

Manual Técnico del Cultivo de Cacao Buenas Prácticas para América Latina

IIICA



Representación Costa Rica

Manual Técnico del Cultivo de Cacao

Prácticas Latinoamericanas

Miguel Ángel Arvelo Sánchez
Diego González León
Steven Maroto Arce
Tanya Delgado López
Paola Montoya Rodríguez

2017



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2017



Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latinoamericanas por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons

Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO)

(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)

Creado a partir de la obra en www.iica.int.

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en <http://www.iica.int>

Coordinación editorial: Miguel A. Arvelo.

Fotografías: Rafael Cartín, Fabian Obando, Carlos Bastidas y Julio Escobar

Corrección de estilo: Emilia Fallas

Diagramación: Stephanie Williams

Diseño de portada: Stephanie Williams

Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latinoamericanas / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; Miguel Ángel Arvelo Sánchez, Diego González León, Steven Maroto Arce, Tanya Delgado López y Paola Montoya López. – San José, C.R.: IICA, 2017.
165 p.; 21,5 cm X 28 cm

ISBN: 978-92-9248-732-4

1. Theobroma cacao 2. Cultivo 3. Prácticas agrícolas 4. Cambio climático 5. Agroecosistemas
6. Características del sitio 7. Siembra 8. Reproducción 9. Viveros 10. Preparación del sitio
11. Espaciamiento 12. Escarda 13. Riego 14. Cosecha 15. América Latina I. Árvulo Sánchez,
Miguel II. González León, Diego III. Maroto Arce, Steven IV. Delgado López, Tanya V. Montoya
López, Paola VI. IICA VII. Título

AGRIS
F01

DEWEY
663.74

San José, Costa Rica
2017

CONTENIDO

Siglas	9
Introducción	10
 BUENAS PRÁCTICAS DEL MANEJO DEL CACAO	 11
Generalidades sobre el cacao	11
Descripción botánica del cacao	14
 CONDICIONES RECOMENDADAS PARA EL CULTIVO	 22
Condiciones ambientales de los agrosistemas cacaoteros en América	24
Condiciones de suelo requeridas para el cultivo de cacao	30
 CACAO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO	 32
 ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE CACAO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	 34
Selección del material de siembra	34
Ventajas y desventajas de las semillas y clones	36
Compatibilidad	38
Poli o multiclonal	39
Producción de plántulas para la siembra	40
Reproducción sexual	40
Establecimiento de viveros	42
Propagación asexual o vegetativa del cacao, mediante Injertación de plantas	43
Características de las yemas y patrones	44
Tipos de injertación en el cacao	45
Preparación del terreno para la siembra	48
Siembra	49
Densidad de siembra	50
Sombra	52
 MANEJO AGRONÓMICO DE LA PLANTACIÓN DE CACAO	 59
Control de maleza	59

Riego	60
Fertilización	60
Podas	63
Manejo de insectos y otros microorganismos benéficos	67
La polinización en el cacao	71
 PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CACAO	 66
Principales enfermedades del cacao en América	76
Recomendaciones en la aplicación de productos fitosanitarios en el cacao	79
 MANEJO DE CACAOTALES TRADICIONALES	 80
Prácticas para su rehabilitación y renovación	80
 COSECHA DEL CACAO	 82
 MANEJO POSCOSECHA DEL CACAO	 84
Quebrado de la mazorca	84
Fermentación del cacao	85
Secado del cacao	90
Almacenamiento y selección de los granos de cacao	96
Transporte	99
 CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS EN CACAO	 102
 INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN CACAO	 107
Introducción	107
Investigación, desarrollo e innovación en la agenda cacaotera global	107
Situación de la investigación científica en cacao	108
Catálogo de investigaciones realizadas en cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	113
Clasificación y Análisis de las investigaciones en cacao	131
Conclusiones y recomendaciones	135
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 136

CONTENIDO DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Contenido de cadmio en abonos orgánicos comerciales evaluados por el INIAP en Ecuador	104
Gráfico 2. Artículos científicos en cacao (2000 – 2017)	108
Gráfico 3. Artículos en cacao generados a nivel mundial (2000 – 2017)	109
Gráfico 4. Artículos científicos en cacao generados en América Latina (2000 – 2017)	110
Gráfico 5. Principales subdisciplinas científicas con artículos sobre cacao a nivel mundial (2000 – 2017)	111
Gráfico 6. Artículos científicos en cultivos tropicales (2000 – 2017)	112
Gráfico 7. Artículos científicos en ciencias agrícolas en cultivos tropicales (2000 - 2017)	113
Gráfico 8. Participación relativa de las universidades e instituciones públicas y privadas que realizan investigaciones de cacao	131
Gráfico 9. Distribución relativa de la clasificación de investigaciones de cacao según país	131
Gráfico 10. Distribución relativa de los temas pertenecientes al catálogo de investigaciones disponibles del cacao	132
Gráfico 11. Principales palabras en los títulos de las investigaciones en cacao	134

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Acondicionamiento de la siembra del cacao	51
Figura 2. Criterios en la decisión de renovación o rehabilitación de una plantación de cacao	80

CONTENIDO DE IMÁGENES

Imagen 1. Tipos de cacao	12
Imagen 2. Cacaos de América	14
Imagen 3. Tipología de cultivares de cacao	16
Imagen 4. Clasificación taxonómica del cacao	17
Imagen 5. Partes de la planta de cacao	18
Imagen 6. Plantaciones de cacao	22
Imagen 7. Regiones productoras de cacao	23
Imagen 8. Cacao de tipo trinitario	34

Imagen 9. Ejemplo de clones presentes en la finca experimental de cacao del CATIE.	36
Imagen 10. Ejemplo de policlon o injerto múltiple	40
Imagen 11. Preparación de la bolsa de siembra, preparación pre siembra de la semilla y proceso de siembra.	41
Imagen 12. Semilla germinada de cacao	42
Imagen 13. Vivero de cacao del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).	43
Imagen 14. Ejemplo de varetas y patrones, adecuados para el proceso de injertación	45
Imagen 15. Proceso de injertación de parche.	46
Imagen 16. Proceso de injertación de aproximación.	47
Imagen 17. Proceso de injertación de púa central.	48
Imagen 18. Árboles de cacao trasplantados del vivero al campo	51
Imagen 19. Sombra temporal del cacao con plantas de banano.	55
Imagen 20. Sombra permanente del cacao con árboles maderables.	57
Imagen 21. Proceso de poda del cacao.	64
Imagen 22. Protección de la flor polinizada artificialmente.	69
Imagen 23. Daños causados por la monilia en el cacao.	72
Imagen 24. Daños causados por la <i>Phytophthora</i> en el cacao	73
Imagen 25. Daños causados por el mal de machete en árboles de cacao	74
Imagen 26. Mazorcas y ramas afectadas por escoba de bruja	75
Imagen 27. Mazorca contaminada por antracnosis	76
Imagen 28. Cosecha madura de cacao.	84
Imagen 29. Mazorca debidamente quebrada, para luego depositar los granos en un recipiente limpio.	85
Imagen 30. Cajones diseñados para la fermentación del cacao	86
Imagen 31. Medición de la temperatura en la fermentación del cacao.	89
Imagen 32. Área de secado del cacao, en tarimas acondicionadas.	93
Imagen 33. Almendras de cacao en seco	94
Imagen 34. Desprendimiento de la cascara de los granos, debidamente fermentados	96
Imagen 35. Almendras del cacao.	97
Imagen 36. Ejemplo de registros	99
Imagen 37. Presentaciones de chocolate	101
Imagen 38. Nube de palabras generada a partir de descriptores claves en las investigaciones en cacao	133

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Síntesis de las condiciones climáticas y edafológicas para el cultivo de cacao en América Latina y el Caribe	29
Tabla 2. Clones de cacao en América Latina y el Caribe	37
Tabla 3. Ejemplo de tipos específicos de cacao	38
Tabla 4. Distancias utilizadas para los árboles de sombra temporal en cacao	54
Tabla 5. Principales cultivos recomendados en América Latina y el Caribe para sombra temporal	54
Tabla 6. Distancias utilizadas para los árboles de sombra permanente en cacao	56
Tabla 7. Principales cultivos recomendados en América Latina y el Caribe para sombra permanente.	58
Tabla 8. Niveles de los diferentes elementos para clasificar el estado nutricional de un suelo para cacao	61
Tabla 9. Principales macronutrientes y micronutrientes requeridos por el cacao	63
Tabla 10. Estacionalidad de la producción de América Latina y el Caribe de cacao por países productores.	83
Tabla 11. Dimensiones recomendadas de los cajones de fermentación y sus capacidades	86
Tabla 12. Levaduras generadas en una primera fase.	87
Tabla 13. Bacterias lácticas generadas en una segunda fase	88
Tabla 14. Bacterias acéticas en una tercera fase.	88
Tabla 15. Bacillus en una cuarta fase.	89
Tabla 16. Composición química de los granos de cacao después de la fermentación y secado.	94
Tabla 17. Propuestas de niveles máximos para el cadmio en el chocolate y productos derivados del cacao para observaciones Novena Reunión Programa Conjunto FAO/OMS	104
Tabla 18. Lista de investigaciones de cacao	116

SIGLAS

ALADI: Asociación Latinoamericana de Integración
CAF: Banco de Desarrollo de América Latina
CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CCI/Trademap: Estadísticas comerciales para el desarrollo de negocios internacionales del Centro de Comercio Internacional.
CCI: Centro de Comercio Internacional
CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPLAC: Comisión Ejecutiva del Plan de Plantaciones de Cacao
CIAT: Centro de Investigación Agrícola Tropical
COPAL: Alianza de Países Productores del Cacao
FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
FAOSTAT: Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
FEDECACAO: Federación Nacional de Cacaoteros
FHIA: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola
FINAGRO: Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
FONADAL: Fondo Nacional de Desarrollo Alternativo de Bolivia
FONTAGRO: Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
ICCO: Organización Internacional del Cacao.
IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
INFOCAFÉS: Centro Piloto de Investigación en Lima, Perú
INIA: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
INIAP: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de México
INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
MDA: Ministerio de Desenvolvimento Agrario de Brasil
OMC: Organización Mundial de Comercio.
ONU: Organización de las Naciones Unidas.
PROCITROPICOS: Programa Cooperativo de Investigación, Desarrollo e Innovación Agrícola para los Trópicos Sudamericanos
Proexport Colombia: Entidad promotora de las exportaciones colombianas
SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México
UNCTAD: Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.
UWI: Universidad de las Indias Occidentales
WCF: Fundación Mundial del Cacao

INTRODUCCIÓN

El cacao se cultiva en regiones cálidas y húmedas en más de 50 países ubicados en 4 continentes (África, América, Asia y Oceanía); 23 de esos países son de América y en ellos se produce cacao con fines comerciales, lo que convierte el cacao en un cultivo de gran importancia económica, social, ambiental y, particularmente, cultural para los territorios en donde se produce.

La actividad cacaotera tiene impacto importante en los principales países productores, ya que representa el modo de vida de más de 150 000 agricultores y genera alrededor de 1 500 000 empleos directos en las etapas de producción, procesamiento y comercialización. La producción de cacao en América abarca una superficie superior a 1 700 000 hectáreas y genera flujos comerciales superiores a los 900 millones de dólares de exportaciones anuales.

Con base a estos elementos, se identifica la producción del cacao como una cadena prioritaria dentro del quehacer de la cooperación técnica del IICA.

En esta publicación procuramos recabar un conjunto de buenas prácticas y recomendaciones para la producción sostenible del cacao en nuestro continente, que hemos recopilado a partir de libros, manuales, documentos técnicos y artículos científicos, elaborados por diferentes instituciones e instancias públicas y privadas, de varios países.

En el primer capítulo presentamos un conjunto de buenas prácticas de manejo sostenible que parten de las recomendaciones elaboradas por la Organización Internacional del Cacao (ICCO), las cuales se despliegan durante todo el capítulo.

Dicho capítulo está referido fundamentalmente al manejo productivo del cultivo. Se destacan aquí las condiciones necesarias para su adecuado establecimiento en los países de América Latina y el Caribe, un conjunto de recomendaciones técnicas para el manejo agronómico de las plantaciones desde el establecimiento hasta su mantenimiento definitivo, la identificación de las principales plagas y enfermedades con mayor incidencia en América. Asimismo, se define aquí un conjunto de recomendaciones para su cosecha o poscosecha y culmina con la presentación de las principales restricciones respecto a la calidad y la inocuidad del cacao en el comercio internacional.

En el segundo capítulo se presenta un análisis simple sobre las tendencias y características de la investigación sobre cacao en los últimos años, que fue realizado a partir de la identificación y recolección de artículos científicos sobre el cultivo; además, se establece una lista y el catálogo referencial de las investigaciones encontradas.

BUENAS PRÁCTICAS DEL MANEJO DEL CACAO

Generalidades sobre el cacao

El cacao es un cultivo tropical que se desarrolla en las latitudes comprendidas entre los 10°N y 10°S del ecuador. Está ampliamente extendido en África, Asia, Oceanía y América en plantaciones destinadas a producir esencialmente sus granos o almendras y que son utilizadas principalmente para la producción de chocolates y grasas por industrias alimentarias o cosmetológicas.

El cacao (*Theobroma cacao*, L.), es una especie del género *Theobroma*, de la familia de las Malvaceae¹, la cual cuenta con más de 22 especies². Es originaria de Sudamérica y domesticada en Mesoamérica.

El sistema tradicional de clasificación que aún se emplea indica que existen básicamente tres tipologías de cultivares³ a partir de los cuales se desprenden las variedades, híbridos y clones que hoy se siembran a nivel mundial: los denominados criollos, forasteros y trinitarios (imagen 1).

Los cacaos “criollos” tienen su origen en el norte de Sudamérica y Centro América. Se caracterizan por poseer un sabor suave y aromático, se encuentran principalmente en Venezuela, América Central, Papua Nueva Guinea, Las Antillas del Caribe, Sri Lanka, Timor Oriental y Java. Dominaron el mercado internacional hasta mediados del siglo XVIII. Debido a su alta susceptibilidad a enfermedades y su baja productividad se ha ido reduciendo como cultivo y en el mercado. Se caracterizan por poseer frutos alargados de punta pronunciada, doblada y aguda. La superficie de estos frutos es generalmente rugosa, delgada, de color verde con manchas en forma de salpicaduras que van desde los colores rojo a la púrpura oscura. Los frutos están marcados por unos 10 surcos muy profundos; sus granos son grandes, gruesos, casi redondos, de cotiledones blancos o poco pigmentados, con bajo contenido de taninos; ricos en aromas y sabores. De estos cacaos se obtiene chocolate de gran calidad.

Los cacaos del tipo “forastero” dominan la producción y el comercio mundial de granos, son originarios de la cuenca amazónica y son producidos en los cuatro continentes cacaoteros (África, Asia, América y Oceanía). Se caracterizan por tener frutos generalmente ovalados y cortos, con colores que varían entre el verde y amarillo al madurar, son de superficie lisa, con corteza gruesa y lignificada en su

1 Avendaño, et al. 2011. *Diagnóstico del cacao en México*. México. SAGARPA.

2 The International Cocoa Organization (ICCO), actualizado el 23 de marzo del 2013. Londres. <http://www.icco.org/about-cocoa/growing-cocoa.html>

3 Estudios genéticos establecen clasificaciones alternativas a la tradicional basada en las tres grandes tipologías descritas. Sin embargo, esta clasificación tiene todavía mucha validez práctica. Recomendamos revisar los artículos Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. & Cacao domestication II: progenitor germplasm of the Trinitario cacao cultivar. Motamayor, J.C. et al. *Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. Heredity advance online publication*. 2002; doi:[<http://dx.doi.org/10.1038/sj.hdy.6800156>]. Motamayor J.C. Cacao domestication II: progenitor germplasm of the Trinitario cacao cultivar. (2003); doi: (<http://dx.doi.org/10.1038/sj.hdy.6800298>).

interior. Tienen granos pequeños y aplanados, colores que van desde púrpura oscuro e intenso hasta el violeta pálido, dependiendo del contenido de sus taninos. Sobre este tipo de cacao descansa la gran biodiversidad de la especie en base a la población silvestre; sin embargo, se ha determinado que la base genética de la población cultivada es reducida, pues depende en alto porcentaje del sub-tipo forastero amelonado.

Los “trinitarios” son tipos generados por la hibridación de criollos x forasteros. Son muy heterogéneos genéticamente y morfológicamente, aunque no es posible delimitarlos a través de características externas comunes, las plantas son robustas con frutos verdes o pigmentados y con semillas que van del violeta oscuro al rosa pálido. Su origen se establece en Trinidad y Tobago y se presume que la hibridación fue el resultado de un proceso de cruzamiento espontáneo y natural; aunque, de origen antrópico. Hoy su cultivo está ampliamente extendido en América y en algunos países de África (Trinidad y Tobago, Venezuela, Ecuador, México, Centro América, Camerún, Samoa, Sri Lanka, Java y Papúa Nueva Guinea) y representa alrededor del 15% de la producción mundial. Sus granos bien procesados junto a los provenientes de cacaos criollos son reconocidos en el mercado por su calidad⁴⁷.

También existen otras especies del género *Theobroma* con utilidad práctica en aspectos alimentarios, medicinales y cosméticos que, a pesar de que son poco explotados, tienen un alto potencial de desarrollo, como el *Theobroma grandiflorum*, de nombre común copoazú, copuazú o cacao blanco; o el *Theobroma bicolor*, denominado como pataxte, mocambo o balamte, entre otros.



CACAO TIPO CRIOLLO



CACAO TIPO FORASTERO



CACAO TIPO TRINITARIO

Imagen 1. Tipos de cacao

⁴ The International Cocoa Organization (ICCO), actualizado el 23 de marzo del 2013. Londres. <http://www.icco.org/about-cocoa/growing-cocoa.html>

Centro de Comercio Internacional UNCTAD/OMC. 2001. *Cacao: Guía de prácticas comerciales*. Ginebra. 188 págs. Obtenido de <http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Publications/Cocoa%20-%20A%20Guide%20to%20Trade%20Practices%20Spanish.pdf>

Investigaciones recientes establecen que el cacao se originó en América del Sur y más tarde fue introducido por el hombre en América Central⁵. De este modo, el cacao se ha cultivado en América Central desde la época precolombina. Al tipo de cacao cultivado en esta región se le llamó criollo; a las poblaciones de cacao de la cuenca del Amazonas se les llamó forastero. El tipo forastero comúnmente fue cultivado hasta 1950, fue nombrado “amelonado”. Datos históricos muestran que el cacao trinitario se originó en Trinidad, como resultado de la hibridación natural entre criollo y amelonado forastero⁶.

La clasificación del cacao en criollo y forastero no tiene base genética y fue hecha simplemente con los términos utilizados por los productores de cacao venezolano de la zona costera central. En América Latina se han llevado a cabo expediciones de recolección de germoplasma, aunque gran parte de este germoplasma no ha sido significativo en la mejora genética del cacao, debido a la poca caracterización y al desconocimiento de las relaciones entre materiales. El origen, la clasificación y la diferenciación de la población dentro de las especies se pueden comprender con la expresión de 1241 accesiones que cubren un amplio muestreo geográfico, que fueron genotipificadas con 106 marcadores microsatélites. Entre ellos se encuentran el marañón, el curaray, el criollo, el iquitos, el nanay, el contamana, el amelonado, el purús, el nacional y el guayana como grupos genéticos, y en oposición a los dos grupos tradicionalmente reconocidos dentro de *T. cacao*. Esta nueva clasificación refleja con mayor precisión la diversidad genética que ya está disponible para los agricultores, en lugar de la clasificación tradicional como criollo, forastero o trinitario. Existen propuestas de diferentes autores en establecer nuevos esquemas de cruzamientos basados en combinaciones heteróticas; es decir, relacionados con el alto grado de diferenciación de la población establecida. Así como, en utilizar la nueva clasificación en un esfuerzo por conservar, gestionar y explotar los recursos genéticos de cacao, por parte de los encargados de germoplasma y los genetistas⁷.

5 Motamayor JC, Risterucci A, López, P, Ortiz C, Moreno A, Lanaud C. 2002. *La domesticación de cacao I: el origen del cacao cultivado por los mayas*. En *Herencia* 89, 380–386. Consultado en julio, 2016. Disponible en <http://www.nature.com/hdy/index.html>

6 Motamayor JC, Risterucci J, Heath H, Lanaud J. 2003. *La domesticación del cacao II: progenitor germplasm of the Trinitario cacao cultivar*. En *Herencia* (2003) 91, 322–330. Consultado junio, 2016. Disponible en <http://www.nature.com/hdy/index.html>

7 Motamayor, JC; Lachenaud, P; da Silva e Mota, JW; Loo, R; Kuhn, DN; Brown, JS. 2008. *Geografía y genética diferencial de la población del árbol de chocolate (Theobroma cacao L.) Amazónico*. S, I. Consultado junio, 2016. Disponible en <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0003311>

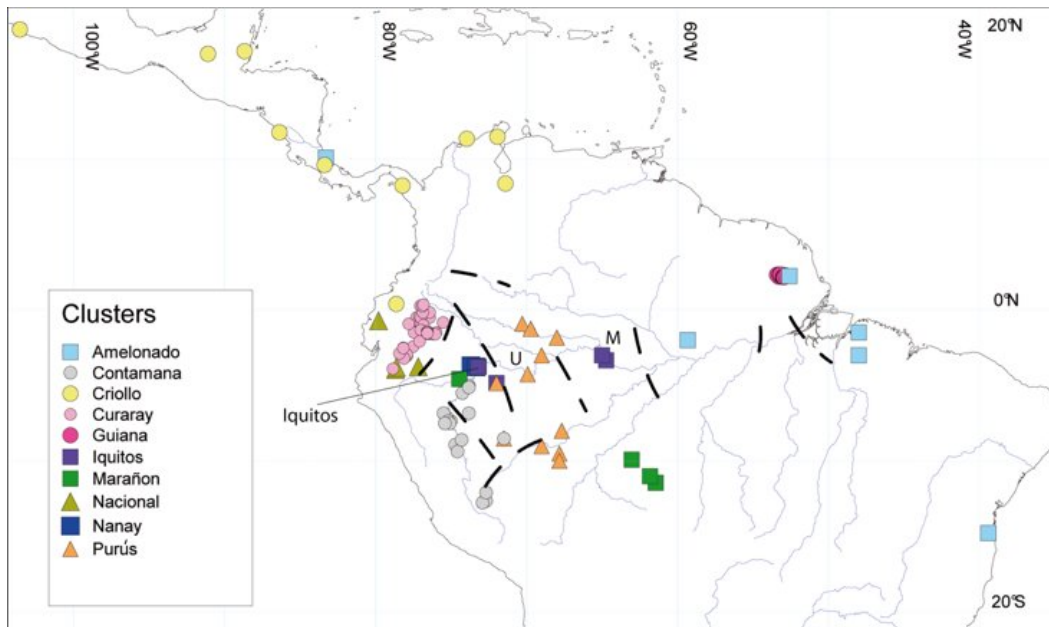


Imagen 2. Cacaos de América

Fuente: Geographic and Genetic Differentiation of the Population of the Amazon Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L), 2008.

Descripción botánica del cacao

La descripción botánica del cacao se describe a continuación⁸:

• **Género:** *Theobroma*, que pertenece a la familia Malvaceae y subfamilia Sterculioideae, comprende 22 especies en seis secciones. El área de distribución natural se extiende desde la cuenca del Amazonas por el sur hasta la región meridional de México (18°N a 15°S). Las especies del género *Theobroma* son árboles ramificados con hojas simples y con un fruto indehiscente carnosos (mazorcas). Estas mazorcas son cultivadas para el mercado mundial y, principalmente, son obtenidas en formas de la especie *Theobroma cacao* L. Otras especies de *Theobroma* son cultivadas y utilizadas solo localmente.

• **Morfología:** *Theobroma cacao* es un árbol o arbusto semicaducifolio glabro o parcialmente pubescente en ejes jóvenes. De corteza oscura (generalmente, de color gris-café) con ramas cafés y finalmente vellosas. Las hojas son coriáceas simples (con limbo duro y espeso), enteras, angostamente

⁸ Dostert, N; Roque J; Cano A; La Torre, M; Weigend, M. 2011. *Hoja botánica: cacao*. Perú. 20 p.

ovadas a obovado-elípticas, ligeramente asimétricas, alternas y glabras o laxamente pubescentes en ambas caras y de aproximadamente 17 a 48 cm de largo, con 7 a 10 cm de ancho. La base de las hojas es redondeada a ligeramente cordada y con un ápice largamente apiculado. El pecíolo es de aproximadamente 14 a 27 mm de largo. Las estípulas son lineares y caducas. Las inflorescencias son caulinarias (se originan del tallo) y cimosas o cerradas. Las flores son pentámeras, hermafroditas, actinomorfas, y de 10 a 20 mm de diámetro, con un pedúnculo floral de 1 a 3 cm de largo. Los sépalos son blancos o rosa claros, de 5 a 8 mm de largo y de 1.5 a 2 mm de ancho, angostamente lanceoladas, persistentes y fusionados en la base. Los pétalos son un poco más largos que los sépalos, de 6 a 9 mm de largo, libres, amarillentos, con dos o tres nervios violetas adentro, glabros, con la parte inferior redondeada o abruptamente atenuada, recurvos y apiculados. Los estambres son 10 y lineares: cinco estambres fértiles se alternan con cinco estaminodios. Todos los estambres están fusionados en la base formando un tubo. Los estambres fértiles son de 2,5 a 3 mm de largo y están dispuestos frente a los pétalos; los estaminodios son violeta y 6.5 a 7.5 mm de largo. El ovario es de 2 a 3 mm de largo, anguloso ovado, ligeramente pentagonal y pentámero. Los óvulos se disponen en dos filas con 6, 12 o 16 óvulos por fila. El fruto es una baya grande (mazorca), polimorfa, esférico a fusiforme, púrpura o amarillo en la madurez, glabro, con medidas de 10, 20 o 35 cm de largo y 7 cm ancho, con 200 a 1000 gr de peso y con 5 a 10 surcos longitudinales. El endocarpo es de 4 a 8 mm de grosor, duro, carnoso, y leñoso. Las semillas son café-rojizas, ovadas, ligeramente comprimidas. Con medidas de 20, 30 y hasta 50 mm de largo, 12 a 16 mm de ancho y 7 a 12 mm de grosor.

• **Variabilidad:** La especie *Theobroma cacao* comprende una gran variedad de formas y poblaciones muy diferentes. Para la caracterización de las formas y cultivares hoy se utilizan, aparte de características morfológicas (por ejemplo, flores), características agronómicas (por ejemplo, resistencia a enfermedades, forma del fruto y tamaño del grano) y moleculares (isoenzimas); así como, con frecuencia, marcadores genéticos. Las formas de cacao se clasifican tradicionalmente en tres grupos genéticos, como ya se mencionó: criollo, forastero y trinitario. Particularmente, el grupo forastero abarca una alta variabilidad genética, mientras que las formas criollo son genéticamente más estrechamente definidas. el grupo trinitario comprende híbridos entre los dos primeros grupos.

