla	Sensación de sabor y aroma ocasionado por una fermentación que por sus condiciones da origen a la formación de este sabor aliáceo.
Ceniza	Similar al olor de un cenicero.
Cereza seca	Gusto avinagrado, sucio o terroso que genera una sensación tosca al paladar.
Cuero	Tiene el olor característico del cuero.
Fenol	Aroma indeseable asociado a compuestos halogenados como cloro y yodo. Se puede generar por contaminación con aguas cloradas; así como por rehumedecimiento durante el secado.
Hediondo	Sensación de sabor y aroma fuerte y defectuoso a materia orgánica putrefacta, se origina por excesiva fermentación de la cereza, a causa de la sobremaduración o deficiente proceso de secado.
Madera	Describe el olor a madera seca, barril de roble, madera muerta o papel cartulina.
Mohoso	Aroma y sabor a moho que se desarrolla por el inadecuado manejo de la humedad durante el secado o almacenamiento.
Paja	Característica a hierba o grama seca y/o heno, puede presentarse en cafés frescos deficientemente secados.
Herbal/pastoso/verde	Incluye tres términos asociados con los olores que recuerdan a pasto recién cortado, hierba verde, follaje verde, granos verdes o frutas verdes.
Pulpa de café	Sabor y aroma a sobremaduro.
Químico	Aroma y sabor a compuestos químicos característicos de los hospitales, como desinfectantes o medicinas.
Rancio	Está asociado a olores que recuerdan a nueces rancias, deterioradas en su sabor.
Saco	Sabor y aroma que adquiere el café empacado en sacos de fibras naturales de deficiente manufactura o húmedos.
Sequedad	Percepción táctil indeseable en café que se aplica a una astringencia excesiva.
Terroso	Aroma y sabor a tierra húmeda o recién removida. Algunas veces está asociado con mohos y recuerda el sabor a papa cruda.

## 8.7. Café robusta especial

El Ecuador tiene potencialidad para convertirse en productor de café robusta especial. Un café para ser catalogado como especial debe obtener una calificación organoléptica de  $\geq 80$  puntos, valorado por un panel de catadores. Para identificar los cafés robustas finos, la ANECAFE organiza anualmente el concurso “*Taza Dorada*”. Los resultados de estos concursos 2016-2019, se exponen en la Tabla 8.2. El puntaje más alto, logrado hasta la cuarta edición, fue 85,63 puntos en la escala SCAA-R (ANECAFE, 2019).

En 2016, la mayor calificación fue 84,40 puntos para un café Congolensis del cantón Gonzalo Pizarro y el 2019 la mayor calificación fue 85,63 puntos para un café Congolensis del cantón Loreto. Entre los mejores 40 cafés robustas se ubican tres Conilón y 37 de Congolensis. Los puntajes sensoriales de los cafés semilavados resultaron estadísticamente más altos que los lavados ( $p = 0,026$ ), mientras que los naturales compartieron una posición intermedia. Además, se probó que hay un impacto positivo de la altitud sobre las características organolépticas del café robusta ( $p < 0,01$ ).

Han participado muestras de tres provincias, Guayas (Costa), Orellana y Sucumbíos (Amazonía norte), destacándose la participación y la posición entre los 10 mejores puntajes sensoriales/año, café de los cantones: Cascales (3), Gonzalo Pizarro (3), Guayaquil (2), Isidro Ayora (1), Joya de los Sachas (1), Lago Agrio (12) y Loreto (8).