• **Hibridación:** La hibridación es posible tanto entre diferentes formas dentro de la especie como también entre especies diferentes del género *Theobroma*. Hibridación interespecífica e injertos son considerados como estrategias potenciales para el desarrollo de nuevos cultivos de cacao.

Theobroma cacao es una especie característica dentro del género *Theobroma* y es la única especie de la sección *Theobroma*, una de las seis secciones del género. Esta especie (*Theobroma cacao*) es la única que posee altas cantidades de teobromina y cafeína en las semillas maduras.

3 tipologías de cultivares de cacao



- Originarios de la cuenca amazónica.
- Producidos en los 4 continentes cacaoteros (América, África, Asia y Oceanía).
- Frutos ovalados y cortos, de superficie lisa y corteza gruesa.
- Granos pequeños y aplanados.

Forastero



- Originarios del Norte de Suramérica y Centro América (Venezuela, Papa Nueva Guinea, Las Antillas del Caribe, Sri Lanka, Timor Oriental y Java).
- De sabor suave y aromático.
- Fruto alargado de punta pronunciada, doblada y aguda.
- Granos grandes y gruesos.
- De estos se obtienen chocolates de gran calidad.



Criollo



- Generados por la hibridación de criollos x forasteros.
- Planta robusta con fruto verde o pigmentado.
- Originarios de Trinidad y Tobago, extendido en Venezuela, Ecuador, México, Centro América, Camerún, Samoa, Sri Lanka, Java y Papa Nueva Guinea.
- Sus granos bien procesados son reconocidos por su calidad.

Trinitario

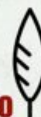


Imagen 3. Tipología de cultivares de cacao

Fuente: Elaboración propia con base en información de la ICCO, 2016.

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CACAO

.....

REINO: VEGETAL
SUBREINO: TRACHEOBIONTA
DIVISION: MAGNOLIOPHYTA
CLASE: MAGNOLIOPSIDA
SUBCLASE: DILLENIIDAE
ORDEN: MALVALES
FAMILIA: ESTERCULIACEA
SUBFAMILIA: BYTTNERIOIDEAE
TRIBU: THEOBROMEAE
GENERO: THEOBROMA
ESPECIE: THEOBROMA CACAO L.



Imagen 4. Clasificación taxonómica del cacao

Fuente: Elaboración propia con base en información del INTA Nicaragua ⁹.

9 Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2009. *Guía Tecnológica del Cultivo de Cacao*. 4° ed. Managua. 37 p.

PARTES DE LA PLANTA DE CACAO

LAS HOJAS

LAS HOJAS JÓVENES SON PIGMENTADAS Y DE COLOR QUE PUEDE VARIAR SEGÚN LOS CULTIVARES O CLONES DEL VERDE PÁLIDO AL ROSADO O VIOLETA. SON PÉNDULAS DE CONSISTENCIA BLANDA, ACOMPAÑADAS EN SU BASE POR ESTIPULAS QUE SE DESPRENDEN Y CAEN RÁPIDAMENTE



EL TALLO

EL TALLO DEL CACAO ES ORTOTRÓFICO Y ALCANZA UNA ALTURA DE 1.20 A 1.50 MT. ENTRE LOS 10 Y 18 MESES EL TALLO COMPLETA UNA FASE DE SU DESARROLLO, PIERDE SU YEMA TERMINAL Y FORMA UNA HORQUETA O VERTICILO QUE CONTIENE DE 3 A 5 RAMAS DE CRECIMIENTO



LA RAÍZ

SU SISTEMA RADICULAR ES PIVOTANTE Y DE RÁPIDO CRECIMIENTO, SEIS SERIES DE RAÍCES SECUNDARIAS LATERALES DE DESARROLLO HORIZONTAL. EN LOS PRIMEROS 20-25 CM DE TIERRA DESDE EL CUELLO DE LA RAÍZ



LA FLOR

EL CACAO ES CAULIFLOR, PRODUCIENDO INFLORESCENCIA EN PEQUEÑOS COJINETES FLORALES. LA FLOR ES HERMAFRODITA, CON UN TAMAÑO DE ENTRE 1 Y 2 CM DE DIÁMETRO, PENTÁMETA Y SOSTENIDA POR UN PEDICÉLO DE 1 A 3 CM. POSEE CINCO SÉPALOS UNIDOS EN SU BASE, DE COLOR BLANCO O ROSADO, CON PÉTALOS ALTERNOS FUSIONADOS A LOS SÉPALOS



EL FRUTO

ES UNA MAZORCA QUE TIENE MÓDULOS VISIBLES POR LOS SURCOS EN SU INTERIOR PRESENTA CINCO HILERAS DE SEMILLA O ALMENDRAS CUBIERTAS DE PULPA O MUCILAGO, DE SABOR DULCE Y AROMA AGRADABLE, SE SOSTIENE POR UN PEDÚNCULO, EL MISMO DE LA FLOR ORIGINAL. LA MAZORCA MADURA A LOS 5 O 7 MESES, DESDE LA FECUNDACIÓN



Imagen 5. Partes de la planta de cacao

Fuente: Elaboración propia a partir de información del INTA Nicaragua ¹⁰

10 Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2009. *Guía Tecnológica del Cultivo de Cacao*. 4° ed. Managua. 37 p.

Formas de los frutos del cacao



Cundeamor



Criollo



Calabacillo



Amelonado



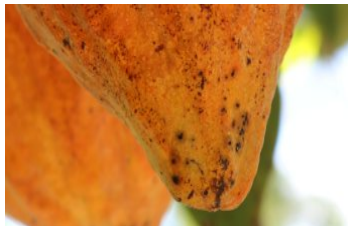
Angoleta

Fuente: CATIE, 2012.

Formas de los ápices de los frutos del cacao



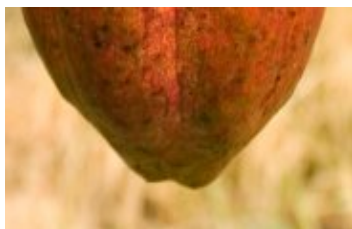
Redondeado



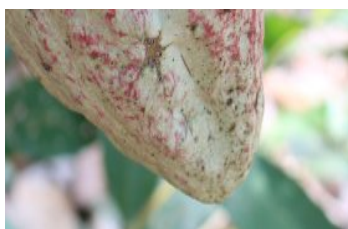
Caudado



Obtuso



Dentado



Agudo

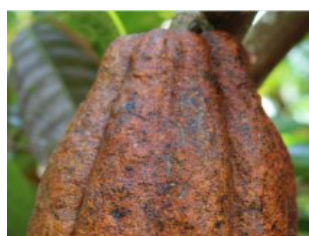


Mamilado

Formas de la constricción basal en frutos del cacao



Ausente



Suave



Intermedia



Fuerte

Fuente: CATIE, 2012.

Rugosidad de la cáscara en frutos de cacao



Ausente



Suave



Intermedia



Áspera

Fuente: CATIE, 2012.

CONDICIONES RECOMENDADAS PARA EL CULTIVO

En esta sección expondremos algunas de las mejores prácticas en la producción de cacao, recomendadas por la Organización Internacional de Cacao (ICCO)¹¹ (se muestran destacadas en cuadros y viñetas) y por un conjunto de instituciones y organizaciones de América especializadas en el cultivo, recopiladas a partir de una extensa revisión de manuales, reglamentos y planes para el sector cacaotero elaborados en países del hemisferio.

Al provenir de la zona ecológica del trópico húmedo, el cacao se cultiva en regiones cálidas y húmedas en más de cincuenta países ubicados en cuatro continentes (África, América, Asia y Oceanía), veintitrés de ellos son países de América, donde se produce cacao a nivel comercial: Brasil, Belice, Bolivia, Costa Rica, Colombia, Cuba, Dominica, Ecuador, El Salvador, Granada, Guatemala, Honduras, Haití, Jamaica, México, Nicaragua, Perú, Panamá, República Dominicana, Puerto Rico, Trinidad y Tobago y Venezuela.

El cacao debe ser cultivado en zonas con condiciones ambientales que le permitan prosperar y desarrollar todo su potencial productivo, es decir en áreas con climas cálidos y húmedos, con precipitación promedio de 1150 mm, 2500 mm y temperaturas entre los 18 °C y 32 °C, con temporadas secas inferiores a 3 meses, en suelos profundos, fértiles y bien drenados, ricos en materia orgánica, con altitudes por debajo de los 1300 msnm. Tales áreas se encuentran cercanas a la línea ecuatorial en África Occidental, Centroamérica, Sudamérica, El Caribe, Asia y Oceanía.



Imagen 6. Plantaciones de cacao

¹¹ Traducido y ajustado alguna de las recomendaciones de la *Guidelines on Best Known Practices in the Cocoa Value Chain*, ICCO. 2009.

Regiones productoras de cacao en el mundo



Imagen 7. Regiones productoras de cacao

Fuente: Elaboración propia con base en datos de TRADEMAP, 2016.

Condiciones ambientales de los agrosistemas cacaoteros en América

Brasil¹²: En este país la producción de cacao se desarrolla en regiones con temperaturas medias por encima de 21 °C. Tolerancia por cortos lapsos temperaturas mínimas hasta de 7 °C durante los meses más fríos del año. Se recomienda su producción en zonas con precipitaciones que superen los 1300 mm, bien distribuidas durante todo el año y con humedad relativa alrededor de 70% con suelos profundos y bien drenados. Para la región costera, los latosoles de color rojo oscuro, rojo-amarillo prodi-zólico y suelos aluviales de buena fertilidad natural. Su cultivo resulta ideal para suelos francos y de buena profundidad. El cacao en Brasil se encuentra en la región costera, el Valle del Ribeira, gran parte de la meseta de Sao Paulo y en toda la región amazónica.

Bolivia: Las condiciones óptimas para la producción de cacao en Bolivia se encuentran en zonas con temperaturas que oscilen entre los 15° y 30 °C, precipitaciones de 1600 mm anuales y humedad relativa entre 35% y 85%, con altitudes entre 0 y 1300 msnm. Los suelos más apropiados para el cultivo de cacao son los francos, profundos y bien drenados, los suelos arenosos y arcillosos son poco recomendables¹³. El cacao (*Theobroma cacao* L.), se cultiva en Bolivia en las áreas tropicales de los departamentos de La Paz, Beni, Pando, Santa Cruz y Cochabamba; también, se encuentra en forma silvestre. La zona de mayor producción de Bolivia se encuentra en Alto Beni, departamento de La Paz¹⁴.

Belice: La temperatura media del cacao en Belice fluctúa entre los 25 °C y los 26 °C, con precipitaciones recomendadas que oscilen entre 1500 mm y 2500 mm anuales en las zonas bajas más cálidas, y entre 1200 mm y 1500 mm en las zonas más frescas. El cacao requiere idealmente suelos ricos, profundos, franco arcilloso, con buen drenaje y topografía regular. La producción de cacao en Belice se ha dividido en seis distritos Belice, Cayo, Corozal, Orange Walk, Stann Creek y Toledo¹⁵.

Colombia: Para el cultivo de cacao en Colombia se recomienda un régimen de temperatura que se encuentre entre los 18 °C y los 32 °C, con una óptima entre los 24°C y 28 °C, en zonas donde las precipitaciones anuales se mantengan entre 1500 y 3800 mm, con un rango entre 1800 y los 2600 mm en donde mejor se desarrolla¹⁶. Los suelos deben ser sueltos, profundos y amplios para que las raíces se distribuyan sin dificultad; así, la raíz principal puede penetrar de 80 a 150 centímetros. El cultivo se establece en un rango de altura sobre el nivel del mar de 0 a 1200 metros y su cultivo se concentra básicamente en cuatro zonas: la primera comprende los departamentos de Santander y norte de Santander. La segunda zona con los departamentos de Ávila, sur de Tolima y norte de Magdalena. La tercera zona comprende Urabá, Tumaco, Catatumbo, Arauca, Meta y Magdalena y una cuarta zona que abarca Gran Caldas, suroeste de Antioquía y norte de Tolima¹⁷.

12 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. s. f. Características. CEPLAC. Brasil.

13 IBCE (Instituto Boliviano de Comercio Exterior). 2009. Cacao Silvestre Boliviano: Oportunidad para el desarrollo. Santa Cruz de la Sierra. 20 p.

14 Martínez July, W. 2007. Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 70 p.

15 IICA. Diagnóstico del potencial de producción y transformación agroindustrial del cacao en Belice.

16 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia; FEDECACAO (Federación Nacional de Cacaoteros). 2013. Guía Ambiental para el Cultivo de Cacao. 2° ed. Colombia. 124 p.

17 Superintendencia de Industria y Comercio. S. f. Cadena Productiva del Cacao: diagnóstico de libre competencia. Colombia.

Cuba: Se recomiendan como óptimo que tengan temperaturas entre 22 y 28 °C, con un límite frío de 15 °C y un límite cálido de 30 °C. En Cuba las zonas que aprueban para plantar cacao no podrán tener un régimen de precipitaciones menor de 100 mm mensuales, con valores anuales superiores a 1500 mm, con altitudes entre los 0 a 700 metros. Reportan que las zonas con mayores rendimientos se encuentran entre los 10 y 550 msnm. Los suelos óptimos para el cultivo deben tener texturalmente una proporción adecuada de arcilla y arena del tipo areno-arcilloso o arcillo-arenoso, con profundidades entre 1.2 y 1.5 m¹⁸. Su producción se centra en el municipio de Baracoa (mayor productor), en Santiago de Cuba, Holguín, Granma y Guantánamo¹⁹.

Costa Rica: Se considera que las zonas con promedios anuales de lluvia entre 1500 y 3000 milímetros con temperaturas medias mensuales entre 25 °C y 26 °C y con temperaturas anuales de los 20 °C a los 30 °C son óptimas para el cacao. Las condiciones más favorables para el cultivo se encuentran entre los 0 y los 900 metros sobre el nivel del mar (altura aproximada, pues no existen estudios sobre la adaptación del cultivo a mayores altitudes en el país). En Costa Rica los suelos aptos para el cacao deben ser francos, sueltos, de buena profundidad que permitan la aireación y no retengan agua en cantidad. Se destaca como un aspecto muy importante que haya la presencia de fósforo (P), potasio (K), nitrógeno (N), magnesio (Mg), calcio (Ca) y azufre (S). El cultivo de cacao en Costa Rica se extiende principalmente en las zonas Huetar Norte y Caribe²⁰.

Ecuador: La mejor temperatura media anual para el cultivo del cacao se ubica en 25 °C con un rango de temperaturas media mensual entre 24 °C y 26 °C, que es considerado óptimo para la producción. Zonas con temperaturas medias mensuales superiores a 31 °C e inferiores a 20 °C no se consideran aptas para la producción comercial del cacao. La producción cacaotera se encuentra en zonas con precipitaciones anuales entre 1250 y 3000 mm. El rango para su mejor desempeño comercial es el comprendido entre 1500 y 2000 mm²¹. El cacao se cultiva desde el nivel del mar hasta los 800 msnm; sin embargo, en plantaciones cerca de la línea del ecuador se desarrolla de manera normal en altitudes mayores: desde los 1000 hasta los 1400 msnm. Requiere suelos profundos, con textura intermedia (francos), buena retención de agua, estructura granular, drenaje moderado, buena fertilidad y un porcentaje de materia orgánica de al menos 3%²². La región que concentra la mayor superficie cosechada de cacao es la región Costa, y las provincias de Manabí, Los Ríos y Guayas son las principales productoras de cacao. Otras provincias de la costa como Esmeraldas y El Oro están incrementando su área cacaotera como, también, las Provincias de Orientales (Amazonia), en la región Sierra, se cultiva cacao en Cotopaxi, Bolívar, Cañar, pero con menor participación²³.

18 Suárez Venero GM. 2006. Zonificación agroecológica de Theobroma cacao, Lin para el Macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa. CIT-MA. Cuba. 31 p.

19 Informe Nacional sobre los RFAA. 2007. La Habana, Cuba. 60 p.

20 Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 2013. Tecnología moderna en la producción de cacao: manual para productores orgánicos. San José, C.R.

21 Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador. 2012. Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Cacao: Resolución Técnica No. 183. Ecuador. 37 p.

22 Torres Gutiérrez, LA. 2012. Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico. Universidad de Cuenca. Ecuador. 137 p.

23 Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. 2013. Análisis del Sector Cacao y Elaborados. Ecuador. 39 p

Guatemala: El cacaotero tiene su desarrollo ideal entre los 400 y 1000 metros sobre el nivel del mar, a temperaturas entre 20 y 30 °C y con alta humedad relativa. Si bien la planta se puede desarrollar en alturas inferiores o superiores, la productividad no es la misma que en su altura idónea²⁴. La precipitación óptima para el cacao es de 1600 a 2500 mm distribuidos durante todo el año. Otro factor importante que se resalta es el suelo: los aluviales son los más apropiados. Los francos y los profundos con subsuelo permeable y los suelos arenosos son poco recomendables, porque no permiten la retención de humedad. En Guatemala la producción de cacao se concentra en dos zonas muy específicas: Alta Verapaz y en la Costa Sur Occidental, en los departamentos de Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango y San Marcos²⁵.

Honduras: Las condiciones recomendadas en el país para el cultivo son aquellas comprendidas entre los 0 y 800 msnm; aunque, en alturas superiores a 600 msnm su crecimiento y capacidad de floración es generalmente baja. La temperatura media anual debe oscilar entre los 21 y 25 grados centígrados y la diferencia entre la temperatura mínima y máxima mensual no debe sobrepasar 9 °C. Respecto al suelo, son necesarios los de textura suelta, arcillosos agregados, francos arenosos y franco-limosos. En Honduras dichas condiciones se ubican en la zona norte del país. El área cacaotera se divide en 5 zonas ubicadas al norte de Honduras distribuidas en cuatro departamentos: Cortés, Atlántida, Yoro y Gracias a Dios²⁶.

México: Para que el cacao en México tenga un crecimiento bueno, floración y fructificación abundante, además de abundantes brotes vegetativos bien repartidos durante todo el año, la temperatura media anual óptima debe estar entre los 23 °C y 28 °C. La cantidad de lluvia que requiere el cultivo de cacao oscila entre 1500 y 2500 mm en las zonas del trópico húmedo y de 1000 a 1500 mm en las zonas más templadas o en los valles más altos, la precipitación adecuada es la que oscila entre los 1200 mm y 2500 mm bien distribuida durante todo el año. Para una producción óptima de cacao, la humedad debe ser tal que se mantenga entre los niveles de 50% a 70%²⁷. El cacao en México tolera suelos con una profundidad de 0.60 m, pero lo mejor es seleccionar suelos con profundidad de entre 0.8 y 1.5 m, de textura media (francos, franco-arcillosos, franco-arenosos) con buena retención de humedad y buen drenaje²⁸. Los principales estados productores de cacao en México son Chiapas, Tabasco y Oaxaca

24 Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. S, f. Perfil Comercial Cacao. Proyecto AdA-Integración. 9 p.

25 CONCYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología); FONACYT (Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología); Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. 2010. Estudio de los Insectos Polinizadores de Cacao de la zona del Suroccidente de Guatemala. 77 p.

26 Martínez Chirinos, IA. 2008. Diagnóstico sobre la situación actual del Cacao (*Theobroma cacao* L.) y perspectivas sobre la producción de Cacao fino de aroma en Honduras. Zamorano. Honduras. 42 p.

27 Universidad Autónoma de Chapingo. 2011. Diagnóstico del Cacao en México. SAGARPA, SNICS, SINAFERI, INIFAP. 1 ED. 74 p.

28 Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur-Sureste de México: Trópico húmedo 2011. Paquete Tecnológico Cacao (*Theobroma cacao*, L): establecimiento y mantenimiento. SAGARPA, Inifap. 11 p.

Nicaragua: El cacao en Nicaragua requiere temperaturas que oscilen entre 22 y 27° C y necesita cantidades de lluvia entre los 1500 y 3500 mm/año, con al menos 150 mm por mes. Los suelos aptos para este cultivo van desde los arcillosos hasta los francos arenosos. Las arcillas tienen la facilidad de absorber agua dentro de su estructura cristalina. Los suelos arenosos, aunque poseen buen espacio poroso para la penetración de raíces, carecen de buena retención de agua, razón por la cual no son recomendados para la siembra de cacao en lugares con períodos secos. En general, el cacao prefiere los suelos con un horizonte húmico de color oscuro uniforme, con profundidad mayor a un metro. Son suelos bien drenados, con buena capacidad de retención de humedad y con buena aireación. En períodos secos, los suelos con escasa reserva de agua pueden satisfacer parte de su demanda, a partir de la humedad relativa alta al reducir el stress de la planta y la evapotranspiración. La humedad relativa no debe ser inferior al 60% durante el día, sobre todo en la estación seca. Se cultiva en los departamentos de Rivas, Granada, Río San Juan, Matagalpa, Jinotega y la Costa Caribe²⁹.

Perú: La temperatura para el cultivo de cacao es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación. En Perú la media anual debe estar alrededor de los 23 °C a 32 °C, con precipitaciones óptimas de 1600 a 2500 mm anuales. Se indica que en Perú las precipitaciones que excedan los 2600 mm pueden afectar la producción del cultivo de cacao. En Perú el cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud, sin embargo, en latitudes cercanas al ecuador las plantaciones se desarrollan normalmente en mayores altitudes, desde los 1000 a los 1400 msnm. El cultivo presenta necesidades de humedad relativa anual promedio de entre el 70% y 80%. Además, es apropiado para suelos aluviales, francos y profundos con subsuelo permeable de fácil penetración por parte de la raíz pivotante y una adecuada profundidad, además se deben buscar suelos negruzcos que presenten menos lixiviación³⁰. Los principales departamentos productores de cacao de Perú son Cusco, Ayacucho, Amazonas, Junín, San Martín, Huanuco y Cajamarca³¹.

29 Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2009. Guía Tecnológica del Cultivo de Cacao. 4° ed. Managua. 37 p.

30 Ministerio de Agricultura de Perú; PROAMAZONIA (Programa para el desarrollo de la amazonia). 2003. Manual de cultivo de cacao. 100 p.

31 UNOCD; DEVIDA.2014. Paquete Tecnológico del Cultivo de Cacao Fino de Aroma. Perú

República Dominicana: La temperatura, las precipitaciones y la humedad relativa son los factores climáticos de mayor consideración. En tal sentido, la temperatura promedio anual debe estar entre 24° y 25 °C, la lluvia promedio anual de 1200 mm bien distribuida y la humedad relativa de aproximadamente de 80% representan las condiciones esenciales para el éxito del cultivo del cacao dominicano. Los suelos recomendados son de textura media (arcillo-arenosos) con un espacio radical de profundidad de 1 metro, con buena capacidad de drenaje, donde no ocurran encharcamientos de agua en los períodos de mucha lluvia³². La distribución de este cultivo está concentrada en las regiones Nordeste, con San Francisco de Macorís, Pimentel, Castillo, Hostos, Cotuí, Fantino, Villa Rivas, Nagua, El Factor, Río San Juan, Sánchez, Las Terrenas y Samaná, luego la región Este, con los municipios de Hato Mayor, El Valle, Miches, Sabana de la Mar, Higuey y El Seibo, Región Central, que comprende los municipios de Villa Altagracia, Yamasá, Bayaguana y Monte Plata, y, por último la Región Norte y Norcentral, integrada por los municipios de Gaspar Hernández, Altamira, Guanatico, Moca, Santiago, La Vega, Salcedo y Tenares ³³.

Venezuela: Para obtener una producción ideal en Venezuela, los árboles de cacao necesitan una precipitación anual entre 1150 y 2500 mm y temperaturas entre 21 °C y 28 °C³⁴. Además, su cultivo es idóneo para alturas que alcancen los 1 200 msnm³⁵. El suelo ideal para el cultivo del cacao, al igual que en algunos países de América Latina y el Caribe, es aquel que posee buena retención de humedad, que esté bien drenado, aireado y que no presente restricciones al crecimiento de la raíz. Los mejores suelos para cacao están constituidos por arcillas agregadas o suelos franco-arcillosos, con una proporción de partículas componentes del suelo de 30-40% de arcilla, 50% de arena y 10-20% de limo. Las áreas tradicionales de cultivo de cacao corresponden a tres regiones de producción que comprenden catorce entidades federales. Región Nororiental: Sucre, Monagas y Delta Amacuro; Región Norcentral-costera: Miranda, Aragua, Carabobo, Guárico y Yaracuy y la Región Suroccidental: Táchira, Apure, Barinas, Portuguesa, Mérida y Zulia³⁶.

32 Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana. 2012. Perfil de cacao. Gerencia de Investigación de Mercados; Subgerencia de estadísticas.

33 Batista, L.2009. Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana. CEDAF. 2009. 250 p.

34 Lanz, O; Granado, Y.2009. Diagnóstico agro socioeconómico del sector cacao (*Theobroma cacao* L.) en Yaguaraparo, Municipio Cajigal, Estado Sucre, Venezuela. Universidad de Oriente. Revista UDO Agrícola. Venezuela. 10 p.

35 Gómez, A; Azócar, A. 2002. Áreas potenciales para el desarrollo del cultivo cacao en el estado de Mérida. Agronomía Tropical. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at5204/arti/gomez_a.htm

36 Reyes H; Capriles de Reyes, L.2000. Cacao en Venezuela: moderna tecnología para su cultivo. Cacao-Reyes.Venezuela.255 p.

Tabla 1. Síntesis de las condiciones climáticas y edafológicas para el cultivo de cacao en América Latina y el Caribe

País	Temperatura	Precipitación anual	Humedad	MSNM	Suelos	Ph del suelo
Brasil	Mayor a 21°	Mayor a 1300 mm	70% 80%	0 - 1300	Francos	5 a 7
Ecuador	23° a 25° C	1250 a 3000 mm	70 % - 85 %	0 - 1400	Franco limosa - Franco arcillosa	6 a 7
República Dominicana	24° a 25° C	1200 mm	60% - 80%	0 - 400	Arcillo-arenosos	5.5 a 6.5
Perú	23° a 32° C	1600 a 2500 mm	70 % - 80 %	0 - 1200	Francos	5 a 7
Colombia	24° a 28° C	1800 a 2600 mm	75 % - 85 %	0 - 1200	Franco arcilloso-Arenoso	5.5 a 6.5
México	23° a 28° C	1200 a 2500	50 % - 70 %	10 - 400	Franco arcilloso-Franco arenoso	6 a 7
Venezuela	21° a 28° C	1150 a 2500 mm	75% - 85%	0-1250	Franco - arcillosos	6 a 7
Bolivia	15° a 30° C	1300 a 2000 mm	70% - 80%	0 - 1300	Francos	5 a 7
Cuba	22° a 28° C	1500 mm o mayor	60 % - 90 %	0 - 700	Areno arcilloso-Arcillo arenoso	6 a 7
Nicaragua	22° a 27°	1500 a 3500 mm	60% - 80%	0 - 1200	Arcilloso - Franco arenoso	5 a 8
Honduras	21° a 25° C	1500 - 2500	60% - 80%	0 - 800	Franco arenoso-Franco arcilloso	6 a 8
Costa Rica	20° a 30° C	1500 a 3000 mm	60 % - 80 %	0 - 900	Francos - Franco arcilloso	5.5 a 7.5
Guatemala	20° a 30° C	1600 a 2500 mm	60 % a 80 %	400 - 1000	Francos	4 a 7

Fuente: Elaboración propia a partir de las diferentes fuentes consultadas.