14 Algunos de los descriptores están basados en la norma NTC 2758.

**Tabla 8.2. Los 10 mejores puntajes sensoriales de cafés robustas en los Concursos Taza Dorada: 2016-2019**

Año	Posición	Productor	Provincia	Cantón	Altitud (msnm)	Calificación sensorial
2016	1	Calixto German Rivera Narváez	Sucumbíos	Gonzalo Pizarro	800	84,40
	2	Abel Lapo Tandazo	Sucumbíos	Lago Agrio	350	84,15
	3	Jesús Torres Quichimbo	Sucumbíos	Lago Agrio	288	84,10
	4	Ángel Encarnación Campoverde	Sucumbíos	Lago Agrio	400	83,95
	5	Luis Gavidia Suárez	Sucumbíos	Cascales	700	83,85
	6	Piedad Maritza Noa Urapari	Orellana	Loreto	340	83,50
	7	María Inés Andy Alvarado	Orellana	Loreto	440	83,40
	8	Angelina Jacinta Tangila Alvarado	Orellana	Loreto	330	83,40
	9	Eulalia González Rodríguez	Sucumbíos	Lago Agrio	282	83,35
	10	Asociación APROCAS	Sucumbíos	Joya de los Sachas	270	83,30
2017	1	Ángel Cleotildo Varela Arteaga	Sucumbíos	Lago Agrio	311	84,30
	2	Asociación Artesanal "20 de Agosto"	Sucumbíos	Lago Agrio	200	84,05
	3	Ruth Sofía Aguinda	Orellana	Loreto	390	84,00
	4	Carlos Andy Grefa	Sucumbíos	Gonzalo Pizarro	680	83,90
	5	Finca Los Romanes	Sucumbíos	Lago Agrio	300	83,70
	6	Asociación Comercial "Chacra Amazónica"	Orellana	Loreto	450	83,60
	7	Denise Bustamante	Guayas	Isidro Ayora	50	83,10
	8	Asociación Comercial "Chacra Amazónica"	Orellana	Loreto	450	82,70
	9	Asociación APROCEL	Sucumbíos	Lago Agrio	275	82,55
	10	Dairon Andrade Araujo	Sucumbíos	Lago Agrio	277	82,40
2018	1	Diego Pantoja	Guayas	Guayaquil	40	84,95
	2	Joseph Massoud	Guayas	Guayaquil	40	84,80
	3	Calixto Rivera Narváez	Sucumbíos	Gonzalo Pizarro	450	84,45
	4	Sonia Quimbiamba	Sucumbíos	Lago Agrio	350	84,35
	5	Asociación Amazonas	Orellana	Loreto	500	84,30
	6	Jorge Zurita	Sucumbíos	Cascales	450	84,25
	7	Wilson Segura Solano	Orellana	Lago Agrio	600	84,10
	8	ASOSUMACO	Orellana	Loreto	350	83,80
	9	Fernanda Rojas Embus	Sucumbíos	Lago Agrio	300	83,15
	10	Luis Gavidia Suárez	Sucumbíos	Cascales	350	81,10
2019	1	Macario Legarda	Orellana	Loreto	350	85,63
	2	Luis Gavidia Suárez	Sucumbíos	Cascales	350	85,50
	3	ASOCHACRA	Orellana	Loreto	350	84,81
	4	Aroma de cacao	Guayas	Guayaquil	40	84,80
	5	ASOSUMACO	Orellana	Loreto	350	84,13
	6	ASOC. AGRODUP	Sucumbíos	Lago Agrio	275	83,94
	7	Klever Shiguango	Orellana	Loreto	350	83,88
	8	Comunidad Nueva Esperanza	Orellana	Loreto	350	83,81
	9	Luis Ulloa Borja	Sucumbíos	Gonzalo Pizarro	450	83,75
	10	Comunidad Nueva Esperanza	Orellana	Loreto	350	82,81

Fuente: ANECAFE (2019). Elaboración: Los autores

En la Tabla 8.3., se indica el posicionamiento entre los 10 mejores puntajes sensoriales/año, por provincias: Guayas en 2017, 2018 y 2019; Orellana en 2016, 2017 y 2018, y Sucumbíos, con mayor frecuencia, en los cuatro años de concurso, con 21 de 40 muestras, que equivale al 52%.



**Tabla 8.3. Relación entre las muestras con los 10 mejores puntajes sensoriales por provincias y años de concurso**

Años	Guayas			Orellana			Sucumbíos		
	n <sub>10</sub>	Máximo	Mínimo	n <sub>10</sub>	Máximo	Mínimo	n <sub>10</sub>	Máximo	Mínimo
2016				3	83,50	83,40	7	84,40	83,30
2017	1	83,10		3	84,00	82,70	6	84,30	82,40
2018	2	84,95	84,80	3	84,30	83,80	5	84,45	81,10
2019	1	84,80		6	85,63	82,81	3	85,50	84,13
<b>TOP TEN</b>	<b>4 (10%)</b>			<b>15 (38%)</b>			<b>21 (52%)</b>		

Nota: En negrilla se marcan los cafés ganadores/año (Primera posición en “top ten”).

Fuente: ANECAFE (2019). Elaboración: Los autores

En los eventos de competitividad de los cafés robustas ecuatorianos ha habido muestras de los tipos Congolensis (37) y Conilón (3). La relación entre los mejores puntajes sensoriales y genotipos, se expone en la siguiente tabla:

**Tabla 8.4. Relación entre mejores puntajes sensoriales y genotipos de café robusta en cuatro años de eventos de competitividad: 2016-2019**

Años	Genotipos de café robusta		Mejores cafés/año
	Congolensis	Conilón	
2016	10		10
2017	10		10
2018	8	2	10
2019	9	1	10
<b>Mejores cafés/genotipo</b>	37	3	10

Fuente: ANECAFE (2019). Elaboración: Los autores

Los métodos de beneficio por genotipo de los cafés con los 10 mejores puntajes sensoriales durante cuatro años, se exponen en la Tabla 8.5. Cabe destacar que durante 2016 y 2017 se promovió la participación solo de cafés lavados.

**Tabla 8.5. Genotipos de café y métodos de beneficio de los 10 mejores cafés robustas ecuatorianos: 2016-2019**

Años	Genotipo	Métodos de beneficio			Total de cafés por genotipo
		Por vía húmeda	Semihúmedo	Por vía seca	
2016	Congolensis	10			10
2017	Congolensis	10			10
2018	Congolensis	5		3	8
	Conilón	1	1		2
2019	Congolensis	5	2	2	9
	Conilón		1		1
<b>Total</b>		31	4	5	40

Fuente: ANECAFE (2019). Elaboración: Los autores

**Foto 8.1. Proceso de catación de café robusta**

Trillado del café robusta



Percepción de fragancia/aroma en café robusta



Prueba sensorial de taza

Fotografía: Luis Duicela

## 8.8. Terminología básica

Café diferenciado.	Es el producto que se diferencia de los cafés comunes por algún atributo específico o único, por la zona de cultivo con valor ecológico, histórico o étnico, por la tecnología de producción, por la preparación del grano, por ser amigable con las aves o aplicar los principios de producción sostenible.
Café especial.	Café diferenciado por los atributos organolépticos, que tienen valoraciones sensoriales de $\geq 80$ puntos en la escala de la Asociación de Cafés Especiales de América (SCAA: siglas en inglés).
Calidad organoléptica.	Se define como el conjunto de las propiedades intrínsecas de una bebida a base de café que se manifiesta en el grado de aceptabilidad por parte de los consumidores que se valora a través de un panel de catadores.
Puntaje sensorial.	Es la calificación promedio que obtiene una muestra de café sobre 100 puntos, valorado por un panel de expertos catadores.
Sabores extraños.	Es el gusto ajeno al café que es sentido y juzgado por los catadores de café y representa un deterioro de la calidad sensorial.
Saborizados naturales.	Es la valoración de los catadores expertos que expresan la sensación en el olfato y gusto a flores, frutas y bebidas que presentan los cafés finos.

## Bibliografía

- Asociación Nacional de Exportadores de Café (ANECAFÉ). (2019). *Informes Técnicos: Concursos Taza Dorada Café Robusta: 2016-2019*. Recuperado de: <http://www.anecafe.org.ec/taza-dorada-2019-robusta>
- Instituto de la Calidad del Café (CQI) (2010). *Protocolos de prueba de la taza de cafés robusta. Agregación de valor a los cafés robusta*. Recuperado de: <https://bit.ly/2T184gt>
- Duicela-Guambi, L. A., Andrade-Moreano, J., Farfán-Talledo, D. S., & Velázquez-Cedeño, S. (2018). *Calidad organoléptica, métodos de beneficio y cultivares de café robusta (Coffea canephora Pierre ex Froehner) en la Amazonía del Ecuador*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 19(2), pp. 239-253.
- Duicela-Guambi, L.A. (2017). *Café robusta: Producción y poscosecha*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Guayaquil, Ecuador: Humus.
- Duicela, L.A.; Loor, R.G.; Portillo, E.A. & Chilán, W.P. (2019). *Influencia de la enzima pectina-transeliminasa en los tiempos de fermentación y en la calidad organoléptica del café robusta*. Informe Técnico de Proyecto de Investigación. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM) y Universidad de Zulia.
- Jiménez, R. (2014). *Estudio de mercado y tendencias de las certificaciones agrícolas relevantes para el grano de café ecuatoriano*. VECO Andino. Quito, Ecuador.
- Leroy, T., De Bellis, F., Legnate, H., Musoli, P., Kalonji, A. Loor, R.G., & Cubry, P. (2014). *Developing core collections to optimize the management and the exploitation of diversity of the coffee Coffea canephora*. Genética, 142(3), pp. 185-199.
- Loor, R.G., De Bellis, F., Leroy, T., Plaza, L., Guerrero, H., & López, D. (2017). *Revealing the diversity of introduced Coffea canephora germplasm in Ecuador: Towards a national strategy to improve robusta*. The Scientific World Journal, pp. 1-12.
- Puntocafé (2012). *Noticias del café peruano*. Recuperado de: <https://bit.ly/2T5vzet>
- Specialty Coffee Association of América (SCAA) (2015). *Cupping Protocols*. Recuperado de: <https://bit.ly/2VwA7MD>

**Aseguramiento de la inocuidad del café**



Fotografía: Luis Duicela



## Aseguramiento de la inocuidad del café

La inocuidad del café garantiza que la bebida u otros productos derivados no causen daño a la salud de los consumidores. Recientes brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAs), ponen de manifiesto los potenciales problemas de contaminación existentes y generan preocupación en la opinión pública sobre las medidas de prevención disponibles, relacionadas con la higiene de los alimentos. Según el Codex Alimentarius, el término “higiene de los alimentos” se refiere a todas las condiciones y medidas necesarias para garantizar la inocuidad y la aptitud de los alimentos, en todas las fases de la cadena alimentaria (FAO, 2002).