Los elementos del clima con mayores efectos sobre el establecimiento adecuado de las plantaciones de cacao y su óptima producción son la precipitación, la temperatura y la humedad.

Cuando los rangos de temperatura, humedad y cantidad de lluvias que requiere el cacao no son los óptimos o las zonas donde se desarrolla no cumplen con las condiciones adecuadas, es posible que se presenten situaciones indeseadas como la alta inhibición de flores, tardanza en la maduración de frutos, poco desarrollo del árbol y sus frutos, bajos rendimientos de producción y gran susceptibilidad a plagas y enfermedades como *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora palmeri* (principales enfermedades del cultivo)³⁷.

El cacao debe cultivarse preferiblemente en suelos sin limitaciones importantes de texturas o drenaje; ricos en nutrientes y con propiedades físicas y químicas adecuadas (nivel de acidez y contenido de materia orgánica que sean favorables para su desarrollo adecuado), además, deben fomentarse las prácticas de labranza que mejoren la estructura del suelo.

Condiciones de suelo requeridas para el cultivo de cacao

Las condiciones del suelo son muy importantes, pues malas condiciones edáficas de aireación, infiltración o suelos muy arenosos pueden generar condiciones desfavorables por exceso o falta de humedad, provocando problemas en la raíz y en el desarrollo de la planta³⁸.

Para la siembra del cacao se requieren suelos con las siguientes características³⁹:

Propiedades físicas

- Profundidad: Aunque tolera suelos con una profundidad de 0.60 m, lo mejor es seleccionar suelos con una profundidad de entre 0.8 y 1.5 m.
- Textura: Mediana (franco, franco-arcilloso, franco-arenoso): 30 a 40% de arcilla, 50% de arena y 10 a 20% de limo. Requiere suelos bien estructurados con porosidad de 10 a 66%, con buena retención de humedad.
- Drenaje: Un buen drenaje es esencial y deseable.

37 Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca; Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 2012. *Guía del manejo integrado de enfermedades del cultivo de cacao (Theobroma cacao, L) en la Amazonia*. Ecuador. 19 p.

38 Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. 2009. *Guía Tecnológica del Cultivo de Cacao*. 4° ed. Managua. 37 p.

39 López, P. et al. 2011. *Paquete tecnológico cacao (Theobroma cacao L.): establecimiento y mantenimiento*. Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la región Sur de México: Trópico Húmedo 2011. INIFAP-SAGARPA.

Propiedades químicas

- Acidez: Los suelos deben de tener un pH de 6 a 7 y un contenido de materia orgánica mayor a 3%, con una relación carbono/nitrógeno (C/N) de 9 como mínimo.
- Capacidad de intercambio catiónico: Debe ser superior a 12 meq por 100 g de suelo en la superficie y más de 5 meq en el subsuelo.
- Fertilidad: Requiere suelos con una fertilidad media a alta, con un contenido de boro y calcio que supere a las 0.2 ppm, magnesio y potasio mayor a 2 y 0.24 meq por 100 g de suelo, respectivamente. La saturación de bases debe ser mayor a 35%.

Algunas características deseables en los suelos para siembra de cacao:⁴⁰:

- Presencia de hojarasca en la capa superficial (muy alta o abundante)
- Espesor de la capa de humus y el resto del horizonte A (más de 10 cm)
- Espesor y porosidad de la capa inferior (más de 90 cm)
- Presencia microbiana benéfica
- Pendientes (se recomiendan pendientes bajas)
- Drenaje

Algunas condiciones del suelo desfavorables para la siembra de cacao:

- Suelos pantanosos o anegadizos
- Con pendientes pronunciadas
- Pedregosos
- Con características de poca profundidad y pobres
- Arenosos o cercanos al mar
- Muy arcillosos

40 IICA. *Diagnóstico del potencial de producción y transformación agroindustrial del cacao en Belice.*

No deben establecerse nuevas fincas cacaoteras a partir de áreas forestales de selvas o bosques primarios. Las plantaciones no deben establecerse en áreas identificadas o reconocido como hábitats naturales con valor de conservación (dada la existencia de especies nuevas, amenazadas o en peligro de extinción), es preferible que tampoco se establezcan adyacentes a dichas áreas.

En los casos donde las plantaciones estén cercanas o sean vecinas de áreas naturales de conservación, deben aplicar medidas adecuadas en la planificación y gestión de sus operaciones, cónsonas con esta condición, que deben incluir:

- Garantizar que se cumplan todos los requerimientos legales relativos a la protección de la especie o hábitat.
- Evitar daños y deterioro de los hábitats y sus especies.
- Controlar cualquier actividad ilegal o inapropiada vinculada con la caza, pesca o recolección.
- Desarrollar e implementar medidas responsables para resolver los conflictos humanos con la fauna silvestre.
- Mantener “corredores biológicos” para permitir el movimiento de especies protegidas entre hábitats.

CACAO Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

La cacaocultura tiene el reto de aumentar la resiliencia a los riesgos múltiples relacionados con el cambio climático y el ambiente. El cambio climático se puede definir como la variación sustantiva y significativa del clima, atribuible directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera y cuyos efectos se suman o afectan la variabilidad natural del clima. Este fenómeno es resultado del aumento de la concentración de ciertos gases en la atmósfera (gases de efecto invernadero), fundamentalmente dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, producidos por actividades humanas vinculadas al uso de combustibles fósiles, la industrialización, la agricultura y el cambio en el uso del suelo. En la práctica, el cambio climático puede traer las siguientes consecuencias para la agricultura⁴¹:

- Alteración de los períodos secos y de lluvia
- En algunas zonas llueve más y en otras menos de lo habitual
- Algunas zonas agrícolas pierden la aptitud para cultivos que eran tradicionales
- Otras zonas se hacen aptas para nuevos cultivos

⁴¹ IICA. 2015. *Agricultura y variabilidad climática: lo que debemos saber del clima*. Ficha Técnica N° 1. Costa Rica.

Los factores que más importancia climática tienen para el cacao son la temperatura y la lluvia. Ellos son, sin lugar a duda, los que limitan las zonas para su cultivo y son considerados como los factores climáticos críticos para su desarrollo. En África se concentra la mayoría de las exportaciones mundiales de cacao, a raíz de esto crecen aceleradamente en la producción. Sin embargo, en los próximos 15 años la competitividad de estos países africanos se puede ver amenazada por el incremento en la temperatura media como consecuencia del cambio climático, lo que podría disminuir considerablemente las áreas idóneas para el cultivo del cacao⁴².

En las zonas productoras de América Latina y el Caribe se pueden prever cambios de consideración que afectarán la economía agrícola y cacaotera. A mediano y largo plazos, se espera que en la región se incremente la propagación de plagas y enfermedades, como resultado no solo de las variaciones en las precipitaciones y las temperaturas ocasionadas por el cambio climático, sino también del incremento de los monocultivos, el abuso de los agroquímicos, la utilización de semillas no certificadas y el incumplimiento de las normas sanitarias fijadas para el comercio internacional⁴³.

El impacto del cambio climático en América Latina y el Caribe será considerable por la dependencia económica de la región respecto de la agricultura, la baja capacidad adaptativa de su población y la ubicación geográfica de algunos países. Se prevé un aumento de la presión de enfermedades y plagas, así como una disminución de la disponibilidad de agua para la producción de alimentos y otros usos en las zonas semiáridas y los Andes tropicales, como resultado del retroceso de glaciares, la reducción de la precipitación y el aumento de la evapotranspiración en las zonas semiáridas⁴⁴.

Algunas experiencias prácticas en Costa Rica y Perú han logrado en plantaciones de cacao y café bajo sistemas agroforestales, atenuaciones microclimáticas en temperatura, radiación, humedad relativa, velocidad del viento, evapotranspiración, entre otros factores que amortiguan los cambios climáticos extremos, que podrían afectar negativamente a los cultivos si estuvieran desprovistos del componente arbóreo. Esto permitió asegurar la producción de cacao y café en los sistemas de ambos países. Por otro lado, los sistemas agroforestales de cacao y café permiten mitigar el cambio climático ya que secuestran dióxido de carbono, evitando el daño a la capa de ozono por los gases de efecto invernadero⁴⁵.

42 CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2015. *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2015-2016* /. San José. Costa Rica.

43 CEPAL, FAO, IICA. Loc. Cit

44 Magrin, GO. 2015. *Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe*. CEPAL, FAO, ALADI.

45 Moreira, D. 2015. *Sistematización de buenas prácticas de adaptación del sector agropecuario ante el cambio climático*. Unión Europea, IICA. San José, Costa Rica.

ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO DE CACAO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Bajo el manejo técnico apropiado del cacao se pueden alcanzar altos niveles de producción, plantaciones duraderas y sustentables. Establecer el cultivo de cacao en las condiciones agroecológicas adecuadas de clima y suelo es el primer paso de una producción exitosa y sostenible. A continuación, compartiremos algunas prácticas recomendadas para la apropiada siembra del cultivo, destacando en viñetas las recomendaciones enmarcadas de la IICO en su *Guidelines on Beath Know Practices in the Cocoa Value Chain* (2009).

Selección del material de siembra

Se reconoce que los agricultores tienen limitado control sobre los factores agroambientales y sobre la composición genética de los materiales de siembra de cacao que son determinados por las condiciones de la naturaleza y por el avance tecnológico de la ciencia.

El productor puede elegir su material de plantación, aunque normalmente está restringido a la diversidad y características de las variedades de cacao que ofrezcan y pongan a su disposición los servicios de investigación y extensión. Una vez hecha la elección del material de siembra, no hay mayor margen para el agricultor respecto a la calidad del cacao que producirá, más allá de las que obtenga al concentrarse en mantener un buen cultivo y realizar las adecuadas prácticas de poscosecha.



Imagen 8. Cacao de tipo trinitario

La adecuada selección del material que será plantado resulta fundamental, pues desde el inicio determina el tipo de mercado al cual se estará dirigiendo la producción; en consecuencia, sobre algunas particularidades del manejo agronómico y poscosecha que deberá realizarse en la finca.

Como ya se ha señalado, se reconocen comercial y agronómicamente tres tipos de cultivares de cacao (criollos, forasteros y trinitarios) que, si bien necesitan las mismas prácticas agronómicas, también presentan características y exigencias de manejo particulares en algunas de las etapas de producción y postproducción.

Los materiales con predominancia de criollos producen granos de excelente calidad, pero son menos productivos y más susceptibles a enfermedades. Para ellos el énfasis del manejo agronómico recaerá en los aspectos sanitarios y en la poscosecha; situación similar para el caso del cacao “nacional” propio de Ecuador, que, siendo considerado del tipo forastero, genera granos de calidad superior pero que resulta particularmente susceptible a las enfermedades del cultivo.

Los cacaos del tipo forastero son árboles con mayor rusticidad y productividad destinados a la producción de cacao básico o convencional. Para ellos las prácticas asociadas con la nutrición y el manejo del suelo serán primordiales.

Los materiales trinitarios se caracterizan por presentar gran heterogeneidad al ser propagados sexualmente (dado su origen híbrido), pero pueden generar granos de gran calidad y productividades con el manejo agronómico adecuado de clones. Para estos materiales las prácticas asociadas a las podas, injertación y la polinización requieren especial atención.

La elección de los materiales y patrones de siembra deben estar basados en características tales como la productividad, calidad de los granos, aceptación del mercado, resistencia a plagas y enfermedades, facilidad de establecimiento, tolerancia a la sequía, entre otras.

La multiplicación de semillas debe realizarse a partir de jardines varietales o clonales utilizando los métodos científicamente recomendados. Se recomienda que los agricultores tengan registros de todos los progenitores (padres) de su plantación.

Se recomienda que las fincas o unidad de producción cacaotera tengan o estén cerca de semilleros o viveros de cacao con un adecuado mantenimiento y manejo de plántulas.

La actual oferta de materiales para la siembra del cacao proviene de las investigaciones realizadas durante años en mejoramiento genético, que consiste en la selección de individuos (árboles de cacao) con comportamiento superior en cuanto a productividad, calidad y resistencia a enfermedades. Luego son propagados (reproducidos) con la intención de tener hijos (descendientes) que mantengan las características que los hacen mejores respecto a un factor específico. Por ejemplo, la resistencia a una enfermedad.

La propagación de estos materiales mejorados se realiza mediante la producción de semillas o por medio de clones, que consiste en la obtención de árboles idénticos (genéticamente) al padre original, a partir del desarrollo de una de sus partes (tejidos).

Ventajas y desventajas de las semillas y clones ⁴⁶

Semillas: Fáciles de producir, con arquitectura de la planta fácil de manejar. Las semillas tardan más en producir que los clones. Cada planta es diferente y puede o no presentar las características deseables de los padres.

Clones: Requieren de conocimiento y práctica en técnicas de propagación asexual. Son más precoces en producir. Las plantas son iguales entre ellas e iguales a los individuos inicialmente seleccionados.

Debido a la heterogeneidad del material obtenido por semilla, el mejoramiento de cacao se ha focalizado en la selección de clones; sin embargo, se debe tener en cuenta que el desarrollo de la caocultura basada en un solo clon es altamente peligroso. El cultivo de un solo clon en una gran área constituye un caldo de cultivo para el desarrollo de nuevas plagas y enfermedades. La uniformidad genética de los cultivares en Latinoamérica contribuyó de manera importante al desarrollo devastador de la Escoba de Bruja y de la monilia a principios del siglo XX en Ecuador y, recientemente, en Brasil. Plantaciones en grandes superficies del mismo clon proporcionan la uniformidad ideal para que nuevos organismos se conviertan en plagas devastadoras. En Venezuela una nueva plaga, “Perforador de Mazorca” apareció en la costa norte central causando pérdidas de 80% de las mazorcas.



Imagen 9. Ejemplo de clones presentes en la finca experimental de cacao del CATIE

46 Motamayor, JC. 2016. *Mejoramiento genético del cacao herramienta para mejorar las condiciones de producción*. Taller Regional Andino de Aplicación de Tecnología en el Cultivo de Cacao. Ecuador. 116 p.

A continuación, se presenta una lista no exhaustiva de los materiales de siembra recomendados en países de América:

Tabla 2. Clones de cacao en América Latina y el Caribe

Brasil	CEPEC-2002, CEPEC-2003, CEPEC-2004, CEPEC-2005, CEPEC-2006, CEPEC-2007, CEPEC-2008, CEPEC-2009, CEPEC-2010,CEPEC-2011, CCN 51, SJ 02, CCN-10, IPIRANGA.01, PH-15, PH-16, VB-1151, PS-1319, CA-1.4,TSH-516
CATIE	CATIE – R1, CATIE – R4, CATIE – R6, CC – 137, PMCT – 58, ICS – 95 T1, CATIE-1000
Colombia	TSH 565, ICS A, ICS 60, ICS 95, IMC 67, MON 1, TSA 644, EET 96, EET 400, CCN 51, EET 8, CAP 34, CAUCASIA39, UF 613, ICS 39, ICS 1, TSH 812, FLE 2, SCC 59, FTA 2, FSA 13.
Costa Rica	CCN 51, ICS 1, ICS 6, ICS 39, ICS 40, ICS 60, ICS 95, TSH 565, Luker 40 Agudelo, Criollos, B1, SCC 61, CC10, CAP 34
Ecuador	CCN – 51, EET 575, EET 576, EET – 450, EET 454, EET 19, EET 48, EET 62, EET 95, EET 103, EET 544, EET 558
Honduras	CCN 51, CAP 34, IMC 67, PCS - A2, Caucaia 39, Caucaia 43, Caucaia 47
México	RIM 24, RIM 44, RIM 56, RIM 88, RIM 105, H 12, H 13, H 16, H 20, H 31, Carmelo C-1, Blanco Marfil, INIFAP 1, INIFAP 4, INIFAP 8, INIFAP 9, INIFAP 67, INIFAP 68, INIFAP 75, INIFAP 76
Perú	CCN 51, ICS 95, ICS 1, ICS 6, ICS 39, ICS 60, TSH 565, EET400, UF-221, UF-296, UF-613, UF-650, UF-667, UF-676, SCA-6, POUND-7, IMC-67, NA-33, PA-150, PA-169, CATONGO
Puerto Rico	TARS 27, TARS 30, TARS 23, TARS 14, TARS 9, TARS 34, SPA 10, RIM 52, Colorado, ICS 45, Amelonado
República Dominicana	ML-3, ML-22, ML-105, ML-106, IML-53, IML-44, IMC-67, ICS 1, ICS 6, ICS-39, ICS-40, ICS-95, EET-333, UF-296, UF-296, UF 613, UF 676, UF 677, UF-221, CC-9, CC-10, CCN-51

Fuente: Elaboración propia a partir de las diferentes fuentes consultadas.

Nota: El CATIE es incluido por ser una institución líder en el mejoramiento de los materiales de cacao, y la disposición de esos materiales para el sector productor de cacao.

En algunos países también se recomienda la siembra de tipos específicos de cacaos en función de características vinculadas con la calidad del grano que se espera obtener y que normalmente se reconocen con denominaciones locales. Se presentan algunos ejemplos a continuación:

Tabla 3. Ejemplo de tipos específicos de cacao

Bolivia	Cacao silvestre
Brasil	Maragnan
Colombia	Angoleta, Cundeamor, Amelonado y Calabacillo.
Ecuador	Nacional, Arriba.
México	Calabacillo, Guayaquil, Ceylán, Pataste, Criollo
Perú	Amelonado, Contamana, Criollo, Curacay, Guiana, Iquitos, Marañón, Nacional, Nanay, Purús, Chuncho
República Dominicana	Hispanola, Sánchez
Venezuela	Criollo Porcelana, Criollo Guasare, Chuao, Criollo Merideño, Canoabo.

Fuente: Elaboración propia a partir de las diferentes fuentes consultadas.

Al ser tan amplia la lista y denominaciones que el productor podría conseguir como materiales adecuados para la siembra, la sugerencia básica consiste en identificar los materiales que recomiendan los institutos de investigación o extensión del país específicamente para la localidad donde se espera establecer la plantación.

Compatibilidad

De forma general se reconoce en el cacao la condición de alta incompatibilidad genética.

La compatibilidad es una característica deseable porque facilita los cruzamientos y el cuajamiento de frutos y hace posible la siembra de clones individuales en áreas uniformes. Por el contrario, la incompatibilidad ha sido asociada a una menor producción⁴⁷.

La compatibilidad en concepto⁴⁸ :

47 CATIE. 2012. *Catálogo de clones seleccionados por CATIE para siembras comerciales*. 1° ed. Turrialba, C. R. 68 p.

48 Aranzazu Hernández F; Martínez Guerrero N; Rincón D; Palencia Calderón G. 2009. *Materiales de cacao en Colombia, su compatibilidad sexual y modelos de siembra*. FEDECACAO; CORPOICA. Colombia. 28 p.

- **Autocompatibilidad:** La planta es autocompatible, cuando las flores de una planta son debidamente polinizadas, con una efectividad mayor al 30% considerado en condiciones experimentales, por polen de ella misma o por polen de flores del mismo árbol.
- **Autoincompatibilidad:** Se da cuando la flor no acepta su propio polen o polen de flores del mismo árbol.
- **Intercompatibilidad:** Se reconoce que es un cruce intercompatible cuando las flores de una planta son fecundadas con polen de otra planta en porcentaje mayor o igual al 30%.
- **Interincompatibilidad:** Se dice que es un cruce inter incompatible, cuando la flor no puede ser fecundada con polen de otra planta en un porcentaje menor a 30%.

La incompatibilidad genética en el cacao se debe a su condición alogámica (que alcanza hasta 95% de incompatibilidad). Esto quiere decir que, para que una flor de cacao sea fecundada es necesario que el polen provenga de otra planta, cuya fórmula genética de compatibilidad sea diferente del árbol madre, algunos genes influyen para que el propio polen de la planta no pueda fecundar sus óvulos⁴⁹.

Poli o multiclonal

De manera creciente se viene recomendando el establecimiento de plantaciones en los cuales se incluyan diferentes tipos de clones en aras de diversificar la heterogeneidad de las poblaciones, en función de características vinculadas con la autoincompatibilidad natural que presenta el cacao como cultivo. Parte de lo que se pretende con el establecimiento de plantaciones multiclones persigue la diversificación genética que permita estimular la polinización cruzada entre diferentes clones con diferentes tipos de materiales genéticos. Más allá de un conjunto de ventajas que proporciona la diversificación en términos de reducción de riesgos a plagas y enfermedades, si bien es cierto, el establecimiento de plantaciones multiclones puede generar algunos aspectos vinculados con la desuniformidad de la producción de los granos de cacao para efectos comerciales esta práctica presenta un conjunto de ventajas.

El material genético de cacao debe ser de alta productividad, autocompatible, resistente a plagas y enfermedades y de fácil manejo. La deficiencia de estas cualidades en el clon crea condiciones adecuadas para el ataque de plagas y enfermedades, por ello se recomienda:

- usar clones de acuerdo con las condiciones de clima y suelo (microclima)
- determinar el distanciamiento de siembra adecuada

⁴⁹ Batista, L. 2009. *Guía técnica el cultivo de cacao en la República Dominicana*. CEDAF. 2009. 250 p.

- en una parcela se debe diversificar los clones no menores de 5

Una plantación policlonal se caracteriza por tener un buen comportamiento promedio en términos de producción, tolerancia a enfermedades, compatibilidad y calidad industrial. Esto implica que las ventajas comparativas de algunos clones compensan los defectos de otros ⁵⁰.



Imagen 10. Ejemplo de policlón o injerto múltiple

Producción de plántulas para la siembra

La producción del material para siembra puede lograrse a través de dos formas: la sexual y la asexual o vegetativa. La primera consiste en obtener buena semilla de árboles (padres) seleccionados de cacao y producir plántulas a partir de su siembra y cuidado en viveros. La segunda forma consiste en obtener plántulas para la siembra a partir del enraizamiento de estacas o por medio de la injertación. Esta última es la opción recomendada.

Reproducción sexual

La semilla de cacao es del tipo recalcitrante; es decir, pierde viabilidad rápidamente, por lo cual, no se puede almacenar por mucho tiempo para luego ser sembrada.

La semilla del cacao no necesita un período de reposo para su germinación, que puede ocurrir inmediatamente después de que el fruto alcanza su madurez y el mucílago que la cubre desaparece.

⁵⁰ CATIE. 2012. Catálogo de clones seleccionados por CATIE para siembras comerciales. 1° ed. Turrialba, C.R. 68 p.

Tiene sustancias inhibidoras, por lo que no se puede almacenar fresco ni ser sometido a temperaturas extremas que provocaría la muerte del embrión por fermentación o deshidratación. En condiciones óptimas, las semillas inician la germinación en 4 días⁵¹.

La siembra de la semilla como método de propagación sexual ayuda a preservar la diversidad genética⁵². Las características genéticas del cacao que resultan de la reproducción por semilla van a depender de la transmisión de los caracteres de ambos padres. La reproducción sexual tiene la ventaja de una producción y manejo de mayor facilidad, pues no implica la necesidad de habilidades especiales como por ejemplo la injerta. Este tipo de planta resulta más económica; además, pueden mostrar un gran vigor híbrido. A pesar de esto, tienen la desventaja que suelen reproducir algunas características indeseables que resultan negativas para el productor cacaotero⁵³.

Existen varios métodos de siembra de la semilla de cacao, como el aprovechamiento de las plantas que nacen en el cacaotal, la siembra directa en el campo y el establecimiento de viveros o almácigo. Los dos primeros métodos no se recomiendan, ya que no se pueden dar las atenciones necesarias a la planta para un buen desarrollo. El tercer método es recomendable, a pesar de que es más costoso que los dos primeros, pero se justifica porque se pueden controlar las plagas y enfermedades, regular la sombra y lograr un control eficaz de malezas⁵⁴.

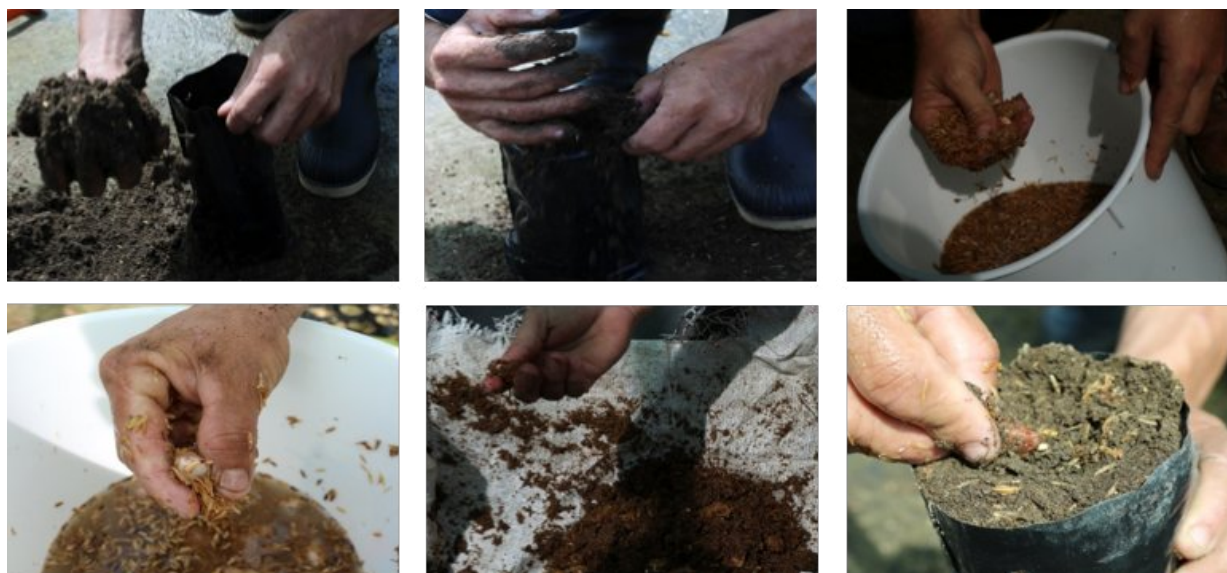


Imagen 11. Preparación de la bolsa de siembra, preparación pre siembra de la semilla y proceso de siembra

51 Batista, L. 2009. *Guía técnica del cultivo de cacao en la República Dominicana*. CEDAF. 250 p.

52 FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). s. f. *Cacao: operaciones poscosecha*. I NPho – Compendio de Poscosecha. 77 p.