### 9.1. Prevención de las contaminaciones

Las prácticas de higiene en la caficultura tienen por objetivo prevenir todo tipo de contaminación con elementos que puedan causar algún daño o enfermedad a los consumidores.

En consecuencia, hay que aplicar correcta y oportunamente todas las recomendaciones orientadas a la inocuidad durante el proceso de producción en el campo: beneficio, secado, almacenamiento, transporte, transformación industrial, proceso de expendio y preparación de la bebida.

Los peligros a los que está expuesto el café durante las fases de producción y procesamiento son de tres clases: físicos, biológicos y químicos (FAO, 2003).

#### *Peligros físicos*

Los peligros físicos se refieren a la presencia de objetos extraños como: palos, piedras, plásticos y otros materiales, que ocurren por prácticas inadecuadas en algún punto del proceso agro productivo, especialmente durante el secado, transporte y almacenamiento (FAO, 2003).

Las medidas preventivas son prácticamente la única forma de impedir que elementos extraños contaminen el café (ANECAFÉ, 2006).

#### *Peligros biológicos*

Los peligros biológicos, a los que está expuesto el café, son principalmente los microorganismos: bacterias, virus, hongos y otros parásitos. Los microorganismos que contaminan los alimentos, en su mayor parte, se encuentran en el ambiente natural y pueden ser prevenidos con adecuadas prácticas de cultivo, manipulación, almacenamiento y transporte (FAO, 2002).

Según ANECAFE (2006) los principales peligros biológicos que afectan la caficultura son los hongos: *Penicillium spp.* y *Aspergillus spp.* que producen *Ocratoxina A* (OTA), especialmente, en condiciones de defectuoso secado del grano.

En el café, la OTA es la micotoxina de mayor importancia. La contaminación inicial del café con OTA se da por esporas presentes en aire y suelo. Estas esporas pueden producir un moho en circunstancias adversas de humedad y temperatura. A nivel de campo, también hay otros hongos fitopatógenos que causan enfermedades del café y son potenciales peligros biológicos como: *Corticium koleroga* que produce una momificación de los frutos.

En la cadena productiva puede haber contaminaciones con agentes biológicos como bacterias (p.e.: *Salmonella spp.*), especialmente en el secado, por la presencia de animales domésticos y aves de corral; en el almacenamiento por la presencia de roedores, murciélagos o cucarachas; y, en el transporte, por inadecuada limpieza de recipientes y vehículos. Durante el almacenamiento, el café puede ser

atacado por el Gorgojo “*Araecerus fasciculatus*”, que causa mermas en el peso y un aspecto sucio y polvoriento del grano.

### ***Peligros químicos***

La contaminación de los alimentos con sustancias químicas como: pesticidas, desinfectantes, antibióticos, entre otros. Puede ocurrir durante la producción primaria, a causa de uso excesivo de plaguicidas; en el secado, por contacto con agroquímicos y derivados de petróleo; en el empaque, por presencia de residuos; en el almacenamiento, por contacto con productos químicos y derivados de petróleo, y el transporte del producto (FAO, 2003).

Durante la precosecha, la contaminación química ocurre por el uso inadecuado de insecticidas, fungicidas o herbicidas. La presencia de residuos de pesticidas en el café verde, por encima de los niveles máximos permitidos, genera el rechazo de autoridades sanitarias y de los compradores (ANECAPÉ, 2006).

La contaminación química de los granos de café puede ser de dos tipos:

- Sustancias químicas naturales, como las *micotoxinas en el café*.
- Sustancias químicas añadidas, como los residuos de insecticidas, fungicidas y fertilizantes en el café en grano o industrializado.