53 Batista, L. 2009. *Guía técnica del cultivo de cacao en la República Dominicana*. CEDAF. 2009. 250 p.

54 Universidad Autónoma de Chapingo. 2011. *Diagnóstico del Cacao en México*. SAGARPA, SNICS, SINAFERI, INIFAP. 1° Ed. 74 p.



Imagen 12. Semilla germinada de cacao

Establecimiento de viveros

Para el establecimiento del vivero cacaotero se recomienda considerar lo siguiente⁵⁵:

- Usar terrenos con fácil y adecuado acceso para el transporte de plantas, insumos y materiales.
- Poseer agua corriente y de buena calidad para el riego.
- Se recomienda su establecimiento en terrenos con pendientes no mayores al 2% para facilitar las labores culturales dentro del vivero.
- Se recomienda que el suelo tenga buen drenaje para evitar encharcamientos o se deben crear canales de drenaje para evacuar los excesos de agua.
- El área del vivero debe estar libre de problemas y riesgos de contaminación directa o indirecta.
- El vivero debe estar lejos de peligros provenientes de predios cercanos, ya sean de animales, depósitos de fertilizantes, sustancias químicas, combustibles o basureros. Esto para evitar que el viento y el agua pueda transportar partículas contaminantes.
- Para su construcción se debe implementar cercas y cortinas rompevientos.
- Se deben tener bien demarcadas e identificadas las áreas de germinación, adaptación, cuarentena, almacenamiento, venta de materiales, caminos y sistemas de irrigación.
- El vivero debe proporcionar entre 50% a 60% de sombreo a las plántulas, para ello puede emplearse sombra a base de malla sintética o materiales de la finca que no transmitan enfermedades.
- Las dimensiones que contendrá el vivero y las estructuras deben ser adecuadas al número de plantas.

⁵⁵ Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador. 2012. *Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao*; Resolución Técnica N.º. 183. Ecuador. 37 p.



Imagen 13. Vivero de cacao del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

Propagación asexual o vegetativa del cacao, mediante Injertación de plantas

Al tener una diversidad genética reducida se incentiva un comportamiento igualitario por parte de los árboles, y ayuda al productor en los trabajos respectivos del cacaotal⁵⁶.

En la propagación vegetativa no se genera el cruzamiento sexual entre un árbol madre y un padre; así, la injertación es uno de los tipos de procesos de multiplicación del cacao más sencillo y eficaz. El injerto resulta de la extracción de las yemas, que son partes del árbol que se encuentran en la base o axila de las hojas y que su función consiste en producir ramas. Estas se injertan sobre los patrones que, básicamente, son plantas que se encuentran en semillero o sobre los chupones basales de una planta adulta. El injerto del cacao debe realizarse en patrones con alta vigorosidad y buena sanidad. Los árboles más viejos se pueden injertar, haciéndose en los chupones que estén presentes o los inducidos por medio de la poda⁵⁷.

Para el establecimiento de cultivos comerciales de cacao se recomienda utilizar la propagación asexual por injerto, con lo cual se logra precocidad, uniformidad, calidad y alta productividad. La injertación se puede realizar en campo o en vivero, para lo cual se debe tener en cuenta los ciclos hídricos de la zona procurando que la plántula se lleve a campo en la temporada de lluvias. La semilla de cacao utilizada para este proceso se conoce como patronaje, tiene una viabilidad muy corta (cinco días) y alto porcentaje de germinación (mayor al 90%), por lo que se recomienda realizar la siembra sin demora y, por ello, en la finca se debe tener preparado el umbráculo o cobertizo del vivero y las bolsas llenas. En el proceso de injertación en vivero se recomienda utilizar una bolsa de, por lo menos, 25 cm de alto y 15 cm de ancho, con un sustrato 3:1 (tierra/arena), que permita una buena filtración del agua.

⁵⁶ FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). s. f. Cacao: operaciones poscosecha. INPho – Compendio de Poscosecha. 77 p.

⁵⁷ Federación Nacional de Cacaoteros; Fondo Nacional del Cacao. 2004. Módulos técnicos: Cacao. Colombia. 53 p.

Una vez sembrada la semilla, se espera realizar la injertación 3 a 3,5 meses después, cuando el patrón alcance un diámetro a 10-15 cm del suelo de al menos 4 o 5 mm. Pasados tres meses el injerto está listo para llevar a campo, cuando además posea, al menos, seis hojas verdaderas; es decir, el proceso completo alrededor de seis meses. El tipo de injerto realizado en vivero se conoce como de parche. Para el proceso de injertación en campo, se realiza el vivero normalmente (como se explica en el proceso anterior) pero cuando el patrón tenga dos a dos meses y medio se lleva a campo, para allí realizar la operación de injertación cuando la plántula alcance un diámetro de 8 a 10 mm a 15 cm del suelo y esté bien hidratado; esto ocurre 5 a 6 meses después de plantado. El proceso completo tarda entre ocho y nueve meses. El tipo de injerto realizado en campo se denomina de aproximación⁵⁸.

Características de las yemas y patrones⁵⁹

Las yemas son estructuras de crecimiento del árbol, dispuestas en los tallos para formar ramas y hojas. En la injertación, las yemas son extraídas del tallo y colocadas sobre la planta llamada patrón. Una rama con varias yemas se le conoce con el nombre de vareta. La yema que se requiere injertar debe venir de clones probados por su alta productividad, tolerancia a las enfermedades y plagas; además, de adaptación al ambiente y calidad.

Características recomendadas en las yemas:

- Las yemas deben estar localizadas en la unión entre las hojas y las ramas.
- Las ramas proveedoras de yemas deben ser sanas con hojas de buen color y desarrollo.
- El grosor de la rama de la cual se van a tomar las yemas debe ser similar al tallo de la planta que se quiere injertar.
- La rama no debe tener una coloración verde. Es recomendable que presente color café oscuro o café claro.

Los patrones son plantas obtenidas de semillas con raíz, tallo y hojas bien desarrolladas. El patrón debe ser resistente a enfermedades. Se debe garantizar un buen desarrollo de la raíz del patrón, pues en condiciones desfavorables se generan consecuencias impredecibles para la productividad futura de la planta.

58 Paquete Tecnológico Compañía Nacional de Chocolates S.A. 2012. *El cultivo de cacao*. Medellín, Colombia. 12 p.

59 Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 2013. *Tecnología moderna en la producción de cacao: Manual para productores orgánicos*. San José, C. R. 57 p.



Imagen 14. Ejemplo de varetas y patrones, adecuados para el proceso de injertación

Tipos de injertación en el cacao

- Injerto de parche (conocido también como injerto de yema o injerto en T invertida).

Este tipo de injerto consiste en colocar sobre el patrón una sola yema tomada de la vareta o rama de un árbol seleccionado por sus características especiales (imagen 15). Se realizan dos cortes verticales y uno atravesado u horizontal en la corteza del patrón formando una “u” invertida. Luego en la vareta o rama, deben realizar cortes alrededor de la yema del mismo ancho y largo que el realizado en el patrón y despegar la yema, para ser colocada en forma inclinada dentro de la herida realizada en el patrón. Al terminar este procedimiento debe realizar el amarre con la cinta plástica. Antes de realizar la envoltura en la parte media, debe eliminar una fracción o parte del peciolo y continuar con la envoltura. No debe tapar ni mojar el sitio donde se encuentra la yema. Se sugiere regar a partir del quinto día después de haber injertado y retirar la cinta del injerto después de ocho a quince días de haber realizado la técnica⁶⁰.

⁶⁰ MCCH (Maquita Cushunchic). s. f. *Plantaciones orgánicas en fincas cacaoteras*. Quito, Ecuador. 17 p.

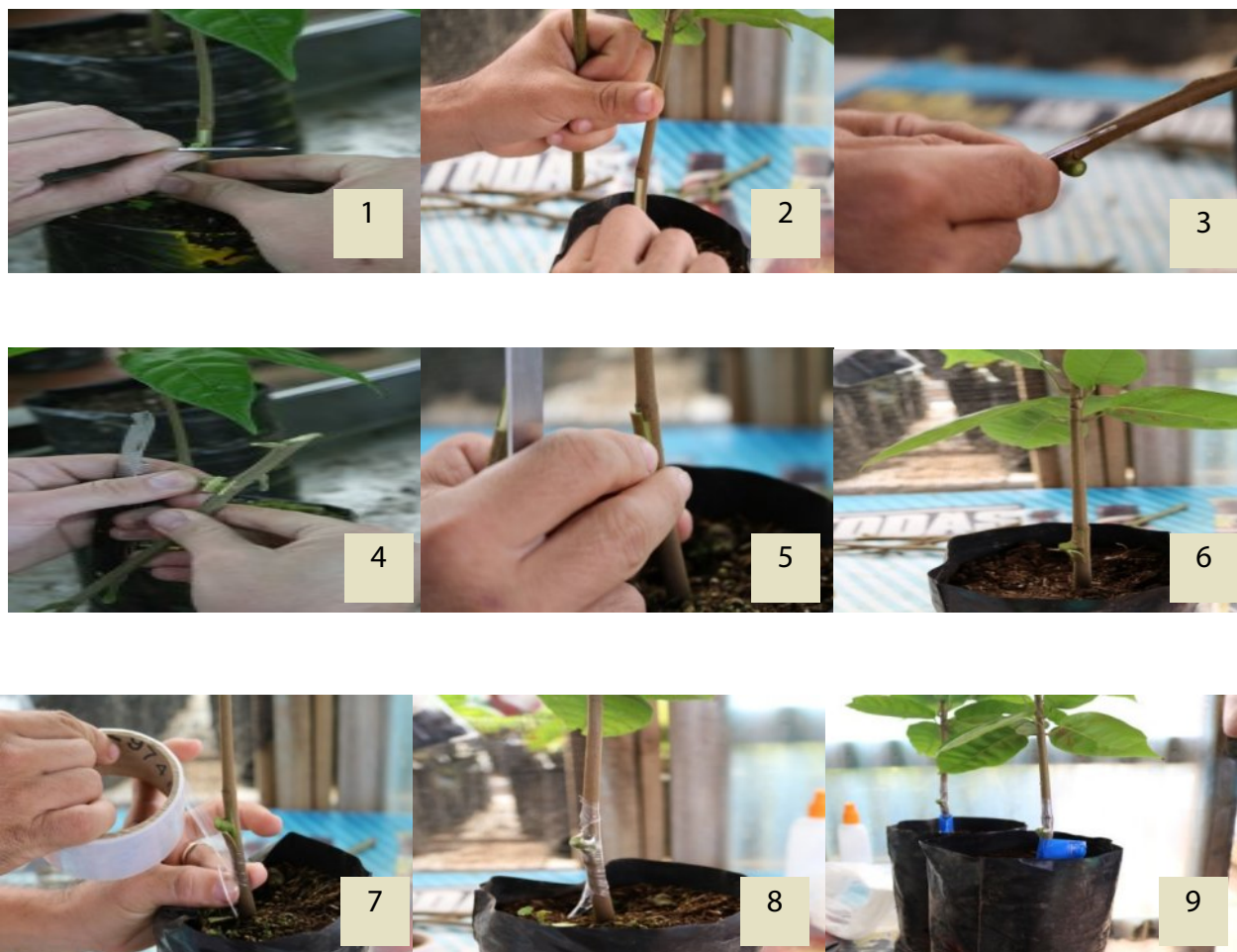


Imagen 15. Proceso de injertación de parche

- **Injerto por aproximación**

El injerto por aproximación utiliza dos o más yemas. Tiene la ventaja de desarrollar varios brotes a la vez en un mismo injerto, mejorando su porcentaje de prendimiento. La planta se desarrolla más rápidamente con respecto a otras técnicas. Consiste en implantar lateralmente un trozo de vareta sobre el patrón (imagen 16). Debe cuidar que no se dañen las yemas; luego, se amarra firmemente. Se suelta a los 20 días de realizada la injertación y se revisa su prendimiento pasados 8 a 15 días. La copa del patrón se elimina al mes de haber sido soldado. La eliminación del tallo del patrón debe hacerse a ras del injerto en bisel una vez que este tenga hojas maduras. Los cortes deben ser cicatrizados⁶¹.

61 Federación Nacional de Cacaoteros; Fondo Nacional del Cacao. 2004. *Módulos técnicos: cacao*. Colombia. 53 p.



Imagen 16. Proceso de injertación de aproximación

•Injerto de púa central o yema terminal (también conocido como injerto de cuña por hendidura)

Consiste en insertar en el patrón una vara con tres yemas viables que darán origen a la formación de ramas (imagen 17). Para realizar este tipo de injerto se corta horizontalmente la parte de área del patrón a una altura aproximada de entre 30 y 40 cm. A partir de este corte, se debe realizar otro corte vertical; por la parte céntrica del tallo del patrón, hasta 4 cm aproximadamente hacia abajo. Luego debe proceder a preparar un segmento de vara que tenga tres yemas. Seguidamente, se hacen dos cortes laterales en el extremo inferior de la vara; de manera que, se forme una cuña o púa. La púa se introduce en el tallo partido del patrón haciendo coincidir el acople de las cortezas del patrón con la corteza. El paso siguiente es realizar el amarre utilizando un material flexible y hermético para, seguidamente, cubrir el injerto con una bolsa transparente de 5" x 10". Debe evitar el contacto directo con la yema. Posteriormente, el retiro de la bolsa se realiza cuando exista brote. Esto puede variar entre 16 a 20 días⁶².

62 Mendoza Villanueva, C. 2013. *El cultivo de cacao, opción rentable para la selva*. Lima, Perú. 48 p.



Imagen 17. Proceso de injertación de púa central

Preparación del terreno para la siembra

Se recomienda preparar el terreno durante los meses secos. Para esto, se controla la maleza manualmente, 20 días antes del establecimiento de la plantación, para eliminar los residuos del cultivo anterior y permitir la incorporación de materia orgánica al suelo. Asimismo, en zonas anegadizas deben construirse drenajes principales de 80 cm de ancho y 80 cm de profundidad para evitar excesos de humedad en la plantación⁶³, pues el cacao es una planta muy sensible a terrenos encharcados. Los canales deben de recolectar y conducir el exceso de agua para evitar que esta elimine la hojarasca y el horizonte del suelo que, como medio fundamental en el desarrollo de cacaotales, se debe proteger contra los rayos directos del sol, ya que, estos degradan rápidamente la capa de humus que puedan contener. Es por esta razón que se recomienda un adecuado sombreado y el mantenimiento de hojarasca. No es recomendable realizar labores profundas y se deben de cortar las malas hierbas lo más bajo posible. Durante los meses de sequía es necesario mantener la hojarasca y el sombreado para garantizar índices adecuados de humedad⁶⁴.

Antes de establecer el cultivo de cacao, se recomienda realizar diagnósticos que incluyan análisis de suelo (fertilidad, residuos de plaguicidas y metales pesados), análisis de fuentes de agua para riego, actividades circundantes a la propiedad que puedan ser consideradas como riesgos potenciales que puedan afectar la calidad e inocuidad del cacao. Todo el análisis se debe llevar en registros y contemplar fechas de establecimiento⁶⁵.

63 López, P. 2011. Op cit.

64 Comité Estatal Sistema Producto Cacao en Chiapas. 2012. *Plan Rector Cacao Chiapas*. México. 33 p.

65 Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador. 2012. *Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao*; Resolución Técnica No. 183. Ecuador. 37 p.

Siembra

El productor debe guardar y mantener los registros de los métodos, densidad y las fechas de siembra, así como del diseño o distribución de los cultivares utilizados; además, debe tener información sobre condiciones y parámetros técnicos de siembra⁶⁶.

Recomendaciones para realizar la siembra del cacao⁶⁷:

- Es importante definir una adecuada época de siembra, con preferencia debe hacerse al inicio de largos periodos de lluvia, buscando la saturación de agua en el suelo. En situaciones cuando esta condición se manifiesta durante dos épocas al año, hay que realizar la siembra con más precaución durante el periodo de lluvia corto o la segunda época. Si se cuenta con sombra y agua, la siembra puede hacerse en cualquier momento del año, siempre con las medidas de precaución adecuadas.
- Se debe tener listo el terreno sin malezas dañinas y con la sombra adecuada; sea esta temporal o permanente.
- La alineación de árboles se puede hacer en triángulo con un ángulo recto o en 90 grados, de manera que permita hacer una alineación a escuadra. También se puede usar el método del triángulo equilátero con tres lados iguales o el isósceles con dos lados iguales. En este caso es relevante la densidad de la población de plantas y la distancia a utilizar entre las mismas.
- Para estaquillar y hacer los huecos, se recomienda partir de una línea principal, con diámetros que se encuentren entre 25 y 30 cm, con una profundidad aproximada de 30 cm. El fondo del hueco se debe fertilizar, ya sea con 100 gr de fertilizante orgánico, un kilogramo de compost o 500 gr de algún bioabono, cubriéndolos con tierra para evitar que la raíz quede en contacto con el abono o fertilizante.
- Para la colocación de la planta en los hoyos, se debe romper y retirar la bolsa de plástico y cualquier otro material inorgánico, para luego depositar la planta en el hoyo procurando no dañar al pilón, adobe y las raíces. Luego se termina de llenar el hueco con tierra superficial, compactando ligeramente alrededor de la planta. Un día antes de este trasplante, se recomienda hacer un buen riego a los viveros, de manera que la tierra está bien húmeda para no dañar las raíces.
- En la siembra de un buen cacaotal se debe seleccionar las mejoras plantas, agrupándose de acuerdo con su desarrollo. Para esto se recomienda utilizar dos criterios, la altura de la planta y el grosor del tallo. Es aconsejable separar las plantas en grupos de gruesas, medianas y delgadas, sembrándolos por separado, pues esto generará que las plantas compitan mejor y produzcan más al tener un crecimiento inicial uniforme por la competencia entre plantas uniformes.

66 INCONTEC.2012. Norma Técnica Colombiana 5811: *Buenas Prácticas Agrícolas para Cacao. Recolección y beneficio. Requisitos generales*. Colombia. 28 p.

67 IICA. *Diagnóstico del potencial de producción y transformación agroindustrial del cacao en Belice*.

El cacao debe sembrarse en el patrón y densidad recomendado de acuerdo a los requerimientos del material de siembra seleccionado, con el fin de asegurar la mejor productividad, así como, el manejo adecuado y fácil de la finca.

Mantener densidades de siembra adecuadas es una práctica importante que permite aprovechar las condiciones del suelo, sombra y luz; con la intención de disminuir la incidencia de plagas y enfermedades y obtener los mejores niveles de producción.

En América Latina y el Caribe se brindan diferentes recomendaciones en torno a los patrones y densidades de siembra. El productor cacaotero podrá elegir la que mejor se adapta a su material de siembra y a las condiciones del área donde será establecido el cacaotal. En Colombia, Nicaragua⁶⁸, República Dominicana⁶⁹, México⁷⁰ y Costa Rica la distancia de siembra recomendada es de 3 metros x 3 metros en cuadro o triángulo, para una densidad aproximada de 1100 a 1280 plantas por hectárea. En Perú⁷¹ también se utiliza la siembra de 3 x 3 metros de distancia entre plantas, pero recomiendan mayores poblaciones por hectárea, en patrones de siembra de 3 x 2 m y 3 x 1,5 o 1 m para densidades de 1666 y 3333 plantas por hectárea en cuadro o triángulo, dependiendo del terreno, mientras que en Ecuador, Guatemala⁷² y Honduras⁷³ el distanciamiento entre plantas recomendado es de 3,5 x 3,5 metros obteniendo una población de 945 plantas/ha. En Bolivia se trabajan distancias de 4 x 4 m entre plantas en sistemas agroforestales, donde se llegan a tener 625 plantas en una hectárea, sembradas en cuadro o triángulo.

68 Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. 2009. *Guía tecnológica del cultivo de cacao*. 4° ed. Managua. 37 p.

69 Batista, L. 2009. *Guía técnica el cultivo de cacao en la República Dominicana*. CEDAF. 2009. 250 p.

70 Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur – Sureste de México: Trópico húmedo. 2011. *paquete tecnológico cacao (Theobroma cacao, L); establecimiento y mantenimiento*. SAGARPA, Inifap. 11 p.

71 Ministerio de Agricultura de Perú; PROAMAZONIA (Programa para el desarrollo de la amazonia). 2003. *Manual de cultivo de cacao*. 100 p.

72 CONCYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología); FONACYT (Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología); Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. 2010. *Estudio de los insectos polinizadores de cacao de la zona del Suroccidente de Guatemala*. 77 p.

73 Fundación Hondureña de Investigación Agrícola; Unión Europea. 2004. *Guía técnica: Cultivo de cacao bajo sombra de maderables o frutales*. Honduras. 17 p.

Figura 1. Acondicionamiento de la siembra del cacao

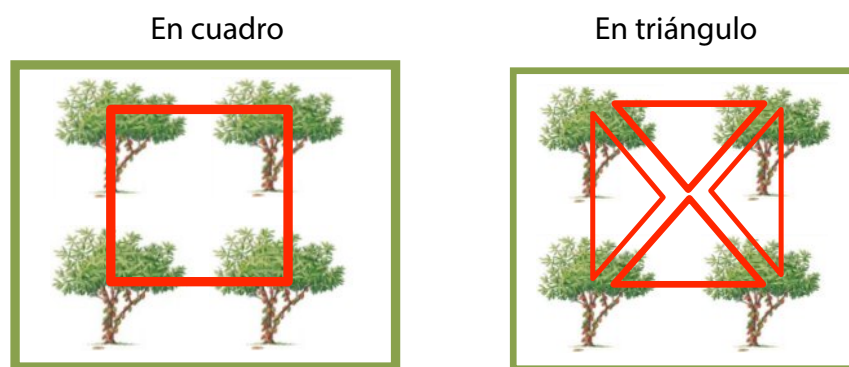


Imagen 18. Árboles de cacao trasplantados del vivero al campo

Sombra.

- Depende de los requisitos del material sembrado, en las fincas de cacao se deben establecer los árboles adecuados de sombra temporal y permanente.
- Se deben fomentar prácticas de labranza de tierra que mejoran la estructura del suelo.
- La preparación de la tierra para nuevas siembras de cacao debe hacerse con al menos un año de anticipación antes de sembrar las plántulas de cacao.
- Establecer los árboles de sombra temporal y permanente con la disposición adecuada para resguardar tanto a las plántulas como a las plantas jóvenes de cacao sembradas.

Para la determinación del nivel óptimo de sombra, se establece una escala de calificación de cuatro niveles: a) sin sombra, b) poca sombra, c) sombra media y d) mucha sombra, que resulta de ayuda en el momento de definir el tipo de sombra que se debe establecer en función de las condiciones y características de las plantas de cacao (edad, espaciamiento, manejo de podas, fenología) y de las condiciones del sitio (pendiente, exposición, latitud, fertilidad del suelo)⁷⁴.

Los efectos y beneficios de la sombra al iniciar la plantación consisten principalmente en reducir la exposición a la luz solar y al movimiento del aire que puede perjudicar a las plantas de cacao. El cacao requiere de una sombra adecuada para evitar daños y lograr un buen desarrollo inicial. La sombra puede ser de tipo temporal durante los primeros años de la plantación temporal o permanente⁷⁵ ç.

Ventajas de la regulación de sombra en cacao⁷⁶:

- Equilibra la temperatura en la plantación
- Protege a la plantación de cacao de los vientos
- Reduce la evapotranspiración del cacao
- Facilita el hábitat y la reproducción del insecto polinizador
- Aporta materia orgánica a través de los residuos que se incorporan al suelo

Consecuencias del exceso de sombra en el cacaotal:

- Reducción de la floración y la fructificación
- Reducción de la polinización
- Incremento en el índice de enfermedades

⁷⁴ Somarriba, E. 2006. *Cómo analizar y mejorar la sombra en los cacaotales. Taller Regional Andino de Aplicación Tecnológica en el Cultivo de Cacao*. Ecuador

⁷⁵ Johnson James, M; Bonilla, JC; Agüero Castillo L. 2008. *Manual de manejo y producción del cacaotero*. León, Nicaragua.

⁷⁶ Márquez Rivero J.J; Aguirre Gómez M.B. 2008. *Manual técnico de manejo agrotécnico de las plantaciones de cacao*. La Habana.64 p.

Consecuencias del déficit de sombra al cacao:

- Descompensación del árbol de cacao
- Incremento de las plagas
- Incremento de las malas hierbas

Sombra temporal

Brindar sombra temporal a las plantas de cacao jóvenes les ayuda a obtener un crecimiento más rápido, contribuye a reducir la evapotranspiración y genera cobertura ante la radiación solar directa (imagen 11). Las especies de sombra temporal se deben plantar con anticipación dependiendo del tipo de especie que se emplee esto puede ser de entre 1 mes a 6 meses antes del trasplante de las plántulas. Estos cultivos solo se quedan en la parcela hasta que el cacao desarrolle totalmente su follaje, en algunos países la duración de la sombra puede variar entre 2 a 5 años⁷⁷.

Las plantas empleadas como sombra temporal deben tener las siguientes características⁷⁸:

- Ser precoz, rústica y de rápido crecimiento
- Tener porte erecto y presentar resistencia al viento
- Poseer buena copa para disminuir la acción de los rayos solares
- Tener buena aptitud como mejorador de suelo
- No ser huésped de plagas del cacao
- El sistema radicular debe ser poco desarrollado, para evitar competencia
- En lo posible debe tener valor comercial

⁷⁷ Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. 2013. *Cacao, sombreado – agroforestería*. Tarapoto, Perú. 54 p.

⁷⁸ Ministerio de Agricultura de Perú; PROAMAZONIA (Programa para el desarrollo de la amazonia). 2003. *Manual de cultivo de cacao*. 100 p.

Tabla 4. Distancias utilizadas para los árboles de sombra temporal en cacao

Distancia entre plantas de sombra temporal al cuadro	País	Distancia entre plantas de sombra temporal tresbolillo
4x4 – 3x3	Brasil, Costa Rica, Colombia, México, República Dominicana y Perú	4 x 4 x 4 – 3 x 3 x 3
3.5x3.5	Brasil, Colombia, Nicaragua, México	3.5 x 3.5 x 3.5

Fuente: Elaboración propia a partir de las diferentes fuentes consultadas.