## **9.2. Puntos críticos de control de OTA**

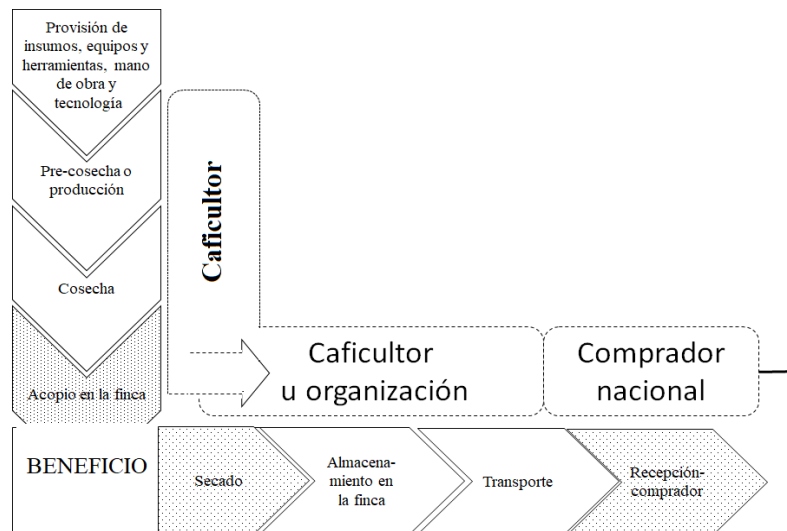
Un monitoreo de OTA en Ecuador indica que en 27 de 155 muestras existe una incidencia de contaminación con Ocratoxina A del 17,4% muestras, en un rango de 2,28-43,45  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (Espín, 2012). Los límites máximos permitidos (LMR) de OTA, para la Unión Europea, son: 5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  para café tostado y 10  $\mu\text{g}/\text{kg}$  para café soluble.

ANECAPÉ y la FAO delinearon un plan nacional de acción para la prevención de OTA en el café ecuatoriano, definiendo como puntos críticos de control el secado a nivel de finca o del centro de acopio, así como los lugares de recepción del grano por intermediarios. La problemática está definida por el riesgo de la inocuidad del café en los procesos de producción y poscosecha, la falta de registros de producción, acopio, almacenamiento y transporte, escaso compromiso de los actores en la cadena del aseguramiento de inocuidad, en todas las etapas y procesos; así como la limitada observancia de las normativas nacionales respecto de BPA y trazabilidad por parte de los actores de la cadena del café.

La trazabilidad es un sistema de registros y procedimientos preestablecidos con la finalidad de conocer la historia del cultivo, ubicación geográfica, responsabilidad social y ambiental, así como, la trayectoria o ruta que sigue el café desde su origen hasta el consumidor, facilitando la recuperación de productos defectuosos susceptibles que pueden constituir un riesgo grave para el usuario (AGROCALIDAD, 2013). En la actualidad, se amplía el concepto a las estrategias de prevención del bioterrorismo (Saborío, 2004).

## **9.3. Diseño de un sistema de trazabilidad**

El sistema de trazabilidad involucra el control de eslabones (etapas) y procesos (gestión y operación), mediante registros ordenados, prediseñados y aprobados por productores y compradores. El principal objetivo de la trazabilidad es garantizar la inocuidad, aunque la información sirve para la administración y toma de decisiones para mejorar procesos, como parte de las estrategias de mejoramiento continuo de la calidad (Puerta, 2007). Este sistema permite conocer el origen y el destino del producto, es decir, solo el eslabón inmediato anterior (proveedor) y posterior (cliente) de la cadena alimentaria (Figura 9.1.).

**Figura 9.1. Los puntos críticos de control para asegurar la inocuidad del café**

Elaboración: Los autores

Las etapas de control a nivel de finca son: producción, cosecha y acopio interno de café cereza, beneficio (incluye secado), almacenamiento y transporte. A cada etapa le corresponde un conjunto de procesos en los que se debe aplicar las recomendaciones enmarcadas en las buenas prácticas de producción y poscosecha. La etapa de producción comprende: preparación del terreno, establecimiento del cafetal, control de plagas, podas y fertilización.

En la cosecha y acopio interno de café cereza se considera: forma de recolección de los frutos en su estado óptimo de maduración, ensacado y movilización al centro de beneficio, de la organización o del comerciante. El beneficio del café puede orientarse hacia la preparación de cafés naturales, lavados o semilavados. En la preparación del café lavado, por vía húmeda convencional, incluye las labores de boyado, despulpado con equipo bien calibrado, fermentado hasta el punto óptimo, lavado con agua limpia y secado en condiciones higiénicas.

El almacenamiento involucra una bodega con ambiente seco, limpio y ventilado; humedad del grano (10-12%), sin contacto directo del café con el piso (uso de estibas de madera o plástico) ni con las paredes. En el transporte se debe asegurar la limpieza de sacos y camiones, evitando todo riesgo de contaminación física, química o biológica.

La implementación del sistema de trazabilidad a nivel de finca posibilita establecer la identidad y origen del producto, a lo largo de las distintas etapas, desde la producción hasta la entrega del producto (bola seca, pergamino seco o en grano) en el centro de acopio del comerciante, exportador o industrial (Duicela, 2011). Ciertamente que, desde ese punto hacia adelante, la responsabilidad del sistema de trazabilidad compete al siguiente actor de la cadena del café, y así sucesivamente, hasta llegar al consumidor final, con información codificada, actualizada y precisa. Cada operador de la cadena agroindustrial es responsable de habilitar su sistema de trazabilidad.