Tabla 5. Principales cultivos recomendados en América Latina y el Caribe para sombra temporal

Tipo de Sombra	País	Cultivos aptos recomendados para sombra en LAC
Temporal	Bolivia	Maíz (<i>Zea mays</i>), Plátano (<i>Musa sapientum</i>), Yuca (<i>Manihot esculenta</i>), Banano (<i>Musa paradisiaca</i>)
	Brasil	Faveira (<i>Piptadenia adiantoides</i>), Papaya (<i>Carica papaya</i> L.), Yuca (<i>Manihot esculenta</i>), Plátano (<i>Musa sapientum</i>), Banano (<i>Musa paradisiaca</i>), Gandul (<i>Cajanus cajan</i>)
	Perú	Yuca (<i>Manihot esculenta</i>), Papaya (<i>Carica papaya</i> L.),
	Colombia	Plátano (<i>Musa sapientum</i> .), Banano (<i>Musa paradisiaca</i>), Higuierilla (<i>Ricinus communis</i>), Papaya (<i>Carica papaya</i> L.), Maracuyá (<i>Pasiflora edulis</i>), Matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>)
	Cuba	Plátano (<i>Musa sapientum</i>), Papaya (<i>Carica papaya</i> L.)
	Guatemala	Banano (<i>Musa paradisiaca</i>), Plátano (<i>Musa sapientum</i>),
	Costa Rica	Banano (<i>Musa paradisiaca</i>), Plátano (<i>Musa sapientum</i>), Higuierilla (<i>Ricinus communis</i>)
	Rep. Dominicana	Plátano (<i>Musa sapientum</i>), Yuca (<i>Manihot esculenta</i>), Papaya (<i>Carica papaya</i> L.)
	Nicaragua	Banano (<i>Musa paradisiaca</i>), Plátano (<i>Musa sapientum</i> .), Higuierilla (<i>Ricinus communis</i>)
	Honduras	Plátano (<i>Musa sp.</i>), Yuca (<i>Manihot esculenta</i>), Papaya (<i>Carica papaya</i>)
	Venezuela	Plátano (<i>Musa sp.</i>), Papaya (<i>Carica papaya</i>),
	México	Maíz (<i>Zea mays</i>), Colorín (<i>Erythrina sp.</i>), Cotalaria (<i>Crotalaria vitellina</i>)
	Ecuador	Maíz (<i>Zea mays</i>), Plátano (<i>Musa sp.</i>), Banano (<i>Musa paradisiaca</i>)

Fuente: Elaboración propia a partir de las diferentes fuentes consultadas.



Imagen 19. Sombra temporal del cacao con plantas de banano

Sombra permanente

Este tipo de sombra debe sustituir a la sombra temporal cuando el cultivo de cacao se haya desarrollado lo suficiente. La sombra permanente regula la temperatura, humedad y luz dentro del cacao-tal. Además, se deben seleccionar árboles que no alojen plagas ni enfermedades que puedan afectar al cacao (imagen 20)⁷⁹.

Los árboles de sombra permanente mejoran las propiedades del suelo incrementando la materia orgánica y facilitando el drenaje⁸⁰.

En cultivos empleados como sombra permanente se recomienda que tengan las siguientes características⁸¹:

- Tener una copa que permita el ingreso de los rayos solares
- Tener un sistema radicular profundo, no competitivo con el cacao por agua y nutrientes
- Ser de rápido crecimiento, durable y de buena capacidad de regeneración
- Tener tolerancia a la acción de los vientos
- No debe ser hospedero de plagas que causan daño al cacao

⁷⁹ Batista, L.2009. *Guía técnica el cultivo de cacao en la República Dominicana*. CEDAF. 250 p.

⁸⁰ Torres Gutiérrez, LA. 2012. *Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico*. Universidad de Cuenca. Ecuador. 137 p.

⁸¹ Ministerio de Agricultura de Perú; PROAMAZONIA (Programa para el desarrollo de la amazonia). 2003. *Manual de cultivo de cacao*.100 p.

La densidad de las especies que proyectarán la sombra permanente está supeditada a la orientación, clima y altitud donde se instalarán. Los distanciamientos son dependientes de la especie que se utilice; sean de tipo maderable (distancias más largas) o frutales (distancias más cortas), las más empleadas comúnmente son las siguientes:

Tabla 6. Distancias utilizadas para los árboles de sombra permanente en cacao

Distancia entre árboles de sombra (metros)	País
9x9 – 12 x 12 – 15x15 – 21x21	Belice
15 x 15	Brasil
15x15 – 20x20 – 25x25	Colombia
6x6 – 9x9 – 12x15 – 15x15	Costa Rica
12 x 18	Cuba
25x25	Ecuador
8x8 – 12x12 – 20x20 – 28x28	México
7x7 – 7x10.5 - 14x14	Nicaragua
8x8 – 9x9 – 12x12 – 18x18 – 21x21 – 24x24	Perú
12x12 – 24x24	República Dominicana

Fuente: Elaboración propia con base en las diferentes fuentes consultadas.

Los sistemas agroforestales cacaoteros proporcionan una excelente alternativa para la reforestación parcial de las tierras agrícolas degradadas y en la protección de algunos estratos y espacios ambientales, donde otras alternativas pueden requerir la completa reforestación.

Aunque los sistemas agroforestales no proporcionan exactamente los mismos beneficios, servicios y condiciones de biodiversidad que los bosques naturales, son una mejor alternativa desde la perspectiva ambiental a los muchos otros tipos de paisajes agrarios que pueden establecerse en tierras tropicales.



Imagen 20. Sombra permanente del cacao con árboles maderables

Tabla 7. Principales cultivos recomendados en América Latina y el Caribe para sombra permanente

Tipo de Sombra	País	Cultivos aptos para sombra en LAC
Permanente	Colombia	Nogal Cafetero (<i>Cordia alliodora</i>), Abarco (<i>Cariniana pyriformis</i>), Cedro (<i>Cedrela odorata</i>), Flor morado (<i>Tabebuia rosea</i>), Zapote (<i>Pouteria sapota</i>), Borojó (<i>Borojoa patinoi</i>)
	Nicaragua	Cedro (<i>Cedrela odorata</i>), Cedro Cebollo (<i>Cedrela montana</i>), Bucare de agua (<i>Erythrina glauca</i>), Teca (<i>Tectona grandis</i>), Aguacate (<i>Persea americana</i>)
	Perú	Guaba (<i>Inga edulis</i>), Albicia (<i>Albisia falcatarea</i>), Eritrina (<i>Erythrina spp</i>)
	Bolivia	Mara (<i>Swietenia macrophylla</i>), Ceibo (<i>Erythrina poeppigiana</i>), Quina quina (<i>Myroxilon balsamum</i>), Colomero (<i>Cariniana estrellensis</i>)
	Cuba	Júpiter (<i>Gliricidia sepium</i>), Búcaro (<i>Eritrina sp.</i>), Guapén (<i>Artocarpus artilis</i>)
	Guatemala	Conacaste (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>), Cushin (<i>Inga sp</i>), Cenicero (<i>Samanea saman</i>), Nogal (Junnglans <i>sp.</i>), Madre cacao (<i>Glicirida sepium</i>), Caoba (<i>Swietenia sp.</i>)
	Costa Rica	Laurel (<i>Cordia alliodora</i>), Teca (<i>Tectona grandis</i>), Leucaena (Leucaena <i>sp.</i>), La Guaba (<i>Inga sp.</i>), Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)
	Rep. Dominicana	Amapolas (<i>Erythrina spp</i>), Piñon (<i>Gliricida sepium</i>), Guabo (<i>Quassia amara</i>)
	Brasil	Caucho (<i>Hevea brasiliensis</i>)
	Honduras	Cacao de nance (<i>Gliricidia sepium</i>), Barba de jolote (<i>Cojoba arborea</i>), Granadillo rojo (<i>Dalbergia glomerata</i>), Rosita (<i>Hieronima alchorneoides</i>)
	Venezuela	Rabo de ratón (<i>Gliricidia sepium</i>), Gallito(<i>Spathodea campanulata</i>),Bucarés(<i>Erythrina poeppigiana</i>)
	México	Palo de sol o Yaite (<i>Gliricidia sepium</i>), Guachipilín (<i>Diphysa americana</i> Mill), Sáman (<i>Pithecollobium sp.</i>)
	Ecuador	Madre cacao (<i>Gliricidia sepium</i>), Caoba (<i>swietenia macrophylla</i>), Amarillo (<i>Centrolobium ochroxylum</i>), Jigua (<i>Ocotea acutifolia</i>)

Fuente: Elaboración propia a partir de las diferentes fuentes consultadas.

MANEJO AGRONÓMICO DE LA PLANTACIÓN DE CACAO

El manejo agronómico de una plantación de cacao incluye el conjunto de prácticas que deben efectuarse durante toda su vida útil. Una vez establecida la plantación, esto incluye el control de malezas, fertilización, poda, regulación de sombra, manejo de insectos y otros microorganismos benéficos, control de plagas, control de enfermedades y cosecha.

Se debe promover el uso eficiente de los recursos de la finca (mano de obra, insumos, etc.), optimizando, especialmente, el uso de mano de obra y evitando totalmente las formas de trabajo injusto.

Control de maleza

Adoptar medidas adecuadas para el control de malezas con el fin de mantener el suelo alrededor del cacao y los árboles de sombra libres de malas hierbas.

Para el control de malezas, se pueden distinguir dos técnicas diferentes: el control mecánico (o manual) y el control químico.

Control manual/mecánico implica el uso de herramientas manuales o mecánicas de deshierbe.

Control químico implica el uso de herbicidas por medio de pulverizadores que se aplican a las malezas que deban ser controladas.

Las malezas o hierbas indeseables compiten con el cacao por nutrientes, el anhídrido carbónico, el agua y la luz, son hospederas de plagas y enfermedades, especialmente, de áfidos que son transmisores de enfermedades. El daño es muy importante en la etapa de establecimiento y la fase juvenil del cacaotal, en la cual la presencia y agresividad de la maleza depende de la condición original del terreno, el tipo de sombra temporal y el manejo mismo del árbol de cacao refiriéndose a poda, fertilización y distancias de siembra. La limpieza manual es la más recomendable y se puede realizar con azadón, machete, guadaña agrícola, con moto arado o cultivador. Las labores profundas no son adecuadas, pues pueden dañar el sistema radicular. Otra forma de limpieza es mediante la aplicación química, con este método se debe tener mucha precaución, en especial, con las plantas que salen del vivero, pues son muy susceptibles al daño de los herbicidas. Cuando se realicen aplicaciones de herbicidas es importante que no entren en contacto con la planta de cacao. Por ello es común el empleo de protectores cilíndricos de plástico que protejan a las plantas. No existen ensayos que especifiquen el efecto de estos herbicidas sobre los árboles de sombra de los cacaotales, por lo que se recomienda extremar las precauciones y no rociar cerca de ellos⁸².

82 Comité Estatal Sistema Producto Cacao en Chiapas. 2012. *Plan Rector Cacao Chiapas*. México. 33 p.

Riego

Algunas plantaciones de cacao pueden requerir riego de mantenimiento o riego suplementario durante periodos cortos de déficit hídrico. Como ya se ha señalado, una condición importante para el establecimiento del cacaotal consiste en que en la zona donde se pretende sembrar no existan periodos secos mayores a tres meses.

En estos lugares con presencia de meses secos, un sistema de riego por bajo es lo más adecuado, y se descartan los sistemas de riego por aspersión alta. Para los meses más secos se recomienda el riego de mantenimiento sobre los 100 mm de lámina por mes para el cultivo de cacao. Es importante que el cacao no sufra estrés por agua, pues puede llegar a producirse el secado de la mazorca, en estas condiciones los periodos de riego deben ser más frecuentes, pero en menor cantidad. Para estimar el punto de requerimiento de agua del suelo, existen métodos físicos, electrónicos o de conductibilidad, con los que se puede calcular el momento de la necesidad de agua⁸³.

La cantidad de agua necesaria para ajustar el sistema depende del tipo de árbol, su grado de desarrollo, del tipo de suelo, la duración de la estación seca, el viento, la humedad ambiental, la cantidad de las últimas lluvias, etc. Gran parte del éxito de una huerta de cacao se basa en un óptimo diseño del sistema de riego. Si se hace por gravedad, se pueden corregir carencias de agua de algunas zonas de la huerta y adoptar medidas adecuadas para que ningún rincón quede sin regar. Pero si se opta por un sistema de bombeo a presión, hay que elegir meticulosamente la mejor ubicación de los aspersores, difusores y goteros para asegurar una cobertura perfecta a todas las plantas. El método que se elija dependerá del tamaño de la huerta, del costo de los sistemas y del tiempo que se quiera dedicar al cuidado de las plantas. La eficiencia de un método de riego está dada por la cantidad de agua que queda almacenada en la zona radicular, en relación con la cantidad total de agua que se usa⁸⁴.

Fertilización

Una excelente práctica que apoya la fertilidad del suelo en los cacaotales consiste en mejorar y mantener el contenido de materia orgánica en el suelo a través de la aplicación de estiércol.

Se recomienda adoptar técnicas de cultivo que reduzcan al mínimo la erosión del suelo; por ejemplo, manteniendo el suelo bajo cobertura.

Se recomienda el uso de prácticas de manejo que minimizan la pérdida de nutrientes, pero mantienen o mejoran el equilibrio de nutrientes en el suelo.

Se deben aplicar fertilizantes inorgánicos u orgánicos apropiados según las recomendaciones científicas con el fin de maximizar beneficios y minimizar pérdidas. En algunos casos se recomienda el encalado, que resulta crítico para la buena absorción de nutrientes en suelos muy ácidos, así como, el empleo de medidas adecuadas para reponer los nutrientes agotados en el suelo.

83 IICA. *Diagnóstico del potencial de producción y transformación agroindustrial del cacao en Belice*.

84 Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (ANECACAO). 2015. *Artículos técnicos-riego y drenaje*. Ecuador. Consultado el 20 de septiembre. Disponible en <http://www.anecacao.com/es/servicios/articulos-tecnicos/riego-y-drenaje.html>

Es recomendable que se realice la fertilización de los cacaotales de acuerdo al análisis de suelos efectuados en las fincas y con ello establecer un plan de nutrición adecuado. A continuación, se presentan de manera referencial los requerimientos nutricionales aproximados de un cacaotal.

Tabla 8. Niveles de los diferentes elementos para clasificar el estado nutricional de un suelo para cacao

Parámetro	Rango de Fertilidad Relativa		
	Alto	Medio	Bajo
pH (en agua 1:25)	7.6-6.5	6.4-5.1	< 5.0
Materia Orgánica (Combustión húmeda)	> 6.1	6	< 3.0
Nitrógeno total % (Kjeldahl)	> 0.41	0.40-0.16	0.2
Relación C/N	9.5-10.4	15.5-10.5	> 15.6 o < 9.4
Fósforo P ppm (Mehlich)	> 16	15-16	< 5
Fósforo P/ml (Olsen modificado)	> 21	20-12	< 12
Fósforo "disponible" P ₂ O ₅ ppm (Truog)	> 120	119-21	< 20
Potasio intercambiable meq/100 g (Acetato de Amonio 1N, pH, 7.0)	> 0.41	0.40-0.16	< 0.15
Potasio extraíble. Meq/100 ml (Olsen modificado)	> 0.41	0.40-0.21	< 0.20
Azufre S-SO ₄ /ml (Fósforo monocálcico 500 ppm P)	> 21	20-13	< 12
Calcio Intercambiable meq/100 g (Acetato de Amonio 1N, pH, 7.0)	> 18.1	18.1-4.1	< 4
Calcio extraíble. Meq/100 ml (Cloruro de potasio 1N)	> 4.1	2-4	< 2
Magnesio Intercambiable meq/100 g (Acetato de amonio 1N, pH, 7.0)	> 4.5	4.4-0.9	< 0.8
Magnesio extraíble meq/100 ml (Cloruro de potasio 1N)	> 2.1	2.0-0.8	< 0.8
Capacidad de intercambio de cationes meq/100 g (Acetato de Amonio 1N, pH, 7.0)	> 30.1	30-12.1	< 12
Saturación de aluminio % (KCL, 1N)	0.1	11-25	< 26
Aluminio meq/100 ml (KCL 1N)	< 0.3	0.31-1.50	> 1.51

Fuente: *Manual cultivo de cacao* República Dominicana⁸⁵

85 Batista, L. 2009. *Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana*. CEDAF. 2009. 250 p.

Sin embargo, un esquema general de fertilización incluye un primer abonado de las plantas después del segundo mes del trasplante con alto contenido de fósforo y nitrógeno que deberá replicarse 6 meses después. El segundo año se aplica un esquema similar con dos fertilizaciones anuales, pero aumentando la dosis de fertilizante en 20%. A partir del tercer año se recomienda fertilizar el cacaotal después de la poda, aumentando la dosis en un 10% por año e incorporando una fórmula completa que contenga potasio y microelementos, hasta el quinto año, cuando se deberá realizar un nuevo análisis de suelo para ajustar la dosis de fertilizante a ser aplicada. Los periodos o momentos específicos de fertilización dependerán de las condiciones climáticas de cada zona, preferiblemente antes de los periodos intensos de lluvia.

Durante la fase de establecimiento los fertilizantes deben aplicarse en un anillo ancho alrededor de cada planta, a una distancia conveniente del tallo para no causarle daño. Durante la fase productiva debe aplicarse en franjas anchas en el centro de los espacios comprendidos entre las hileras de cacao, tanto a lo largo como a través de las hileras. En suelos arenosos y particularmente en climas húmedos, los fertilizantes deben ser suministrados en dos, tres o más dosis fraccionarias en lugar de una sola aplicación⁸⁶. Se recomienda además emplear en lo posible fertilizantes de liberación lenta y cubrirlos con tierra o algún otro sustrato orgánico.

Para la fertilización del cacao⁸⁷, se debe tomar en cuenta la utilización de diferentes alternativas entre las que se incluye las aplicaciones de abonos orgánicos (fertilización orgánica), que permite reponer los minerales extraídos del suelo en forma oportuna y adecuada. Esto se debe realizar mediante la incorporación de abono proveniente de fuentes orgánicas y no contaminantes⁸⁸.

Se recomienda preparar el abono fermentado bocashi (que es una mezcla de estiércol, maíz, ceniza, levadura, melaza, restos de hojas y tierra). El abono se aplica en una dosis de 4 kg por árbol por año, dividido en dos aplicaciones: una al término y la otra al inicio de las lluvias. El abono se deposita alrededor del tronco del árbol a 1.5 m de separación, quitando previamente la hojarasca en la línea de aplicación, para posteriormente cubrirlo⁸⁹.

Existe una relación significativa entre los efectos de la luz y el grado de nutrición del cacao, denominada relación fertilización-sombra, es un factor decisivo para obtener buena productividad por unidad de superficie⁹⁰. En general, se indica que a mayor porcentaje de sombra se debe abonar con menos cantidad de nitrógeno.

Otras recomendaciones sobre la fertilización de cacao⁹¹:

- Realizar la fertilización en conjunto con técnicas de poda y control de sombra.
- Hacer análisis de suelos para de esta forma determinar las necesidades y frecuencia de aplicación del fertilizante.

87 Paquete Tecnológico Compañía Nacional de Chocolates S.A. 2012. *El cultivo de cacao*. Medellín, Colombia. 12 p.

88 Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba. 2014. *Guía para la producción de cacao (Theobroma cacao L.)*. Bolivia. SEDAG. 45 p.

89 Op cit. Manual. México.

90 Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. 2009. *Guía Tecnológica del Cultivo de Cacao*. 4° ed. Managua. 37 p.

91 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia; FEDECACAO (Federación Nacional de Cacaoteros). 2013. *Guía ambiental para el cultivo de cacao*. 2° ed. Colombia. 124 p.

- Los fertilizantes completos se recomiendan aplicar aproximadamente seis meses antes de los picos de cosecha y se pueden dividir las fertilizaciones entre fertilizantes completos y urea. Esta última se recomienda hacer cuatro meses antes del pico de cosecha.
- La clase y cantidad de fertilizante a usarse en el cacaotal dependerá del tipo de suelo, de la cantidad de sombra y de la intensidad de las precipitaciones.

Tabla 9. Principales macronutrientes y micronutrientes requeridos por el cacao

Macronutrientes	Micronutrientes
Nitrógeno (N)	Boro (B)
Fósforo (P)	Cobre (Cu)
Potasio (K)	Zinc (Zn)
Magnesio (Mg)	
Calcio (Ca)	
Azufre (S)	

Fuente: Elaboración propia a partir de las diferentes fuentes consultadas.

Podas

La poda es la eliminación de las ramas no deseadas de un árbol de cacao. Es una operación muy importante ya que puede afectar (positiva o negativamente) el rendimiento durante meses e incluso años. A partir de la poda se diseña la forma y estructura del árbol de cacao para el resto de su vida útil.

Los insectos plagas y las enfermedades se multiplican más en árboles de cacao sin poda (con densos doseles) que en árboles que han sido podados y que presentan doseles abiertos y ventilados.

Una buena poda también puede estimular la producción de flores y, por ende, más vainas y frutos maduros.

La poda puede realizarse correctamente utilizando herramientas como la sierra de arco, tijeras podadoras, cuchillos de chupón y podadoras de mango largo.

En todos los países productores de cacao en América Latina y el Caribe se recomienda practicar podas con el objetivo de conseguir plantas saludables, de alta calidad productiva y con ello fomentar mejores rendimientos (imagen 21). Es así como, el productor cacaotero puede realizar seis tipos de podas al cultivo:



Imagen 21. Proceso de poda del cacao

Poda de formación

Este tipo de poda se realiza durante los dos primeros años del cultivo y tiene por objetivo orientar su estructura; de forma tal, que le permita a la planta aprovechar todo el espacio que se le ha asignado para su crecimiento⁹²: eliminando ramas entrecruzadas y agobiadas o con crecimiento hacia el suelo, procurando un adecuado diseño o arquitectura y balance del árbol. Se debe procurar que exista una penetración adecuada de la luz para la producción futura del fruto⁹³.

La poda realizada a tiempo, disminuye las condiciones para el desarrollo de plagas y enfermedades. Resulta importante curar las heridas durante la poda, evitar heridas innecesarias en el árbol; así como, el uso de herramientas adecuadas y su debida desinfección⁹⁴.

Un follaje bien repartido con muchas hojas captando luz es garantía para el desarrollo y futuro del cultivo.

Poda de mantenimiento

La poda de mantenimiento consiste en eliminar ramas muertas o mal ubicadas permitiendo mantener una altura adecuada y estructura equilibrada del árbol. Esto facilitará otras prácticas de manera eficiente. Es adecuado realizar la poda de mantenimiento de tres a cuatro veces al año⁹⁵.

También se recomienda eliminar chupones y realizar limpiezas generales para mantener la sanidad, buen desarrollo del árbol y la cosecha⁹⁶.

El principal objetivo de la poda de mantenimiento del cacaotal es conservar el desarrollo y crecimiento adecuado del cultivo.

Poda sanitaria

Se recomienda para eliminar todas las ramas defectuosas, secas, enfermas, improductivas, desgarradas, torcidas, cruzadas y las débiles que se presenten muy juntas; esto también comprende la recolección y eliminación de frutos dañados o enfermos⁹⁷.

Es recomendable realizar esta labor en cada cosecha que se realice.

92 Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 2013. *Tecnología moderna en la producción de cacao: manual para productores orgánicos*. San José, CR.

93 Compañía Nacional de Chocolates S.A. 2012. *El Cultivo de cacao*. Medellín, Colombia. 12 p.

94 Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba. 2014. *Guía para la producción de cacao (Theobroma cacao L.)*. Bolivia. SEDAG. 45 p

95 Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador; INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2012. *Guía del manejo integrado de enfermedades del cultivo de cacao (Theobroma cacao. L) en la Amazonia*. Ecuador. 19 p.

96 Batista, L. 2009. *Guía técnica el cultivo de cacao en la República Dominicana*. CEDAF. 2009. 250 p.

97 OCDIH. s. f. *Guía técnica sobre el cultivo de cacao*. Honduras. 20 p.

Poda de rehabilitación

Este tipo de poda tiene como objetivo cambiar la estructura de la planta vieja o mal manejada y convertirla en una planta nueva productiva y tolerante a plagas y enfermedades. Por lo general se realiza en plantaciones de cacao abandonadas o mal atendidas que no han tenido manejo en varios años y sirve para recuperar su capacidad productiva. Básicamente consiste en eliminar las ramas secas, enfermas, rajadas, torcidas, frutos secos y enfermos. La realización de este tipo de poda es importante porque se prepara al árbol de cacao para que cada año brinde una cosecha sana⁹⁸.

Poda del sombrío

La poda se realiza en las especies de sombra para evitar que ramifiquen a baja altura e impidan el desarrollo de las plantas de cacao. Se podan una o dos veces al año para favorecer el manejo del cultivo. Se cortan las ramas bajas y sobrantes de las plantas de sombra permanente. El adecuado control de la sombra es muy importante para la obtención de buenos rendimientos del cacao, por lo que se recomiendan porcentajes de sombreo de aproximadamente el 30%⁹⁹ hasta un máximo del 50%.

La sombra tiene un efecto muy importante en el crecimiento y la productividad del cacaotal durante su desarrollo y vida. Pero es necesario controlar los niveles de sombreo mediante la poda y el raleo, para lograr el nivel deseado de cortina y maximizar el crecimiento y la producción de cacao.

El efecto de sombra en cacao es muy complejo, ya que influye en el microclima del agrosistema por sus efectos sobre la cantidad de radiación solar, del viento y la humedad relativa que reciben los árboles de cacao y todos los elementos bióticos y abióticos del sotobosque, termina que influye sobre la tasa metabólica de los árboles y su productividad. A su vez, influye indirectamente en la relación planta-suelo y al balance nutricional.

El microclima generado por el sombreo, además, influye en la incidencia de plagas y enfermedades.

98 USAID. *Cultivo de cacao en armonía con el medio ambiente: guía para el facilitador*. Perú. 161 p.

99 CONCYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología); FONACYT (Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología); Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. 2010. *Estudio de los insectos polinizadores de cacao de la zona del Suroccidente de Guatemala*. 77 p.

Manejo de insectos y otros microorganismos benéficos

En el agrosistema cacaotero encontramos un conjunto de simbiosis y sinergias que regulan su funcionamiento. Ahí viven y conviven insectos y microorganismos que resultan beneficiosos por ser polinizadores naturales del cultivo y por fomentar la absorción de nutrientes, al ser controladores de insectos plagas y, en algunos casos, controladores de los hongos que generan enfermedades. Un buen manejo del cacaotal implica respetar, fomentar y aprovechar la acción de estos aliados.

De los insectos principales que polinizan las flores de cacao son las mosquitas de la familia Ceratopogonidae del género *Forcipomyia*. Se recomienda apoyar su reproducción entre los meses de mayo a julio, mediante el establecimiento de, al menos, nueve sitios de cría equidistantes a 25 metros cada uno, utilizando rodajas de dos tallos de plátano, para establecer los sitios de cría¹⁰⁰.