#### 9.4. Tipos de trazabilidad

Según el IICA (s.f.), se distinguen tres tipos de trazabilidad: ascendente, interna y descendente.

**Trazabilidad ascendente o hacia atrás:** La ascendente es la capacidad de conocer, a partir de un producto, los diferentes ingredientes y otros elementos que han intervenido en su elaboración (al origen).

**Trazabilidad interna:** La interna es la información que permite relacionar un producto con las materias primas, envases, aditivos y datos más relevantes de su proceso de elaboración incluidos los resultados del autocontrol que le afectan.

**Trazabilidad descendente o hacia delante:** La descendente es la capacidad de conocer el destinatario de un producto, así como toda la información relativa a su comercialización (consumidor final).



## 9.5. Aspectos básicos de la trazabilidad a nivel de finca

La trazabilidad a nivel de finca se fundamenta en la identificación del origen del café como materia prima, es el punto de partida de todo el sistema de trazabilidad, que recorre una ruta hasta llegar al consumidor final.

El sistema, a través de todos los eslabones, debe contener la documentación del Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) para garantizar la inocuidad y aptitud para su consumo (Puerta, 2007).

Para garantizar la inocuidad y aptitud para su consumo, todos los eslabones del sistema deben contener la documentación del Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC)

Los aspectos básicos de la trazabilidad a nivel de finca, según AGROCALIDAD (2013), son:

- La responsabilidad de caficultor abarca desde el campo hasta el centro de acopio, donde confluyen los otros productores.
- Los registros deberán incluir información sobre la unidad de producción (finca, parcela o sector), producto, fechas de cosecha y poscosecha, así como, número de sacos por lote.
- Los aspectos anteriores podrán manejarse a través de un código, el cual debe ser conocido por el productor y el comprador. Este código puede ser de barras o etiquetas que contengan los datos mencionados (a través de números y/o letras).
- El código se asignará en el momento de la cosecha y deberá mantenerse, en todas las etapas, con la finalidad de identificar el productor y producto.
- El código deberá colocarse en un lugar visible en cada uno de los empaques que contengan el producto.
- Los productores y/o comercializadores deben asegurar procedimientos eficaces de trazabilidad del producto para identificar el origen, ubicación y retiro total y rápido del mismo, en el caso de que se detecte algún peligro para la salud del consumidor.

## 9.6. Documentación y registros para productores

Para obtener la certificación BPA en café, debe mantenerse al día los registros de las actividades realizadas en campo, cosecha y poscosecha (AGROCALIDAD, 2013). Los predios certificados con BPA deben mantener un archivo físico y/o digital por un período mínimo de tres años (Duicela, 2011). La competencia oficial de otorgar la certificación Buenas Prácticas Agrícolas en café lo tiene AGROCALIDAD (2013), para lo que el caficultor deberá presentar los siguientes registros:<sup>15</sup>

- Historial del terreno del cafetal.
- Caracterización de factores agroclimáticos del predio.
- Guía de movilización de material vegetal.
- Tratamiento de material vegetal de propagación.
- Aplicación de fertilizantes químicos y abonos orgánicos.
- Material y proceso de siembra.
- Cloración o tratamiento del agua.
- Aplicación de plaguicidas de uso agrícola.

15 Los modelos de los registros para obtener la certificación BPA están disponibles en Buenas Prácticas Agrícolas para Café (AGROCALIDAD, 2013). <https://bit.ly/3a6HBda>

- Almacenamiento de plaguicidas de uso agrícola.
- Mantenimiento y calibración de equipos de aplicación de plaguicidas de uso agrícola.
- Limpieza, mantenimiento y desinfección de equipos e instalaciones.
- Transporte.
- Control de visitas.
- Capacitación.

Desde la Foto 9.1. a la 9.6., se exponen algunas recomendaciones para el aseguramiento de la inocuidad del café robusta.

Las buenas prácticas agrícolas aplicadas en: producción, cosecha y beneficio, secado, almacenamiento y condiciones óptimas de transporte, son determinantes en la calidad física y organoléptica, condiciones fundamentales para asegurar la inocuidad del café robusta.