Se ha descubierto que algunos hongos y bacterias benéficas pueden combatir o competir por el nicho o medio de vida con hongos patógenos en el cultivo de cacao. Este es el caso del hongo *Trichoderma* que puede controlar a los hongos que causan enfermedades como la “moniliasis”, “escoba de bruja” y “pudrición parda”; y la bacteria gram positiva *Bacillus subtilis*, que puede controlar Antracnosis *Phytophthora*, *Colletotrichum*, *Erwinia*, entre otros¹⁰¹.

La polinización en el cacao

La polinización¹⁰² es el proceso mediante el cual los granos de polen viajan desde las anteras (parte del órgano sexual masculino) de una flor hasta alcanzar el estigma (parte del órgano sexual femenino) de la misma flor o de otra flor.

Se ha identificado que la acción de la polinización en el cacao se realiza por medio de insectos del orden díptero, de la familia Ceratopogonidae y de los géneros *Forcipomyia spp*, *Atrichopogon* y *Dasyhelea*. Ciertas especies del género *Forcipomyia* están altamente especializadas para polinizar las flores del cacao debido a las características específicas de la estructura morfológica del insecto, tomando en cuenta su tamaño y disposición de setas en las diferentes partes del cuerpo¹⁰³.

La polinización del cacao da inicio cuando la flor genera un proceso de apertura con el agrietamiento del botón floral en horas de la tarde. En horas de la mañana del día siguiente, la flor está completamente abierta. Las anteras cargadas de polen abren y están viables o funcionales para la polinización. Los insectos polinizadores como las moscas del género *Forcipomyia spp* se sienten atraídas por las características de la flor (aromas, color, néctar), tomando entre su estructura los granos de polen para, luego, ser desprendidos y traspasados al estilo o estigma de alguna otra flor. En ocasiones estos insectos toman el polen de una flor y polinizan óvulos de la misma flor. En otras ocasiones polinizan otras flores

100 Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur-Sureste de México: Trópico húmedo 2011. Paquete Tecnológico Cacao (*Theobroma cacao*, L); establecimiento y mantenimiento. SAGARPA, Inifap. 11 p.

101 Ministerio de Agricultura de Perú; PROAMAZONIA (Programa para el desarrollo de la amazonia). 2003. *Manual de cultivo de cacao*. 100 p.

102 Proyecto Apolo. 2011. *Polinización: Reproducción sexual en las plantas*. Gobierno de España, Fundación Biodiversidad, CIBIO, Jardín Botánico Atlántico. España

103 Bravo, JC; Somarriba, E; Arteaga, G. 2011. Factores que afectan la abundancia de insectos polinizadores del cacao en sistemas agroforestales. *Revista de Ciencias Agrícolas*.

del mismo árbol o flores de árboles vecinos. Los polinizadores del cacao habitan cerca de los árboles de este fruto, en lugares oscuros y húmedos, por ejemplo, en las hojas que caen al suelo del cacaotal o en cáscaras de frutos que quedan después de la cosecha. Por lo general no se desplazan a grandes distancias, por lo que polinizan árboles cercanos a ellos¹⁰⁴.

Algunos de los factores que influyen en la polinización son la edad y la condición de la flor, el comportamiento de los mosquitos en la flor, la cantidad de polen adjunto al insecto, su tamaño, especie y sexo del insecto, teniendo en cuenta que la viabilidad y disponibilidad del polen es de 48 horas y declina rápidamente en su disponibilidad después de este tiempo. La polinización efectiva del cacao por ceratopogónidos es altamente dependiente de la sincronización de las poblaciones dinámicas de los mosquitos con los ciclos de floración de los árboles y la abundancia de mosquitos relativa a la abundancia de flores¹⁰⁵.

Polinización artificial¹⁰⁶: Para implementar esta técnica y para lograr su éxito, se recomienda que la plantación se encuentre limpia, con adecuada entrada de luz, bien fertilizada, excelente suministro de agua y libre de enfermedades e insectos plaga.

Para la polinización artificial se recomienda la implementación del siguiente procedimiento¹⁰⁷:

1. Antes de que suceda la polinización, se seleccionan los árboles receptores, a los que se les transmitirá el polen o árboles madre. Luego, se seleccionan los árboles por utilizar como padres o donadores de polen, siempre considerando las características genéticas que se desea combinar.
2. Para iniciar las labores de polinización, con anterioridad se deben hacer observaciones de los árboles padres, comprobando la disponibilidad de flores que habrá para el día siguiente.
3. Se recomienda realizar la actividad en las primeras horas de la mañana, recogiendo las flores frescas de los árboles padres en un recipiente.
4. Luego, se llevan las flores donde serán polinizadas. Se quitan los estaminodios con una pinza curva, de manera que quede libre el estambre de la concha para evitar que los granos de polen se desprendan.
5. Continuando con el procedimiento, se quitan los estambres y estaminodios de la flor a polinizar con una pinza fina y curva, estas flores se deben encontrar en el tallo de la planta madre del árbol.
6. Luego, frotar suavemente dos o tres veces la antera de la flor donante sobre el pistilo de la flor madre previamente preparada, con el objeto de depositar el polen.

104 CONCYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología); FONACYT (Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología); Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. 2010. *Estudio de los insectos polinizadores de cacao de la zona del Suroccidente de Guatemala*. 77 p.

105 Córdoba Correoso, CT. 2011. *Efecto de la estructura de sistemas agroforestales de cacao y de su contexto local, sobre las poblaciones de dípteros polinizadores del cacao y su relación con la producción en Bocas del Toro, Panamá*. Catie. Costa Rica. 56 p.

106 Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba. 2014. *Guía para la producción de cacao (Theobroma cacao L.)*. Bolivia. SEDAG. 45 p

107 Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras; Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. s, f. *Bondades de la polinización: Manual en la Producción de Cacao*. Venezuela.



Imagen 22. Protección de la flor polinizada artificialmente

PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CACAO

La duración productiva y económicamente viable de una finca cacaotera está determinada por la aplicación efectiva de buenas prácticas de producción y mantenimiento, con énfasis particular en el control de plagas y enfermedades. Razón por la cual, resulta importante mantener un alto nivel de manejo de la plantación, para así contar con árboles del cacao menos susceptible a los ataques de insectos y enfermedades.

Las enfermedades son la principal causa de pérdida en producción mundial de cacao. Es por ello, que su control resulta clave en la gestión y manejo eficiente de las fincas cacaoteras. Los productores deben ser capaces de reconocer los síntomas y manifestaciones de las principales enfermedades del cacao, además de comprender las causas y funcionamiento de los organismos que las generan (patógenos).

Para el adecuado control de enfermedades en el cacao, todos los árboles deben recibir una atención personalizada, pues una sola planta infectada puede actuar como fuente de infección para toda la finca. Un árbol enfermo conducirá eventualmente a todos los demás a contraer la enfermedad. Existen cuatro métodos utilizados para prevenir y controlar las enfermedades, que son: la regulación, las prácticas culturales, control biológico y control químico.

En el control reglamentario o regulación, se toman medidas, generalmente de acuerdo con la ley, para evitar que materiales contaminados con patógenos sean transportados desde una zona afectada o contaminada a otra área que aún no tiene la enfermedad.

Las prácticas culturales consisten en establecer condiciones no aptas para la propagación y multiplicación de los agentes patógenos, prevenir contactos con los agentes patógenos y

erradicarlo; de manera que, reduce significativamente su presencia en las plantas y áreas de cultivo, mediante un enfoque amplio que incluye diferentes prácticas agrícolas como el manejo de la sombra, poda, fertilización, etc.

Control biológico involucra una serie de medidas que incluyen la introducción directa en el cacaotal de otros microorganismos que son enemigos de los patógenos o el uso de feromonas que pueden utilizarse para el control de plagas.

El control químico, generalmente, busca eliminar la enfermedad por medio de productos químicos que son tóxicos para el patógeno, se aplican al cacao o a los árboles de sombra para impedir el daño, el inóculo del patógeno o para curar una infección que ya está en progreso.

Se debe minimizar el uso de pesticidas en lo posible haciendo énfasis en otras prácticas como el uso de variedades resistentes, las prácticas culturales y control biológico de plagas y enfermedades.

Cuando sea posible, se recomienda establecer mecanismos de alerta temprana de plagas y enfermedades, mediante técnicas de predicción de su ocurrencia.

Debe restringirse el uso de agroquímicos a los oficialmente registrados ajustados a los requisitos legales, científicos y técnicos. El uso apropiado de los agroquímicos contempla su aplicación solo en las dosis prescritas; así como, su utilización en los momentos e intervalos adecuados.

Se recomienda utilizar plaguicidas específicos, que causen mínimos efectos ambientales al ecosistema, restringiendo sus aplicaciones solo a las estrictamente necesarias.

Los agroquímicos deben ser aplicados solo por adultos entrenados adecuadamente y bien informados sobre el uso correcto y seguro de los productos. Los equipos utilizados para el manejo y aplicación de productos agroquímicos deben cumplir con normas de seguridad, mantenimiento y calibración.

Principales enfermedades del cacao en América

Monilia (*Moniliophthora roreri*)

La monilia es una de las principales enfermedades que ataca el fruto del cacao en América Latina y el Caribe. Afecta las mazorcas en cualquier estado de desarrollo (imagen 15). Los primeros síntomas aparecen entre los 15 y los 30 días después de infectarse el fruto ¹⁰⁸.

En frutos jóvenes se observan deformaciones o gibas y, por lo general, se puede causar la pérdida de todo el grano. En frutos desarrollados aparece una mancha de color café o marrón que cubre todo el fruto o una parte de él. Sobre esta mancha luego de ocho o diez días aparece una felpa de color blanco que cambia a crema y desprende un polvillo que corresponde a las esporas del hongo, las cuales, al caer sobre un fruto sano y en presencia de humedad, vuelve a desarrollar todo el ciclo descrito y siguen causando daño. Cada ciclo de la enfermedad tiene una duración de entre sesenta a setenta días aproximadamente ¹⁰⁹.

Recomendaciones para el control de la monilia ¹¹⁰:

- 1.Utilizar clones resistentes a la enfermedad.
- 2.Recoger y quemar todas las mazorcas enfermas y dañadas por el hongo.
- 3.Cosechar periódicamente los frutos maduros que se encuentren sanos, para evitar pérdidas por infecciones tardías.
- 4.Realizar limpiezas en la plantación eliminando las malezas y realizando las podas necesarias en los árboles de cacao y árboles de sombra, con el objetivo de mejorar las condiciones de aireación y remoción del exceso de humedad.
- 5.Apertura y limpieza de los canales de drenaje.
- 6.Realizar especialmente prácticas culturales.

108 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia; FEDECACAO (Federación Nacional de Cacaoteros). 2013. *Guía ambiental para el cultivo de cacao*. 2ª ed. Colombia. 124 p.

109 Paquete Tecnológico Compañía Nacional de Chocolates S.A. 2012. *El cultivo de cacao*. Medellín, Colombia. 12 p.

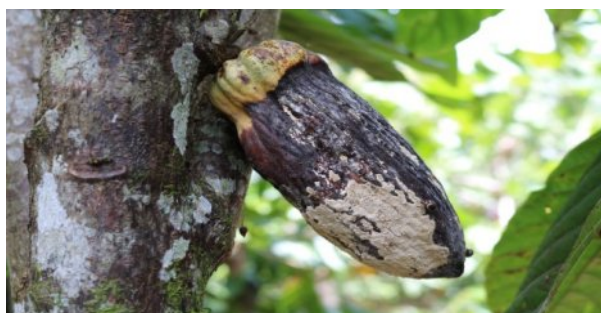
110 Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba. 2014. *Guía para la producción de cacao (Theobroma cacao L.)*. Bolivia. SEDAG. 45 p.



Deformaciones o gibas en frutos jóvenes



Mazorca afectada por monilia



Mazorca afectada por la monilia



Daños de la monilia en los frutos del cacao por la Monilia

Imagen 23. Daños causados por la monilia en el cacao

Mazorca negra o Phytophthora (*Phytophthora palmivora*)

Esta enfermedad presenta en la actualidad una distribución extensa en las zonas cacaoteras del continente, ocasionando daños intensos en los frutos (imagen 24). La mazorca presenta una mancha de color café oscuro que puede abarcarla totalmente pero que inicia en los extremos. Se caracteriza porque los bordes de la mancha o lesión están bien definidos, aunque esté afectado el fruto en muchos casos los granos pueden ser utilizados y procesados. El hongo crece y produce esporas que aparecen como un algodón fino y blanco cuando las mazorcas están afectadas. Los síntomas pueden ser vistos también en las hojas, tronco y hasta en las raíces, en las hojas los síntomas son manchas necróticas que tienen es sus bordes áreas cloróticas, usualmente el borde de donde inicia la lesión y se vuelve extensiva, enrollándose la hoja hacia adentro. En el tronco adulto el daño usualmente se limita a la corteza y causa inicialmente una mancha oscura y húmeda y dentro del tallo aparecen manchas coloradas, finalmente la corteza tiende a destruirse, en las plántulas el hongo puede penetrar hasta la medula¹¹¹.

111 Johnson James, M; Bonilla, JC; Agüero Castillo L. 2008. *Manual de manejo y producción del cacaotero*. León, Nicaragua.

La principal diferencia con la monilia es que esta ataca solo los frutos o mazorcas y la Mazorca negra o *Phytophthora* ataca toda la planta de cacao.

Recomendaciones para el control de mazorca negra o *Phytophthora*:

1. Utilizar materiales de siembra resistentes a la enfermedad
2. Recoger y quemar todas las mazorcas enfermas y dañadas por el hongo
3. Cosechar periódicamente los frutos maduros que se encuentren sanos, para evitar pérdidas por infecciones tardías



Imagen 24. Daños causados por la *Phytophthora* en el cacao

Mal de machete (*Ceratocystis fimbriata*)

El mal de machete es capaz de destruir árboles enteros. El hongo siempre infecta al cacao por medio de lesiones en los troncos y ramas principales que pueden ser ocasionadas de forma natural. Esto puede matar a un árbol rápidamente. Los primeros síntomas visibles son marchitez y amarillamiento de las hojas, en ese momento el árbol en realidad ya está muerto. En un plazo de dos a cuatro semanas la copa entera se seca. Las hojas muertas permanecen adheridas al árbol por un tiempo¹¹².

La principal característica de la enfermedad consiste en que las hojas persisten en las ramas. Este mal está muy asociado con ataques de insectos perforadores de corteza del género *Xyleborus*, que causan gran número de galerías y perforaciones independientes. Estos no transmiten el hongo, pero ayudan a su diseminación dentro del árbol y cuando expulsan al aserrín proveniente de las galerías: material que es transportado por el viento y los insectos¹¹³, se propaga el ciclo de la enfermedad.

Recomendaciones para el control del mal de machete¹¹⁴:

1. Eliminar plantas enfermas de la plantación y quemarlas
2. Desinfectar hoyos para no transmitir la enfermedad a otras plantas
3. Desinfectar herramientas a utilizar en las podas
4. Aplicar pastas protectoras en cortes
5. Evitar al máximo realizar cortes innecesarios al árbol

¹¹² Guía Técnica Sobre el cultivo de cacao. s, f. OCDIH. Honduras. 20 p.

¹¹³ UNOCD. 2014. Paquete tecnológico del cultivo de cacao fino de aroma. Perú.

¹¹⁴ ProDeSoC. 2009. Guía técnica para promotores. Nicaragua. 63 p.



Imagen 25. Daños causados por el mal de machete en árboles de cacao

Escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*)

Considerada la enfermedad más importante del cacao. La semilla es una de las posibles vías de transmisión. La enfermedad puede afectar los brotes nuevos, las flores, las hojas y los frutos, que presentan crecimientos anormales. En las mazorcas jóvenes el daño se expresa en la etapa de desarrollo del fruto presentando forma de zanahoria de apariencia dura que luego se necrosan y mueren, con pedúnculos más largos y gruesos de lo normal¹¹⁵.

Los frutos más desarrollados presentan manchas negras, duras, brillantes e irregulares. Uno de sus síntomas característicos es la proliferación de yemas axilares en las ramas principales y secundarias; las cuales llegan a producir brotes vegetativos hipertrofiados y crecimientos anormales causados por un desbalance hormonal inducido¹¹⁶.

Recomendaciones para el control de “escoba de bruja”¹¹⁷:

1. Regular el sombrero permanente; así, se obtiene una apropiada entrada de luz en la plantación y una buena cantidad de aire en circulación, favoreciendo la disminución de la humedad.
2. Realizar las podas necesarias.
3. Si la enfermedad se detecta por primera vez en una plantación, es conveniente retirarla inmediatamente, incinerarla o enterrarla e iniciar una vigilancia rigurosa.
4. Durante y después de las podas, hacer una remoción de tejidos enfermos, escobas y frutos.

¹¹⁵ Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba. 2014. *Guía para la producción de cacao (Theobroma cacao L.)*. Bolivia. SEDAG. 45 p.

¹¹⁶ Phillips-Mora, W; Aime. 2016. *Escoba de bruja del cacao*; ficha técnica N° 4. SAGARPA; SENASICA. México. 20 p.

¹¹⁷ Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2012. *Manejo fitosanitario del cultivo de cacao; medidas para la temporada invernal*. Colombia. 43 p.

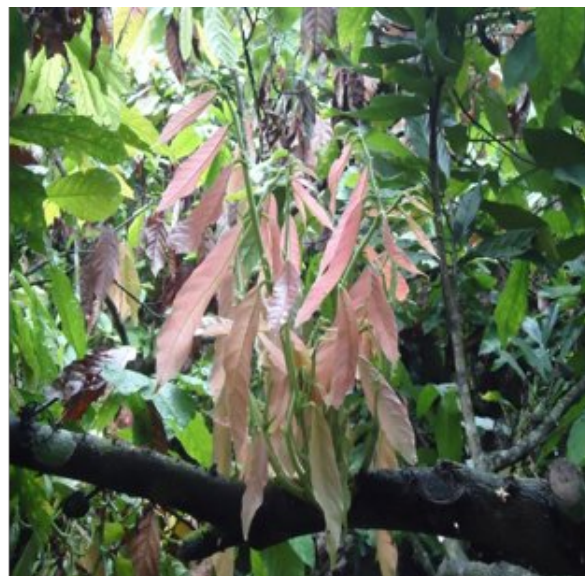


Imagen 26. Mazorcas y ramas afectadas por escoba de bruja

Roselinia (*Roselinia sp*)

Ataca solamente las raíces del árbol. Produce que se marchiten y las hojas tengan un color amarillo, que terminan por caerse y la planta queda totalmente defoliada. La roselinia es muy frecuente en terrenos con presencia de materia orgánica en descomposición como troncos o ramas.

La enfermedad se reconoce porque al descubrir las raíces, que se presentan de color negro y debajo de la corteza se observa una capa blanca en forma de estrella¹¹⁸.

Recomendaciones para el control de Roselinia¹¹⁹:

1. Eliminar árboles afectados
2. Evitar sembrar en el sitio por un período de al menos dos años
3. Podar raíces de todos los árboles cercanos al foco en un círculo a 40 cm del tallo y a 20 cm de profundidad
4. Efectuar la poda de ramas

118 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia; FEDECACAO (Federación Nacional de Cacaoteros). 2013. *Guía ambiental para el cultivo de cacao*. 2° ed. Colombia. 124 p.

119 Paquete Tecnológico Compañía Nacional de Chocolates S.A. 2012. *El cultivo de cacao*. Medellín, Colombia. 12 p.

Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*)

La enfermedad incide en el desarrollo y la producción de las plantas al atacar los brotes tiernos, las hojas y los tallos más expuestos al sol. La antracnosis causa lesiones secas con borde amarillo que normalmente avanzan del borde hacia adentro de las hojas hasta dañarlas completamente, tras lo cual, las hojas se caen, mientras dejan las ramas desnudas y estimulan la emisión de nuevas ramas que también son infectadas. Finalmente, da la apariencia de pequeñas escobas. En las mazorcas el daño consiste en la aparición de lesiones de color café hundidas en mazorcas de distintas edades. Generándose sobre las lesiones un micelio blanco que se vuelve rosado al producirse las esporas del hongo. Las mazorcas en la etapa final de la enfermedad se ennegrecen y mueren¹²⁰.

Recomendaciones para el control de antracnosis:

1. Mantener niveles adecuados de sombra, en el campo entre un 30% y 40% y en el vivero de 50% a 70%.
2. Eliminar mazorcas enfermas, siempre cuidadosamente de no contaminar otras plantas.
3. Mantener aplicaciones de fungicidas a base de cobre según la dosis y frecuencia recomendadas por la casa comercial.



Imagen 27: Mazorca contaminada por antracnosis

Principales plagas de cacao en América

Se recomienda la adopción de sistemas de manejo integrado de plagas (MIP). Para ello, los agricultores deben buscar asesoramiento profesional en MIP para el control de plagas y enfermedades en su finca.

No debe realizarse la aplicación rutinaria de insecticidas de amplio espectro para prevenir el establecimiento de plagas, por las siguientes razones: los insecticidas son costosos y potencialmente peligrosos, son peligrosos para la salud de la persona encargada de la fumigación, pueden contaminar el medio ambiente (cursos de agua y suelo); además, de generar para el árbol y los frutos, niveles inaceptablemente altos de residuos químicos.

¹²⁰ Phillips Mora, W. 2009. *Catálogo: enfermedades del cacao en Centroamérica*. Turrialba, C.R. CATIE. 24 p.

El uso excesivo de productos químicos puede crear resistencia en los parásitos y reducir la población de depredadores útiles.

Cuando se abusa del control químico, se crean condiciones de resistencia que puede llevar a tener aún más problemas de plagas, que no podrán ser controladas incluso con las aplicaciones de insecticida recomendadas.

Barrenador del tallo (*Cerambycidae sp.*)

Existen dos tipos de barrenador. El ataque de la mayoría de estos insectos es un ataque secundario. Algunas especies logran matar plantas jóvenes (menores de un año de edad). La hembra raspa la corteza tierna en la parte terminal del tallo y pone sus huevos. Al desarrollarse las larvas, penetran en el tallo y se alimentan internamente, formando pequeñas galerías. Alcanzan su estado de pupas después de varios meses, provocando la muerte de las plantas y ramas afectadas¹²¹.

Recomendaciones para el control de barrenador del tallo:

Se recomienda la eliminación directa y manual, ya que su población es relativamente pequeña.

Perforador de la mazorca del cacao (*Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin)

Cuando el insecto ataca frutos menores a cuatro meses, exhiben una madurez prematura. Cuando los frutos tienen más de cuatro meses de edad, se observan excreciones del insecto o exudaciones acuosas. Al alimentarse las larvas van dejando galerías en el fruto. Cuando estas llegan a su madurez, construyen una vía de salida al exterior que al ser abierta. Cuando el adulto emerge permite la entrada de humedad y permite la penetración de microorganismos que pueden fermentar el mucílago que cubre las semillas deteriorando el sabor y aroma del cacao¹²².

Recomendaciones para el control del perforador de la mazorca:

1. Remoción frecuente de frutos infestados y la eliminación de estos mediante el cubrimiento con láminas plásticas o enterradas en el suelo.
2. Utilizar clones tolerantes a la plaga.
3. Proteger los frutos desde tempranas edades, con bolsas especializadas.
4. Evitar el movimiento de frutos con la plaga.

121 Mendoza Villanueva, C. 2013. *El cultivo de cacao: opción rentable para la selva* — Lima: Equipo técnico del Programa Selva Central – Desco. 48 p.

122 Cubillos, G. 2013. *Manual del perforador de la mazorca del cacao*. Compañía Nacional de Chocolates. 30 p.

***Monalonion*, chinche del cacao, chinche amarillo, grajo amarillo, mosquilla del cacao (*Monalonion dissimulatum* y *Monalonion annulipes*)**

El daño es causado en la corteza de las mazorcas, ahí se forman unos puntitos negros a manera de mancha reseca que, al unirse, forman una costra, la corteza de la mazorca se vuelve quebradiza, momificándose y atrofiándose, perdiéndose así el fruto cuando el ataque es severo¹²³.

La *Monalonion dissimulatum* ataca exclusivamente los frutos ocasionando grandes pérdidas en las cosechas si no se controla a tiempo. Prospera en ambientes húmedos y sombreados, por lo tanto, las poblaciones de los insectos son favorecidas por las lluvias, el exceso de sombra y la falta de poda de los árboles de cacao. La *Monalonion annulipes* también ataca frutos, pero su principal daño lo causa en brotes nuevos o cogollos. La plaga se presenta cuando hay excesiva luminosidad.

Recomendaciones para el control de *Monalonion*:

1. Regular el sombrero y podar los árboles.
2. Evitar las distancias de siembra muy cortas en las plantaciones.
3. Reponer las sombras faltantes.
4. Cosechar periódicamente.

Thrips (*Selenothrips rubrocinctus*)

Es una plaga que ataca hojas y frutos. El daño más importante se genera en el follaje pues raspan las hojas las cuales se amarillean y caen, si el ataque es intenso se puede producir una defoliación constante y progresiva de la planta. En frutos el daño avanza y toma una coloración anormal, debido a la deposición de excrementos y a las heridas causadas por el insecto, ocasionando dificultad al momento de la cosecha, pues se hace difícil determinar si el fruto ha llegado a su condición de maduración¹²⁴.

Recomendaciones para el control de Thrips:

1. Se recomienda hacer una adecuada regularización de la sombra.
2. Cosechar periódicamente, así como controles preventivos.
3. Manejo de malezas, pues son hospederos de la plaga.

Los agroquímicos deben almacenarse adecuadamente, atendiendo las regulaciones locales, en lugares seguros, ventilados, iluminados y separados del resto de materiales de uso general en la finca.

123 Federación Nacional de Cacaoteros; Fondo Nacional del Cacao. 2004. *Módulos técnicos: Cacao*. Colombia. 53 p.

124 Colonia Coral, LM. 2012. *Guía técnica: Manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de cacao*. UNALM, Agrobanco. Perú. 23 p.

Los agroquímicos deben almacenarse adecuadamente, atendiendo las regulaciones locales, en lugares seguros, ventilados, iluminados y separados del resto de materiales de uso general en la finca.

Recomendaciones en la aplicación de productos fitosanitarios en el cacao

1 Mantener la altura del árbol bajo control
Los árboles altos son difíciles de:
• Monitorear
• Fumigar
• Cosechar
Pode los árboles regularmente: bajar la altura de los árboles facilitara las aspersiones pero usted dejara de cosechar durante un ciclo.

2 Conocer el objetivo
Es importante hacerse las siguientes preguntas
• ¿Qué se está tratando de controlar?
• ¿Qué producto se debe de usar y como aplicarlo?
Siempre hay que cerciorarse de que no sea demasiado tarde para fumigar

3 ¿Qué fumigará?
Es ideal elegir y utilizar el pesticida correcto, pensando primero en la seguridad y en la eficacia
Siempre se debe leer la etiqueta y preguntarse si es el mejor pesticida para solucionar el problema

4 Protección minima personal
• Usar un sombrero para cubrirse de las gotas que caen.
• Usar ropa cómoda que proteja el cuerpo tanto piernas, como brazos.
• Siempre procure utilizar una cobertura facial.
Es ideal utilizar los pantalones fuera de las botas

5 ¿El rociador trabaja correctamente?
• Se debe de elegir un rociador resistente y preguntarse si se podrán encontrar repuestos para el mismo
• Siempre se debe revisar el equipo de fumigación antes de la aplicación, operando el mismo con agua fría.
• Es importante revisar la bomba, las boquillas, válvulas y filtros para descartar averías.
• Se deben cambiar las mangueras gastadas y con fugas.

6 ¿Cómo tratar el objetivo?
• ¿Donde se debe aplicar el producto del rociador?
En mazorcas
En brotes
En árboles enteros
Es importante seleccionar la boquilla correcta, y saber como se debe ajustar.
Los niños no deben participar en las labores de fumigación

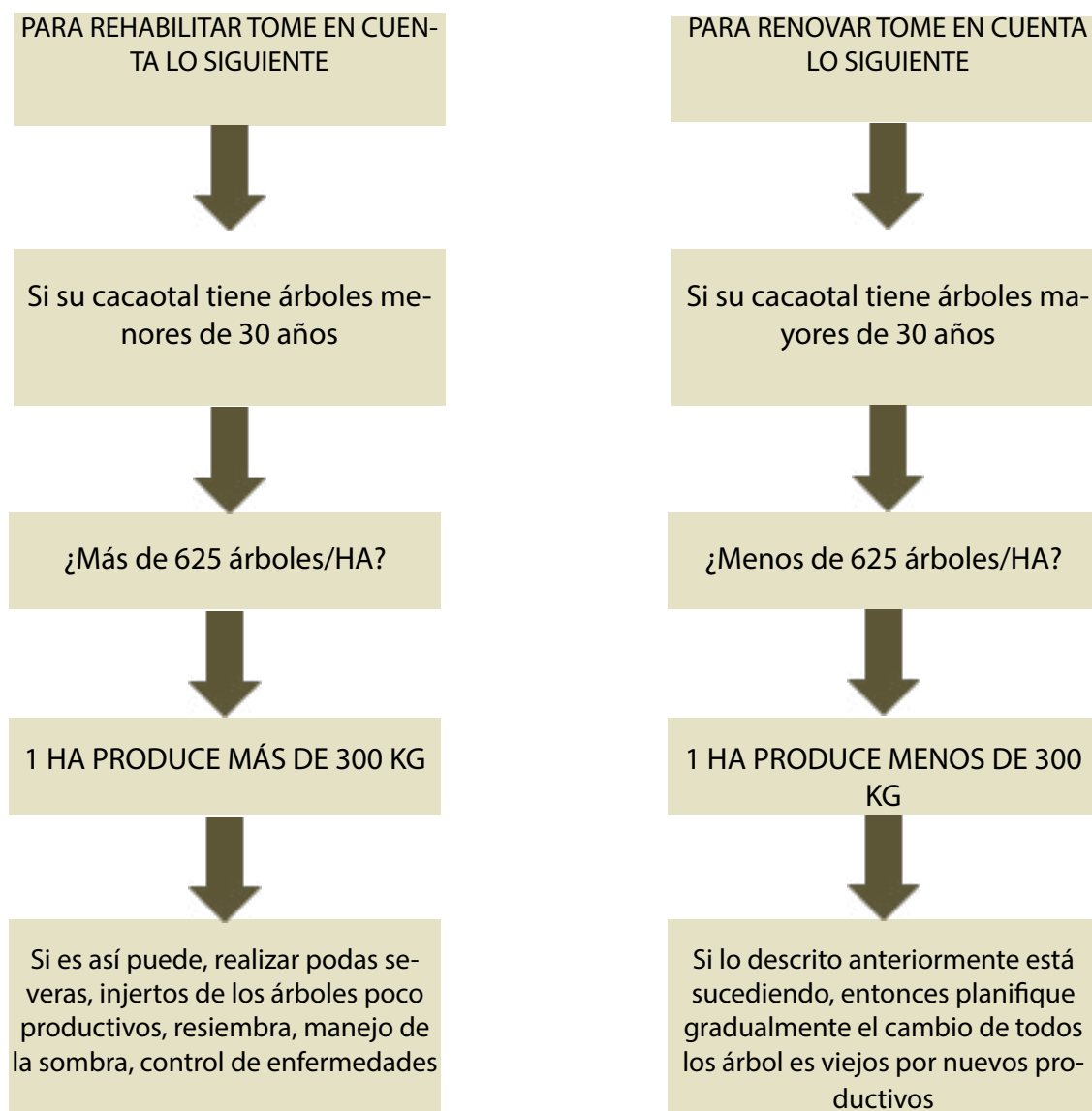
Fuente: INIAP, 2014.

MANEJO DE CACAOTALES TRADICIONALES

Prácticas para su rehabilitación y renovación

Rehabilitar una plantación consiste en recuperar o reactivar la producción, sin cambiar el material genético. La renovación contempla el cambio del material viejo e improductivo por uno nuevo con mejores características productivas, con tolerancia a enfermedades y que cumpla con los mejores estándares de calidad¹²⁵.

Figura 2. Criterios en la decisión de renovación o rehabilitación de una plantación de cacao



Fuente: Elaboración a partir de datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica

125 Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 2013. *Tecnología moderna en la producción de cacao: manual para productores orgánicos*. 3 v. San José, C.R. 57 p.

REHABILITACIÓN

La rehabilitación¹²⁶ es posible si los árboles tuvieran menos de 30 años, si hay algunos productivos con tallos fuertes y raíces en buen estado. Se debe comenzar por marcar los árboles más productivos, aquellos considerados especiales, los medianamente productivos y los improductivos. Para ello, se debe tener en cuenta todos aquellos árboles que producen más de 30 mazorcas al año. Los que producen menos se deberían cambiar por otros más productivos.

Formas de rehabilitar una plantación improductiva:

- Realizar podas severas de todos los árboles que fueron productivos y que ahora no lo son por diferentes razones. La poda se debe hacer de manera gradual, quitando chupones y ramas mal formadas muy altas, con el fin de ir bajando la copa (ramas) del árbol a un máximo de 4 metros.
- Los árboles malos, susceptibles a las enfermedades o mal formados, se deben comenzar a cambiar; bien sea a través de la injertación en el tronco o por injertos de chupones basales.
- Si la raíz y el tallo están en buen estado, vigorosos y sanos, se debe intentar una poda total del tronco o tallo, a una altura que varía entre los 50 cm y los 2 m del suelo.

RENOVACIÓN

Consiste en¹²⁷ reemplazar todos los árboles de la parcela por nuevo material, lo cual se debe hacer por áreas o por hileras para no afectar la economía del productor, comenzando por las áreas más vacías, casi sin plantas. Hasta donde sea posible se recomienda conservar los árboles de cacao “especiales”, aunque estén viejos y se deban rehabilitar por separado. Pues estos árboles servirán de material genético para injertar plantas poco productivas en la parcela.

Ventajas de la renovación:

- La renovación permite replantar de nuevo todos los componentes del sistema: tipos de cacao a sembrar, distribución de la sombra, canales de drenaje, cultivos asociados al cacao y labores de infraestructura.

¹²⁶ Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 2013. *Tecnología moderna en la producción de cacao: manual para productores orgánicos*. 3 v. San José, Cr. 57 p.

¹²⁷ Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Loc. Cit.

- La renovación permite cambiar los árboles muy susceptibles a las enfermedades por otros más resistentes y de mejor productividad y calidad.

Al injertar un árbol viejo, se debe usar el mismo tipo de yemas en todo el árbol e identificar el árbol del cual se sacó la yema para formar la copa. Si se sabe el origen del material que usó, tendrá oportunidad de evaluar si la selección que hizo del árbol madre fue buena o si es necesario cambiarlo por otro mejor. Si decide renovar su parcela con una variedad diferente a la que tiene, identifique bien lo que va a sembrar, trabajando por hileras para que, si en algún momento no está conforme con alguna de ellas, la pueda cambiar separadamente.

COSECHA DEL CACAO

Los frutos o vainas deben cosecharse tan pronto estén maduros. La cosecha debe realizarse cada dos semanas durante la cosecha menor y cada semana durante los períodos pico.

Asimismo, es importante hacer un recorrido por la plantación cada semana con la finalidad de eliminar los frutos y chireles enfermos, dotados de un gancho específico que solo se utilice para eliminar materiales enfermos.

Es esencial que los frutos no se cosechen demasiado maduros, pues estarán propensos a infectarse con enfermedades y los granos podrían germinar.

Se recomienda no herir las vainas con el machete, pues las heridas facilitan la entrada de organismos y la producción de ocratoxina “A”. Para reducir la ocratoxina “A” en los granos no se deben guardar los frutos heridos por más de un día.

Es igualmente importante no cosechar frutos inmaduros, pues los granos provenientes de las vainas inmaduras no estarán listos para la fermentación. Los granos verdes son duros, sin mucílago y se separan fácilmente. No deben mezclarse granos de frutos verdes con granos maduros durante la fermentación.

La recolección debe llevarse a cabo utilizando herramientas y técnicas específicas. Los agricultores siempre deben usar un gancho agudo de cacao en un palo. Tijeras de podar pueden utilizarse para la cosecha de vainas a poca distancia. Estas herramientas deben mantenerse limpias e idealmente afiladas y desinfectadas cada día, tampoco deberán utilizarse para eliminar frutos y chireles enfermos.

La cosecha inicia cuando la mazorca está madura lo que ocurre en un período de 5 a 6 meses de edad. La mazorca presenta cambio de pigmentación, de verde pasa al amarillo o al rojo y otros similares al amarillo anaranjado fuerte o pálido (imagen 17). En mazorcas de coloración roja-violácea muy acentuada, el cambio de color puede no ser muy aparente y se corre el riesgo de no cosechar a tiempo las mazorcas que han alcanzado madurez plena¹²⁸. Se recomienda la cosecha solamente de frutos maduros, cada 15 días en épocas de cosecha y cada 20 o 25 días en épocas de baja producción. Se deben separar las mazorcas que se encuentren sanas de las que se encuentren enfermas, para brindar tratos separados. Para la labor de cosecha se deben utilizar herramientas adecuadas como tijeras de mano y medialunas u horquillas; además, las herramientas deben estar afiladas¹²⁹. Asimismo, es aconsejable desinfectar las herramientas antes y después de utilizarlas.

Al momento de la cosecha se recomienda no jalar las mazorcas con las manos puesto que puede dañar el tronco desfavoreciendo las cosechas futuras. Un manejo adecuado de la cosecha facilitará la obtención de un grano de calidad. En esta etapa se debe separar los frutos según estado de madurez y tamaño, las mazorcas enfermas o dañadas no se cosechan junto con los frutos sanos.

Generalmente se presentan dos periodos de cosecha al año. Durante la denominada cosecha mayor se recolecta la mayor parte de la producción. Estos periodos varían en cada país. A continuación se presenta un cuadro que nos indican los meses de cosecha para algunos países de América Latina y el Caribe¹³⁰.

Tabla 10. Estacionalidad de la producción de América Latina y el Caribe de cacao por países productores

País	Cosecha menor	Cosecha mayor
Brasil	Octubre - Marzo	Junio - Septiembre
Colombia	Abril - Junio	Octubre - Diciembre
Costa Rica	Julio - Febrero	Marzo - Junio
Rep. Dominicana	Abril - Julio	Octubre - Enero
Ecuador	Marzo - Junio	Diciembre - Enero
Haití	Marzo - Junio	Julio - Febrero
Jamaica	Diciembre - Marzo	Abril - Noviembre
México	Octubre - Febrero	Marzo - Agosto
Panamá	Marzo - Junio	Julio - Febrero
Trinidad y Tobago	Diciembre - Marzo	Abril - Noviembre
Venezuela	Octubre - Febrero	Abril - Septiembre

128 Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. 2009. Guía tecnológica del cultivo de cacao. 4° ed. Managua. 37 p.

129 PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo); ISA (Interconexión Eléctrica S.A); Compañía Nacional de Chocolates. s. f. *Guía para el cultivo de cacao*. Colombia. 34 p.

130 Universidad Autónoma de Chapingo. 2011. *Diagnóstico del Cacao en México*. SAGARPA, SNICS, SINAFERI, INIFAP. 1° Ed. 74 p.



Imagen 28. Cosecha madura de cacao

MANEJO POST COSECHA DEL CACAO

Quebrado de la mazorca ¹³¹

La rotura de las mazorcas debe realizarse de tal forma que evite el daño y la contaminación de los granos.

Una vez cosechada una cantidad suficiente de mazorcas, estas se rompen para poder extraer los granos. Se recomienda partir las mazorcas en seguida, o como mucho, en el plazo de dos días después de la cosecha, con el fin de evitar pérdidas por enfermedad.

Hecha la cosecha se deben separar las mazorcas sanas de las enfermas. Las pequeñas de las grandes y las verdes de las maduras, antes de quebrarlas y extraer las semillas del cacao. Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El proceso debe iniciar separando los frutos según el grado de madurez, el tamaño, la afección a enfermedades y daños físicos de animales.
- Proteger las manos del operario con guantes de buen material pero que permita realizar la labor y herramientas seguras en el momento de partir las mazorcas. El mazo de madera o el ángulo metálico le permitirá realizar la labor de manera más segura.
- Eliminar el hilo o placenta del grano (hilo blanco que une los granos a la mazorca); así como los pedazos de cáscaras, hojas y palos de la masa de cacao resultante. Se debe buscar que el quede con un color blanco uniforme, brillante y sin impurezas.

¹³¹ Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 2013. *Tecnología moderna en la producción de cacao: Manual para productores orgánicos*. 3 v. San José, Cr. 57 p.

- El cacao en baba debe ser colocado en un saco plástico limpio para que el mucílago se conserve el tiempo necesario, en caso de que se tenga que llevar al beneficio.
- Los granos pequeños, cortados, planos o pegados, se deben procesar aparte para no darle al cacao un mal aspecto que deteriore la calidad.



Imagen 29. Mazorca debidamente quebrada, para luego depositar los granos en un recipiente limpio

Fermentación del cacao

Es uno de los procesos que más incide en la calidad del grano, ya que es en este que se logra obtener el sabor y aroma característico del cacao. La fermentación se debe hacer en cajones de madera, con orificios que permitan el lixiviado del mucílago, debe estar ubicado bajo techo y protegido de corrientes de viento fuertes y de animales (imagen 30). En general, la fermentación tarda de cinco a seis días con volteos de la masa al segundo, cuarto y quinto día, para oxigenar la masa y homogenizar la fermentación. Durante el proceso fermentativo el mucílago se desprende, la temperatura aumenta, el embrión de la semilla muere y se logra liberar los precursores de sabor y aroma del grano. Terminada la fermentación, los granos deben estar hinchados y la cáscara con una coloración más oscura. Nunca se debe lavar el grano antes de iniciar la fermentación ni realizar una fermentación excesiva ya que se puede generar una putrefacción del grano que genera acidez y malos sabores, difíciles de remover en el proceso industrial¹³².

132 Paquete Tecnológico Compañía Nacional de Chocolates S.A.2012. *El cultivo de cacao*. Medellín, Colombia.12 p.

Tabla 11. Dimensiones recomendadas de los cajones de fermentación y sus capacidades

Largo	Metros		Kilogramos	
Metros	Ancho	Alto	Fresco	Seco
1.0	0.4	0.6	378	141
1.5	0.8	0.6	648	246
2.0	0.8	0.6	756	288



Imagen 30. Cajones diseñados para la fermentación del cacao

El pH inicial, los cambios en el contenido de azúcar y las condiciones anaeróbicas favorecen la actividad de las levaduras de la pasta de cacao. En investigaciones realizadas sobre las levaduras que intervienen en la fermentación se han identificado dos cantidades de cepas existentes¹³³.

En el proceso de fermentación participan los microorganismos que se encuentran naturalmente en los granos, entre los cuales actúan primeramente las levaduras; posteriormente, actúan las bacterias lácticas y, finalmente, intervienen las bacterias acéticas, los *Bacillus* y las enterobacterias. Los microorganismos llevan a cabo la fermentación en la pulpa, que contiene carbohidratos (glucosa, fructosa, sacarosa) y un valor de acidez (pH) entre 3.3 y 4.0, debido a la presencia de ácido cítrico. El proceso de fermentación del cacao es natural o espontáneo, ya que no se añaden intencionalmente los microorganismos a los granos, que se encuentran estériles dentro de las vainas. Se contaminan con microorganismos provenientes de todas las superficies con las que entran en contacto: los utensilios y las manos de las personas que manipulan el cacao¹³⁴.

133 FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. *Cacao: Operaciones poscosecha*. INPho – compendio poscosecha. 78 p.

134 Wachter Rodarte, M. 2011. Microorganismos y chocolate. *Revista digital universitaria*, UNAM. 9 p.

Principales microorganismos que intervienen en la fermentación del cacao, dividido por fases (levaduras, bacterias y *Bacillus*)

Tabla 12. Levaduras generadas en una primera fase

Primera fase. Participación de las levaduras	
Levadura	Característica
<i>Hanseniaspora guilliermondii</i>	Levadura predominante durante las primeras 24 horas
<i>Candida zemplinina</i>	Nueva especie que solo se pudo detectar hasta que aparecieron las técnicas modernas de la biología molecular
<i>Candida silvae</i> , <i>Candida zemplinina</i> y <i>Candida diversa</i>	Son levaduras que se encuentran comúnmente en las fermentaciones en charolas, posiblemente, por la mayor concentración de oxígeno en ese tipo de fermentación
<i>Saccaromyces cerevisiae</i>	Se reporta que domina junto con <i>Pichia membranaefaciens</i> entre las 36-38 horas
<i>Pichia membranaefaciens</i>	Se reporta que domina con <i>Saccaromyces cerevisiae</i> entre las 36-38 horas. Se encuentra al final de la fermentación
<i>Pichia kudriavzevii</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> y <i>Hanseniaspora opuntiae</i>	Son los componentes principales de la comunidad de levaduras, en las fermentaciones por pilas que se llevan a cabo en Ghana, África. <i>H. opuntiae</i> se desarrolla al principio de la fermentación, debido a su tolerancia a valores bajos de pH y a sus características metabólicas
<i>Candida halmiae</i> , <i>Geotrichum ghanense</i> , <i>Candida awuiai</i>	Nuevas levaduras que no se han reportado en otros ambientes o fueron aislados inicialmente del cacao

Fuente: Rodarte, 2011.

El desarrollo de levaduras encargadas del proceso de fermentación (tabla 12) surge de un proceso que se favorece por la presencia de carbohidratos y un pH bajo que forma la pulpa de los granos de cacao. Estas levaduras transforman los azúcares sencillos del mucílago en etanol, que degradan la pectina, generan una modificación del grano, eliminan el ácido cítrico y disminuyen la acidez. Las levaduras consumen el oxígeno y crean un ambiente anaeróbico para el desarrollo de bacterias lácticas¹³⁵.

Tabla 13. Bacterias lácticas generadas en una segunda fase

Segunda fase. Participación de las bacterias lácticas	
Bacteria lácticas	Característica
<i>Lactobacillus</i> , <i>Leuconostoc pseudomesenteroides</i> , <i>Leuconostoc pseudoficulneum</i> y <i>Pediococcus acidilactici</i> .	Aisladas en las fermentaciones de pilas, fermentan los carbohidratos residuales y continúan el consumo del ácido cítrico
<i>Weissella fabaria</i>	Reportada como una especie nueva, aislada de fermentaciones de cacao en Ghana

Fuente: Rodarte,2011

Seguido de la primera fase o desarrollo de levaduras se establece una segunda fase en el proceso de fermentación del cacao (tabla 13) que se favorece el desarrollo de bacterias lácticas, capaces de fermentar los carbohidratos residuales y continúan con el consumo de ácido cítrico¹³⁶.

Tabla 14. Bacterias acéticas en una tercera fase

Tercera fase. Participación de las bacterias acéticas	
Bacterias acéticas	Característica
<i>Gluconobacter oxydans</i> , <i>Acetobacter aceti</i> y <i>Acetobacter pasteurianus</i>	Importantes bacterias acéticas que se han aislado de la fermentación del cacao
<i>Acetobacter tropicalis</i>	Se encuentra al final de la fermentación.
<i>Acetobacter fabarum</i>	Es una especie nueva, aislada de fermentaciones de cacao en Ghana

Fuente: Rodarte,2011

135 Wachter Rodarte, M. 2011. Microorganismos y Chocolate. *Revista digital universitaria*, UNAM. 9 p.

136 Wachter, ct. al

En el proceso de fermentación ocurre un cambio en los productos; proceso que puede ser llamado como tercera fase (tabla 14), donde intervienen bacterias acéticas que transforman el etanol que producen las levaduras en ácido acético. Dado que la transformación de etanol en ácido acético es una reacción exotérmica, se produce calor. Se genera la muerte del embrión cuando la temperatura alta se asocia con la difusión del etanol y el ácido acético al interior de los granos¹³⁷.

Tabla 15. *Bacillus* en una cuarta fase

Cuarta fase. Participación de las bacterias <i>Bacillus</i>	
Bacterias acéticas	Característica
<i>B. licheniformis</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. megaterium</i> y <i>B. pumilus</i>	Se presentan en el volteo de los granos en pila

Fuente: Rodarte, 2011

En una última fase de la fermentación (cuadro 15), que ocurre entre las 48 y 60 horas, se detecta la presencia de microorganismos conocidos como *Bacillus*, que pertenecen a un género de las bacterias. Las altas temperaturas favorecen su presencia. Los *Bacillus* pueden contribuir en el sabor con la producción de ácidos orgánicos y saborizantes como 2, 3–butanodiol¹³⁸.



Imagen 31. Medición de la temperatura en la fermentación del cacao

137 Wachter Rodarte, M. 2011. Microorganismos y Chocolate. *Revista digital universitaria*, UNAM. 9 p

138 Wachter, ct. al

La fermentación de los granos secos debe realizarse de acuerdo con las prácticas recomendadas. Se recomienda llevar a cabo el proceso de fermentación en pilas, en hojas de plátano o banano, o en cajas de fermentación homologadas, según la mejor práctica recomendada para la región. Los granos frescos se introducen en las cajas y se les “da la vuelta” una vez al día. Este proceso de dar la vuelta a los granos es de gran importancia, ya que asegura el calentamiento uniforme de los granos, permite la entrada de aire al fermento, disgrega los eventuales grumos e impide la formación de moho sobre los granos. Si no se les da la vuelta a los granos, no se fermentan de forma adecuada, se vuelven mohosos y de mal olor. Por otra parte, en las regiones en las que los granos se fermentan en pilas, se debe evitar dar vueltas demasiado frecuentes, dado que esto estimulará la proliferación del acetobacter y la producción de mayor cantidad de ácido acético. Esto provoca un exceso de ácido, que merma el desarrollo de sabor del cacao. El proceso de fermentación suele durar entre cinco y siete días.

Secado del cacao

El secado consiste en eliminar lentamente el contenido de humedad de los granos hasta que se alcance entre un 6% y un 7%. Valores menores provocan que el grano sea quebradizo, lo que reduce la calidad. Si por el contrario el secado no se logra completar y los valores de humedad exceden el 8%, se generan condiciones para el desarrollo de mohos, además, se origina acidez en los granos y no se completa la formación del aroma y sabor¹³⁹.

Se recomienda realizar el secado en dos etapas: el presecado y el secado principal. El presecado se hace con el objetivo de sacar del grano por medio de evaporación la acidez que contiene la almendra al salir del fermentador. Si se lleva el cacao directamente del fermentador al patio de secado o a la secadora mecánica, se corre el riesgo de que se forme alrededor del grano una costra dura que evita al ácido salir del interior del grano. Es por esto que es necesario que el primer día de secado se deje el grano en reposo, puede ser en una capa gruesa o en montones, tapado con sacos. Ese día se le debe dar vuelta al cacao 3 o 4 ocasiones hasta que el olor a ácido disminuya suficientemente¹⁴⁰.

En la etapa del secado se completan los cambios bioquímicos que suceden a la fermentación, se reduce la acidez y se obtiene un característico sabor y aroma a chocolate. Se menciona que es el proceso de transformación con mayor relevancia en la producción de cacao, pues la afectación de la calidad en esta etapa es irreparable, teniendo en cuenta que se desea obtener el nivel de humedad seguro para el almacenamiento del grano y óptimo para su comercialización¹⁴¹.

139 Nogales, J; Graziani, L; Ortiz, L. 2006. *Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera*. Maracay, Venezuela.

140 Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 2013. *Tecnología moderna en la producción de cacao: manual para productores orgánicos*. 3 v. San José, C.R. 57 p.

141 Tinoco, H; Ospina, D. 2010. *Análisis del proceso de deshidratación de cacao para la disminución de tiempo del secado*. Medellín, Colombia.

Las semillas se secan y son enviadas a los procesadores como materia prima para la producción de pasta de cacao, cacao en polvo y manteca de cacao. La primera etapa del proceso incluye el tostado del grano, para cambiar el color y sabor, y la eliminación de la cáscara. Después del tostado y descascarillado, puede llevarse a cabo un proceso de alcalinización, con la finalidad de alterar el sabor y el color ¹⁴².

Métodos de secado

Tradicionalmente, el proceso de secado ha sido un método de preservación de los alimentos, este proceso se realizaba principalmente al sol, en los patios de las casas. Con el desarrollo y la difusión tecnológica, la búsqueda de eficiencia y los cambios en los mercados de consumo, se han desarrollado diferentes tecnologías que permiten el secado de los granos de manera más rápida y sin alta dependencia de mano de obra; sin embargo, la utilización de uno u otro método depende de las condiciones de los productores. Por lo tanto, los métodos de secado se pueden dividir en métodos tradicionales y métodos modernos de secado ¹⁴³.

Métodos tradicionales

- Secado al sol:

Este es el método más utilizado por los productores. Los granos de cacao, posterior a la fermentación, se tienen en tarimas en lugares de grandes extensiones donde haya una iluminación favorable y se pueda eliminar el agua presente en la fruta. Este método, a pesar de no generar costos por consumo energético, es extensivo en tiempo y mano de obra, además, de la dependencia a las condiciones climáticas. El secado al sol es el método más aconsejable, el cual debe realizarse en eras de cemento o sobre tarimas de madera, pero nunca se debe secar sobre calaminas o en el piso de suelo, pues se desmejora la calidad del cacao. Al momento del secado se debe eliminar toda impureza de cáscaras de mazorcas o restos de placentas, este proceso debe de hacerse en forma lenta para asegurar la conservación de la calidad del grano, removiendo cada cierto tiempo con rastrillos de madera. El secado dura aproximadamente siete días. Los primeros dos días se debe realizar el secado controlado, que consiste en extender los granos de cacao con un espesor de 10 cm y remover cada hora. A partir del tercer día, el secado se realizará en capa de granos delgada hasta lograr la humedad del 7%. Se recomienda tomar todas las medidas necesarias para evitar la contaminación con los diferentes agentes a que pueden estar expuestos los granos por estar al aire libre. Por su parte, la selección y limpieza se debe realizar utilizando una zaranda con maya metálica, con la finalidad de eliminar las impurezas y escoger los granos defectuosos ¹⁴⁴.