**Foto 9.1. Cosecha selectiva de café**



Fotografía: Willian Chilán

**Foto 9.2. No secar en el suelo**



Fotografía: Willian Chilán

**Foto 9.3. No permitir la presencia de animales domésticos en el secado**



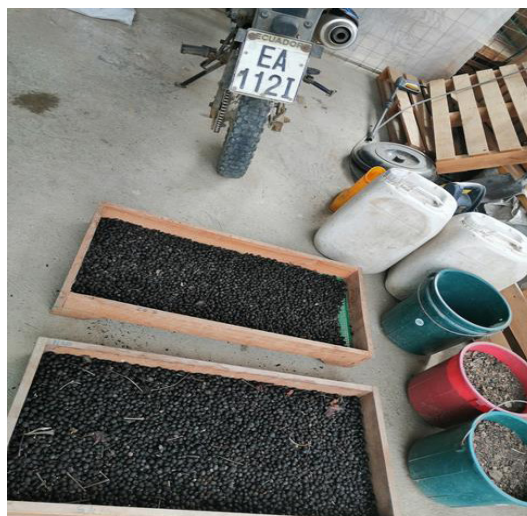
Fotografía: Willian Chilán

**Foto 9.4. No secar el café en la carretera**



Fotografía: Willian Chilán

**Foto 9.5. No secar cerca de contaminantes físicos, químicos y biológicos**



Fotografía: Willian Chilán

### Foto 9.6. No mezclar frutos con distintos grados de humedad y de madurez



Fotografía: Willian Chilán

### 9.7. Terminología básica

Café diferenciado.	Presencia de cualquier agente contaminante sea físico, químico o biológico que altera la calidad física y organoléptica del café.
Inocuidad del café.	Es la garantía de que la bebida u otros productos derivados no causarán daño a la salud de los consumidores.
Peligro biológico.	Es un posible contaminante de origen biológico como hongos, bacterias u otros microorganismos que pueden deteriorar la apariencia física del grano y la calidad sensorial, así como, poner en riesgo la salud de los consumidores.
Peligro físico.	Es un posible contaminante físico que puede poner en riesgo el equipo de procesamiento, a los operadores o consumidores (piedras, palos, pedazos de vidrios, pedazos de metales).
Peligro químico.	Es un posible contaminante de naturaleza química como los agroquímicos, derivados de petróleo o toxinas originadas por los hongos.
Trazabilidad.	Sistema que define y controla en base a registros y acciones vinculadas toda la ruta de movimiento del producto desde su origen hasta el consumidor final.

### Bibliografía

- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD) (2013). *Buenas Prácticas Agrícolas para Café*. Quito, Ecuador. p. 67. Recuperado de: <https://bit.ly/2TpwhSM>
- Asociación Nacional de Exportadores de Café (ANECAPÉ) (2006). *Plan Nacional de acción para la prevención de Ocratoxina A (OTA) en el café ecuatoriano*. FAO-ANECAPÉ-MAG. Ecuador. p. 28.
- Duicela, L. (2011). *Manejo sostenible de fincas cafetaleras*. Consejo Cafetalero Nacional. Portoviejo, Ecuador. pp. 201-251.
- Espín, S. (2012). *Programa Nacional de Monitoreo y Manejo Integrado de Contaminantes (Plaguicidas y Micotoxinas) para productos de exportación: Presentación de resultados*. (28 diapositivas PPT). Ecuador: INIAP-IICA-COFENAC.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); Organización Mundial de la Salud (OMS) (2002). *Codex Alimentarius: Higiene de los alimentos*. Segunda edición. Roma, Italia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2003). *Manual sobre la aplicación del sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC) en la prevención y control de las micotoxinas*. Estudio FAO Alimentación Nutrición N° 73. Roma, Italia.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (s.f.). *Manual de trazabilidad para café protegido bajo una indicación geográfica o denominación de origen*. Recuperado de: <https://bit.ly/397G9an>
- Puerta, G.I. (2007). *Registro de la trazabilidad del café en la finca*. Avances técnicos 355. Chinchiná, Caldas, Colombia: Cenicafé. Recuperado de: <https://bit.ly/2w9ZQ2P>
- Saborío, S. (2004). *Fundamentos y actividades relacionadas con la Ley contra el bioterrorismo*. Boletín N° 39. Consejo Nacional de Producción-Dirección Calidad Agrícola, Área Poscosecha. Costa Rica: San José. Recuperado de: <https://bit.ly/3a7Qd3t>



## Sobre los autores

### Luis Alberto Duicela Guambi



Ingeniero agrónomo de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador). Magister en Ciencias Agrícolas del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (México). Investigador Agropecuario del Programa de Investigación en Café de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP. Director Técnico del Consejo Cafetalero Nacional. Docente de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí. Docente de los Programas de Maestría en Agroforestería de la Universidad Nacional de Loja, en Agroecología Tropical Andina de la Universidad Politécnica Salesiana, en Ambiente y Desarrollo de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y en Agronomía de la Universidad Técnica de Babahoyo. Asesor del Departamento de Investigación de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Cargo actual: Docente de la carrera de Ingeniería Agrícola de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí-ESPAM MFL,

Coordinador del Grupo de Investigación en Fitotecnia de la ESPAM, Director Técnico de la Red Universitaria de Investigación y Desarrollo Cafetalero (REDUCAFE) y Doctorando en Ciencias Agrarias de la Universidad de Zulia (Venezuela). Correo: lduicela@gmail.com; luis.duicela@espam.edu.ec

### Jorge Enrique Guamán Aguilar



Ingeniero Químico de la Universidad de Guayaquil (Ecuador), con más de 35 años de experiencia en la Gerencia de Planta en la Empresa Solubles Instantáneos C.A. (SICA). Experto en la fabricación de café instantáneo por liofilización y atomización. Responsable de la investigación y desarrollo de nuevos productos para el mercado Asiático y Europeo. Selección y adquisición de equipos para mejorar la producción, calidad y productividad de cafés instantáneos. Dirección e implementación de Buenas Prácticas de Fabricación y HACCP. Colaboración directa en diferentes proyectos de desarrollo cafetalero. Especialista en la evaluación de las características físicas y sensoriales del café robusta. Supervisor de los proyectos cafetaleros en Echeandía, Ventanas y San Luis Pambil. Investigador en los proyectos “Determinación de residuos de agroquímicos en el café verde” y “Métodos de beneficio del café arábigo y robusta”. Correo: j5052guaman@hotmail.com

### Diana Sofía Farfán Talledo



Ingeniera Agrícola de la Universidad Técnica de Manabí (Ecuador). Magister en Educación y Desarrollo Social de la Universidad Tecnológica Equinoccial (Ecuador). Catadora de café con acreditación del Instituto de la Calidad del Café (CQI). Investigadora en los Proyectos “Caracterización física y organoléptica de cafés arábigos en los distintos agroecosistemas del Ecuador”, “Caracterización física y organoléptica de los cafés robustas de Ecuador”, “Difusión y Capacitación de métodos alternativos de poscosecha de café”. Responsable de Laboratorio de Calidad del Consejo Cafetalero Nacional. Facilitadora certificada para la capacitación en estándares Common Codes Community Coffee (4C). Jueza Catadora Nacional, en varias ediciones, del concurso nacional Taza Dorada. Jueza del Segundo Concurso Nacional de Barismo. Consultora en elaboración de estándares de café tostado y molido en café arábigo y robusta. Correo: dianafarafan02@yahoo.com

### Willian Paúl Chilán Villafuerte



Ingeniero Agrónomo de la Universidad Agraria del Ecuador UAE). Magister en Agroecología y Agricultura Sostenibles de la UAE. Investigador en los proyectos “Manejo Integrado de la Broca del Café” International Coffee Organization (ICO), Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI) and Common Fund for Commodities (CFC)”, “Estudio de la residualidad de agroquímicos y otros contaminantes en el café verde, en las principales zonas cafetaleras del Ecuador”, “Selección y difusión de clones de café robusta (Coffea canephora Pierre ex Froehner) en el litoral ecuatoriano”. Responsable del Programa de Cafés Especiales en el Consejo Cafetalero Nacional. Cargo actual: Coordinador de Convenios SICA-REDUCAFE y responsable del Programa de Café de SICA. Correo: willianchilan@hotmail.com



*Poscosecha  
y calidad del  
café robusta*

Carrera de  
Ingeniería Agrícola

La Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” es una institución de Educación Superior del Estado Ecuatoriano con personería jurídica de derecho público, sin fines de lucro, que goza de autonomía académica, administrativa, financiera y orgánica, acorde con los objetivos del régimen de desarrollo y los principios establecidos en el artículo 355 de la Constitución de la República del Ecuador y el artículo 17 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

La ESPAM desarrolla actividades de investigación enmarcada en planes, programas y proyectos, a través de los Grupos de Investigación como el de Fitogenotecnia, que tiene el objetivo de “generar conocimientos y tecnologías apropiadas para dar soluciones a los problemas de producción de cultivos tropicales, con un enfoque de sostenibilidad”. En este contexto, la ESPAM, a través del GI-FITOGEN cuenta con el apoyo de la empresa SICA.

Solubles Instantáneos C.A. es una creciente empresa dentro del mercado mundial del café, fundada en 1960, dirigida por el señor Jorge Salcedo, que se ha caracterizado por utilizar la tecnología de producción industrial más avanzada para proporcionar productos de excelencia a sus clientes,

SICA, desde su creación en la ciudad de Guayaquil, ha mantenido un liderazgo en el mercado global de café instantáneo. En los años 60 fue una de las primeras compañías de América en instalar una planta de café tipo Spray Dried y en los 70 en instalar y operar una planta tipo Freeze Dried. En la actualidad, la compañía SICA forma parte de un reducido grupo de empresas, a nivel mundial, que produce café tipo freeze dried, la mejor forma de producir cafés instantáneos de muy alta calidad.



Carrera de  
INGENIERÍA  
AGRÍCOLA



Solubles Instantáneos C.A.



ISBN: 978-9942-77-321-0



9 789942 773210