142 FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. *Cacao: Operaciones poscosecha*. INPho – compendio poscosecha. 78 p.

143 Plaza, X, Yange, W. 2012. *Diseño e implementación de una secadora híbrida para el control y monitoreo del proceso de secado del cacao*. Cuenca, Ecuador.

144 UNOCD; DEVIDA. 2014. *Paquete tecnológico del cultivo de cacao fino de aroma*, Perú

- Secado a la sombra:

Este método no es tan común como el secado al sol. Se da en lugares de clima seco y fuertes vientos, que favorecen la aireación de los granos y por lo tanto su secado. Para esto se utilizan estructuras como balcones o cobertizos. Sin embargo, este método es lento y puede favorecer el desarrollo de hongos¹⁴⁵.

Métodos modernos

- Secador artificial:

Estos métodos se utilizan porque las condiciones climáticas no son óptimas para el secado al sol, además, de cuando las cantidades de producción son excesivas por la rapidez y precisión del método. Se recomienda el secado del grano a una temperatura inferior a los 80 °C, ya que, a mayor temperatura favorece la retención de acidez. El secador artificial está constituido por un área de secado que lleva, además, un sistema de calentamiento. Dentro de las ventajas de los secadores artificiales se consideran la reducción del tiempo de secado, poca dependencia de mano de obra y el ambiente protegido ante roedores, insectos, polvo u otro tipo de agente de contaminación. También hay que considerar la dependencia de consumo energético y la inversión en tecnología. La temperatura ideal para el secado es de 64 a 70 °C. De esta manera, se logra disminuir adecuadamente la acidez de los granos y que las características del grano que se obtiene sean similares a los granos secados al sol. Dentro de los secadores artificiales se pueden encontrar secadores de túnel, solares o los secadores con combustible. Los secadores de túnel consisten en un túnel con bandejas donde se colocan los granos. En el túnel, a contracorriente, fluye aire caliente que logra secar los sólidos. Por su parte, los secadores solares consisten en un colector solar que es donde el aire se calienta por la radiación solar y la cámara de secado, donde los granos de cacao se colocan. La circulación del aire por la cámara de secado logra secar el cacao por circulación forzada y natural. En lo que respecta a las secadoras de combustible, pueden funcionar a partir de madera, bagazo o derivados del petróleo. Generalmente el secado se da en recintos cerrados y por conducción¹⁴⁶.

¹⁴⁵ UNOCD. Ct, al.

¹⁴⁶ Jácome, M. 2010. *Incidencia de la aplicación de tecnología de secado en el mejoramiento del valor agregado del cacao (Theobroma Cacao) variedad CCN-51*. Ambato, Ecuador.

Periodos para el secado de los granos

Se definen tres periodos, dependiendo de la etapa de secado en la que se encuentren los granos. El primer periodo se dice que es de precalentamiento. En esta fase, la velocidad de secado aumenta con el tiempo. Con lo que respecta al segundo periodo, la velocidad de secado permanece constante. Por último, en el tercer periodo se ha eliminado la humedad superficial y, por tanto, la humedad interna comienza a secarse, mientras la velocidad del secado disminuye. El secado tiene cuatro retos principales: 1) disminuir el agua de los granos, 2) evitar la germinación de las semillas, 3) mantener y lograr la calidad requerida de los granos de cacao y, por último, 4) alcanzar la humedad requerida para evitar el desarrollo de bacterias y hongos. Para lograr este adecuado secado es importante considerar las variables como la humedad; la temperatura, tanto para el secado como para el almacenaje, en este caso, son adecuadas las temperaturas bajas; otra variable importante es el tiempo de secado para cada periodo, con el fin de no excederse hasta quemar o tostar los granos o, por el contrario, que exceda la humedad requerida¹⁴⁷.



Imagen 32. Área de secado del cacao, en tarimas acondicionadas

Consideraciones:

1. Para el secado: Extienda los granos de forma uniforme, 30 cm máximo de alto. Remueva frecuentemente para lograr un secado uniforme. El área de secado debe estar protegido de animales; así como, los rastrillos de madera (de la misma madera que los cajones).
2. ¿Cómo saber si los granos están secos? Un método de conocer si ha finalizado esta actividad es tomar un puño de granos, si estos al apretarlos crujen indica el fin de la labor de secado.

¹⁴⁷ Siguencia, J. 2013. *Evaluación de un secador solar inclinado con absolvedor de zeolita para granos de cacao CCN51*. Ecuador.

Los granos de cacao pueden absorber olores externos debido al alto contenido de grasa. Por esta razón, se recomienda que el área de secado se encuentre libre de contaminación externa, vehicular, industrial, excretas de animales y humanos y desechos de cosechas. Es necesario que siempre se limpie la pista de secamiento, con el fin de eliminar las impurezas que quedan en cada lote¹⁴⁸.

Tabla 16. Composición química de los granos de cacao después de la fermentación y secado

	Semilla (con dos cotiledones) % máximo	Cascarilla % máximo
Agua	3.2	6.6
Grasa (Manteca de cacao, grasa de la cáscara)	57	5.9
Cenizas	4.2	20.7
Nitrógeno total	2.5	3.2
Theobromina	1.3	0.9
Cafeína	0.7	0.3
Almidón	9	5.2
Fibra cruda	3.2	19.2

Fuente: FAO, 2011.

Nota: Estos porcentajes pueden variar dependiendo del tipo de grano, la fermentación, el secado y el posterior procesamiento de los granos de cacao.

Durante el posterior procesamiento de los granos de cacao, los granos se limpian y, luego, pueden someterse a una forma de pretratamiento térmico para separar la cáscara del grano. Una forma de pretratamiento térmico utiliza la tecnología de infrarrojos en el que los granos se someten a la radiación infrarroja en un lecho fluidizado o transportador vibratorio. El agua se acumula en la superficie del grano de la cáscara y genera explosiones o ruptura y desprendimiento de la cáscara¹⁴⁹.



Imagen 33. Almendras de cacao en seco

148 Iniap (Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2010. *Manejo técnico del cultivo de cacao en Manabi*. 149 p.

149 FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. *Cacao: Operaciones poscosecha*. INPho – compendio poscosecha. 78 p.

Tras la fermentación, los granos de cacao se deberán sacar y extender inmediatamente sobre lechos adecuados de secado para secarse, si es posible bajo luz solar directa y natural. Si el secado no se inicia de inmediato, los granos de cacao se seguirán fermentando y se pudrirán.

El secado excesivo dará lugar a granos frágiles que se rompen con facilidad, que provocará una alta proporción de desechos.

Un secado inadecuado puede provocar sabores no deseados, mientras que el secado inadecuado al sol, debido a la falta de luz solar, puede dar lugar a la contaminación por hongos. Si el secado tarda demasiado tiempo, pueden producirse sabores no deseados a moho o jamón.

El secado artificial incorrecto, con secadores mal mantenidos provocará la contaminación por humo. Se ha de tener cuidado para emplear solo secadores que funcionen bien y estén bien mantenidos, y que no permitan el contacto directo del cacao en grano con el humo, para así reducir o eliminar la contaminación del cacao por el humo.

La investigación realizada por la AEC/CAOBISCO sobre las fuentes y la prevención de contaminación del cacao con HPA concluyeron que la causa principal de la presencia de HPA es la contaminación por el humo durante el secado artificial. La contaminación por humo y la contaminación relacionada por HPA se hacen muy evidentes cuando los granos se secan en hornos secadores que emplean la madera como combustible. Sin embargo, si los granos se secan en secadores con quemadores de combustible, no se observan contaminaciones o sabores indeseados evidentes, aunque los granos también serán contaminados por HPA debido al uso de quemadores de combustible.

Todos los secadores artificiales equipados con quemadores de combustible deben contar con un sistema de intercambio de calor para evitar el contacto directo de los humos del combustible con los granos de cacao que se pretende secar. Aunque los granos descortezados están protegidos de la contaminación por la cáscara, la investigación ha demostrado que las buenas prácticas de secado y almacenamiento son esenciales para minimizar la contaminación del cacao en grano por HPA.

Un secado adecuado es tan importante como una fermentación correcta. Solo se desarrollará el color marrón deseado dentro del grano si se seca bien.

Mientras estén en el lecho de secado, se debe dar la vuelta a los granos varias veces al día. Esto es especialmente importante con los secadores artificiales, ya que los granos que no se mezclen bien durante el secado se secarán de forma muy desigual, y algunos granos serán demasiado secos y frágiles. Los granos que no se han secado lo suficiente desarrollarán mohos que pueden dar lugar a sabores indeseados.

Una vez completamente secos, los granos se deberán clasificar para eliminar los granos planos, chupados, negros, mohosos, pequeños o dobles, los granos con daños de insectos, etc.

Almacenamiento y selección de los granos de cacao

La selección y el almacenaje de los granos es otra de las etapas importantes del proceso de post-cosecha, debido a que se debe evaluar y almacenar, únicamente, el cacao que cumpla con la calidad permitida. Cuando ya es almacenado el lugar debe cumplir ciertos requerimientos; de manera que, la calidad no vaya a ser afectada.

Posterior a la etapa de secado hay que realizar una selección exhaustiva de granos. De tal forma que todas las impurezas y granos dañados, defectuosos o de menor tamaño sean eliminados del producto que se va a almacenar. Es común para realizar esta separación el uso ventiladores para separar el polvo y la cascarilla (imagen 34). Por su parte, es importante realizar una selección de granos por calidades. Los granos de primera calidad corresponden a granos enteros y de gran tamaño. Para realizar esta clasificación, son utilizadas zarandas o tamices específicos, de manera que, el cacao de menor calidad (por su menor tamaño) pasa por las zarandas. Es importante considerar que la zaranda especial para cacao es la número seis¹⁵⁰.

Cabe recordar que en la calidad del cacao no solo influye el tamaño, sino también el aspecto de los granos; por tanto, deben seleccionarse y separarse los granos negros, mohosos, dañados por insectos, quebrados, arrugados y pegados. Lo anterior debido a que estos granos también determinarán el sabor del cacao. También deben mantenerse las normas de inocuidad de los alimentos y no poner en riesgo de afectación a los posibles consumidores del producto final con granos dañados o contaminados. La selección en este punto debe de realizarse a mano, con un grado de experiencia suficientemente alto, de manera que el proceso sea realizado con precaución y eficiencia. Dentro de las características de granos de buena calidad se pueden mencionar: los granos son hinchados, el color generalmente es café, se produce un chasquido cuando se presiona el grano, el color interno del grano es oscuro y es fácil desprender la cáscara.



Imagen 34. Desprendimiento de la cascara de los granos, debidamente fermentados

150 Cubillos, G; Merizalde, G; Correa, E. 2008. *Manual del beneficio del cacao 2008. Para técnicos, profesionales del sector agropecuario y productores*. Medellín, Colombia. 25 p.

Seguido de la fase de selección, los granos deben ser empacados en sacos de yute o polietileno, deben estar secos y limpios. Asimismo, cada saco debe ser pesado en una balanza debidamente calibrada. Es importante que se garantice que son sacos sin ningún tipo de daño o contaminación, además de evitar el uso de sacos que hayan sido destinados para el almacenaje de otros productos con olores muy fuertes. Adicional a esto, se debe evitar empacar los granos calientes, puesto que comprometen la calidad del cacao.

Para la etapa del almacenamiento, muchas veces no se cuenta con la infraestructura necesaria y, por tanto, los granos son almacenados junto a otros productos o la bodega que se utiliza es la de los insumos; sin embargo, el cacao es frágil si se expone a olores muy fuertes, temperaturas inadecuadas o lugares con alta humedad. Se recomienda que el área de almacenamiento esté limpia, sin olores y libre de residuos. Adicional a esto, no se deben almacenar los productos químicos y fertilizantes en el mismo lugar para evitar contaminación de los granos. Además, se recomienda que el área sea seca y ventilada¹⁵¹.

Los sacos se deben colocar en tarimas o estantes de madera y es importante que no tengan contacto directo con el suelo o las paredes. Así, el riesgo de desarrollo de hongos o bacterias por causa de la humedad es menor. El lugar debe ser seguro para evitar el ingreso de animales domésticos, roedores o cualquier otro tipo de animal que pueda generar un daño a los granos. En esta etapa, es importante el control de los factores ambientes como temperatura (es recomendable las temperaturas bajas) y humedad (entre un 60 y 70% de humedad relativa), de manera que no se generen condiciones para la proliferación de moho que afecte los granos.

Para un adecuado control de la cosecha, es importante la identificación de los sacos por fechas de almacenaje; así como, las entradas y salidas de sacos y las cantidades. Es importante también diferenciar si el cacao es orgánico o tradicional. Esta identificación es importante para facilitar el proceso de comercialización y garantizar la calidad de cacao que se ofrece. No es conveniente almacenar por más de dos meses el cacao, sin embargo, con el fin de no comprometer la calidad de los granos, es recomendable la comercialización de producto inmediatamente después de su empaque.



Imagen 35. Almendras del cacao

151 CARE. 2013. *Manual Técnico para Manejo de Cacao en Áreas de Agricultura Familiar*. Brasil. 92 p.

Los granos de cacao deben introducirse en sacos limpios suficientemente fuertes, y bien cosidos o sellados. Los sacos deben ser de materiales no tóxicos. Preferiblemente, sacos libres de yute de hidrocarburo, de calidad alimentaria, que no atraigan insectos o roedores y sean lo suficientemente fuertes para aguantar el almacenamiento durante períodos más largos.

Una vez completado el proceso de secado y clasificación, los granos de cacao deberán introducirse en sacos adecuados y almacenarse. El ensacado y almacenamiento correcto de los granos clasificados es tan importante como una fermentación y un secado adecuados. Un ensacado o almacenamiento inadecuado puede dar lugar al rechazo del cacao, lo que conlleva una pérdida de tiempo, de esfuerzos y de dinero. Los sacos de granos de cacao deben guardarse en almacenes impermeables, bien ventilados, libres de humedad e insectos y alejados de humos y otros olores que podrían estropear el cacao. Los sacos se deben almacenar sin tocar el suelo, y estar alejados de las paredes. Las zonas de almacenamiento se mantendrán siempre limpias y cerradas con llave. Ahora, los granos de cacao debidamente fermentados, secados y ensacados están listos para vender. Toda infestación se ha de tratar mediante métodos adecuados y autorizados de fumigación. La documentación apropiada que acompaña el cargamento deberá indicar de forma clara y correcta los productos y cantidades empleados para la fumigación.

Manejo de registros

Los registros son documentos que se aconseja llevar en cada finca y en cada beneficio que incluyen la información de la producción del cacao y del procesamiento de los granos. Se puede llevar el registro de la información en la finca que puede incluir siembra, cosechas, área; además llevar registros de los ingresos y los gastos es importante para conocer el verdadero beneficio de la actividad, además de las actividades que generan un mayor costo en todo el proceso. Es importante también incluir en los registros la producción y las ventas generadas, ya sean diarias, semanales, mensuales y demás. Con el fin de un mayor control en el manejo de la plantación, se llevan los registros de aplicación de insumos y las actividades realizadas en la plantación como podas, siembras, chapas, entre otras.

Los registros permiten tener toda la información disponible de diferentes momentos en el tiempo, de manera que se facilita recordar las actividades, acceder rápido y preciso a la información de la finca, evitar gastos innecesarios (como por ejemplo aplicar, sin que corresponda, un pesticida, fungicida o demás) y sobre todo, llevar el control económico de la actividad facilita la toma de decisiones en búsqueda del beneficio del productor¹⁵².

152 Compañía Nacional de Chocolates. *Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo, beneficio y comercialización del cultivo de cacao*. Colombia

Estos documentos facilitan la comprobación de las actividades realizadas en caso de algún desvío o problema en la producción. Mantener documentada la aplicación de insumos, el control de las actividades, verificar las condiciones del transporte, la higiene del beneficio, incrementan la credibilidad de la actividad¹⁵³. Además de esto, llevar los registros permite la apertura de obtención de certificaciones de la finca y el beneficio del cacao, estas pueden ser de buenas prácticas agrícolas, certificación orgánica o alguna otra certificación que pueda abrir nuevos mercados. Es importante mencionar que para esto es importante la actualización constante y permanente de los datos.

Ejemplo de registro de venta

Fecha	Lote	Calidad	Cantidad vendida (Kg)	Precio (kg)	Valor total

Ejemplo de registros de aplicaciones

Fecha	Lote	Producto	Ingrediente activo	Persona que lo aplicó

Imagen 36. Ejemplos de registros

Transporte

El transporte del cacao al centro de acopio o al lugar de comercialización del producto es una de las últimas fases del proceso de poscosecha; sin embargo, también es de alto cuidado y precaución. Esto porque además de los requisitos legales que se deben de tomar en cuenta para la circulación del vehículo o medio de transporte, también se debe considerar, durante el traslado de los granos, aspectos importantes que permitan mantener el cacao en un estado adecuado para su comercialización. En general, se busca que el transporte del cacao se garantice la protección del producto ante sol, lluvia, polvo y demás.

El tipo de vehículo que se utilice para el transporte del producto debe garantizar ante todo que es un lugar limpio, libre de materias que puedan causar contaminación al producto y seco. Se recomienda que, si el contenedor se ha lavado, este debe ser secado previo a colocar los sacos. Con el fin de garantizar la calidad, el contenido de agua que puede haber en el lugar debe ser máximo del 12%, de manera que este en equilibrio y no sea una fuente de vapor adicional. Puede evitarse el contacto entre los sacos y el vehículo por medio de una carpa de plástico en el piso o tarimas de madera y así evitar humedad o suciedad¹⁵⁴.

153 Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 2012. *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para cacao*. Ecuador. 30 p.

154 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Sf. Cacao operaciones poscosecha*. México.

Adicionalmente, puede colocarse papel absorbente, de manera que aumente la protección ante la humedad, además de la utilización de contenedores con ventilación; sin embargo, es necesario considerar las condiciones de cada productor por los costos que implica.

La temperatura debe mantenerse menor a los 25°C, dado el riesgo de una posfermentación, pero también temperaturas demasiado bajas (bajo cero), pueden ocasionar el deterioro de los granos. Por otro lado, los granos por sí solos, pueden liberar vapor durante el transporte y puede disminuir su contenido de humedad adecuado, por lo que granos fermentados y secados de manera incorrecta tienden a volverse frágiles. En este caso, pueden darse daños por rocío, que generan olor y sabor a moho, que son causados por gotas de agua que caen en los sacos. Si el daño es causado por exceso de humedad relativa, el aroma y sabor decaen, a veces, sin notar la formación de mohos. Es fundamental el control de la humedad durante el transporte.

En general, como recomendaciones para el transporte adecuado puede mencionarse la limpieza del vehículo, no debe estar expuesto a olores extraños, por la capacidad del cacao de absorber los aromas; además, al montar una carga que no sea más de seis sacos hacia arriba. Los sacos no deben utilizarse para sentarse o recostarse, pues los granos se pueden quebrar y esto equivale a una disminución en la calidad. Es importante tapar la carga para evitar el contacto con factores externos y, por último, es sustancial la responsabilidad y cuidado de la persona que transportará los granos¹⁵⁵.

El cacao en grano debe estar bien preparado, y libre de infestación y de sabores indeseados. El cacao se debe introducir en sacos de yute de calidad alimentaria, o preparar para su envío a granel.

En condiciones ideales, el cacao en grano se debe almacenar segregado de otros cargamentos, en una sola zona del carguero. Nunca se deben almacenar materiales muy inflamables, o productos químicos peligrosos o tóxicos con el cacao en grano.

Los contenedores para el transporte del cacao deben estar limpios, libres de residuos de cargas anteriores y bien ventilados.

Los contenedores no se deberán haber empleado para el transporte de productos químicos u otros materiales que desprendan fuertes olores.

155 Martínez, T; Navarro, M; Brenes, J. s, f. *Cacao de calidad beneficiado en centros de acopio*. Nicaragua. 22 p

Centros de acopio

¿Qué es un centro de acopio?

Los centros de acopio son lugares donde se recibe el cacao en baba o seco de diferentes productores. Aquí se realiza la labor del beneficiado que involucra fermentación, el secado, la selección y el almacenaje de los granos para su posterior comercialización.

¿Por qué surgen?

Estos centros de acopio se convierten en una opción cuando la finca o productor no reúne las condiciones necesarias para lograr la calidad que requiere un mercado específico. Esto ya sea por falta de infraestructura, falta de recursos, por las largas distancias de las fincas al mercado o el difícil acceso, además si la producción es poca el beneficiado se torna costoso.

¿Qué beneficios se obtienen?

Con esto, la inversión en infraestructura y tecnología se divide entre varios productores, además se obtiene un producto con valor agregado, que permite aprovechar oportunidades de mercado inclusive internacionales, pues el producto obtenido cumple con requisitos de inocuidad, son grandes cantidades y de la calidad esperada.

También los costos son menores para los productores. Principalmente, se busca que los beneficios económicos sean distribuidos entre los mismos productores¹⁵⁶.



Imagen 37. Presentaciones de chocolate

156 Martínez, T; Navarro, M; Brenes, J. sf. *Cacao de calidad beneficiado en centros de acopio*. Nicaragua. 6 p

CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS EN CACAO

Existe una creciente preocupación en el comercio internacional del cacao sobre los niveles tolerables de algunos metales pesados especialmente los contenidos de cadmio entre los productos procesados, derivados del cacao que de alguna manera debe ser atendido como un punto importante de atención por parte de los productores de este rubro. Existe un conjunto de recomendaciones vinculadas para reducir la incidencia o la presencia de cadmio en los productos derivados del cacao, partiendo desde los granos o almendras, que afectan el resto de productos semiprocesados o procesados que dependen, en gran medida, de elementos propios de las condiciones ambientales, pero también de un conjunto de prácticas asociadas que ayudan a reducir la incidencia de cadmio. A continuación, se presentan algunas recomendaciones que surgen de diferentes materiales técnicos elaborados por instituciones especializadas.

La reducción de la presencia de contaminación por cadmio en las almendras o los granos de cacao pasa considerablemente por el manejo de la cosecha. Existen evidencias muy claras de que las concentraciones más altas de cadmio están propiamente en la vaina; razón por la que se recomienda hacer una separación temprana de los granos de parte de las vainas, igualmente procurar eliminar la cascari-lla o el *husk* totalmente en la etapa posterior a la fermentación. De igual manera existen elementos que señalan que la poda adecuada y permanente de los árboles reduce de forma importante la presentación de este metal en la cascarilla. La poda superficial del árbol de cacao tiene una incidencia importante en la arquitectura de las raíces y constituye un elemento significativo para bloquear la absorción desde los suelos, especialmente, en suelos de carácter volcánico. Técnicas como la fitoremediación, la biremediación y la utilización de micorrizas en el suelo evidencian un aporte importante al control de la presencia de cadmio en los granos finales.

El cadmio en el cacao, problemas de contaminación

Actualmente la exportación de cacao fino de aroma se ve afectada por los indicios de contaminación de metales como el cadmio, que se encuentra en la mayoría de suelos, debido a la presencia como componente natural o la descomposición de las rocas y a la actividad humana. Este metal generalmente es absorbido del suelo por las plantas y, en el caso del cacao, se concentra en las almendras o semillas, lo que provoca la afectación de la salud de los consumidores y se convierte en una limitante para la comercialización¹⁵⁷.

¹⁵⁷ Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología. 2014. Recuperan suelos cacaoteros contaminados por cadmio (en línea). Ecuador. Consultado agosto, 2016. Disponible en <http://www.dicyt.com/noticias/recuperan-suelos-cacaoteros-contaminados-por-cadmio>

Otras fuentes naturales de cadmio incluyen la actividad volcánica, la espuma del mar y la movilización de cadmio depositadas en suelos, sedimentos y vertederos. Las fuentes antropogénicas de cadmio incluyen la extracción y fundición de minerales que contienen zinc, la quema de combustibles fósiles, la incineración de residuos y emisiones procedentes de pilas desechadas o vertederos municipales¹⁵⁸. Además del uso de fertilizantes provenientes de roca fosfórica como una de las principales fuentes de contaminación, por lo que se hace necesario determinar cuál es la condición de los suelos y de los productos agrícolas. Es posible que en el caso del cacao la contaminación del producto se dé en las etapas del cultivo, producción y transformación¹⁵⁹.

La tasa de transferencia de cadmio depende de factores que incluyen el índice de depósito, el tipo de suelo y planta, el pH del suelo, el contenido de humus, la disponibilidad de la materia orgánica, el tratamiento del suelo con fertilizantes, la meteorología y la presencia de otros elementos como el zinc¹⁶⁰.

Experimentos realizados por INIAP en Ecuador¹⁶¹ arrojan como resultado que la contaminación por cadmio se hace más evidente en los primeros 5 cm del suelo. La hojarasca en grandes cantidades es un factor que favorece la presencia o el aporte del metal en la capa superior. Se expone que en la época seca hay más concentración de cadmio en el suelo, con respecto a la época lluviosa, pero en la almendra la mayor cantidad de cadmio concentrado ocurre en la época lluviosa. También se ha encontrado en últimos estudios que la mayor cantidad de cadmio está en el mucílago, por lo que se deben tomar medidas en poscosecha. Se estima que el mucílago tiene 4, 5 veces más cadmio que la testa y 5, 7 veces más que la almendra.

El cadmio puede estar dispuesto en los abonos orgánicos utilizados de manera común en los campos cacaoteros. La presencia del Cd se puede deber a prácticas adicionales como la suministración de reforzadores para tratar problemas del abono.

158 FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); OMS (Organización Mundial de la Salud). 2014. Comisión del Codex Alimentarius; *Anteproyecto de niveles máximos para el cadmio en el chocolate y productos derivados de cacao*.

159 USAID; DEVIDA. 2013. *Guía de métodos de detección y análisis de cadmio en cacao (Theobroma cacao L)*. Lima, Perú. 44 p.

160 FAO; OMS. Opt, cit

161 INIAP. 2016. *Investigación del cadmio en el cultivo de cacao en el Ecuador*. Manuel Carrillo Zenteno. Evento IICA, El cadmio en cacao-importancia, experiencias y soluciones.

Gráfico 1. Contenido de cadmio en abonos orgánicos comerciales evaluados por el INIAP en Ecuador

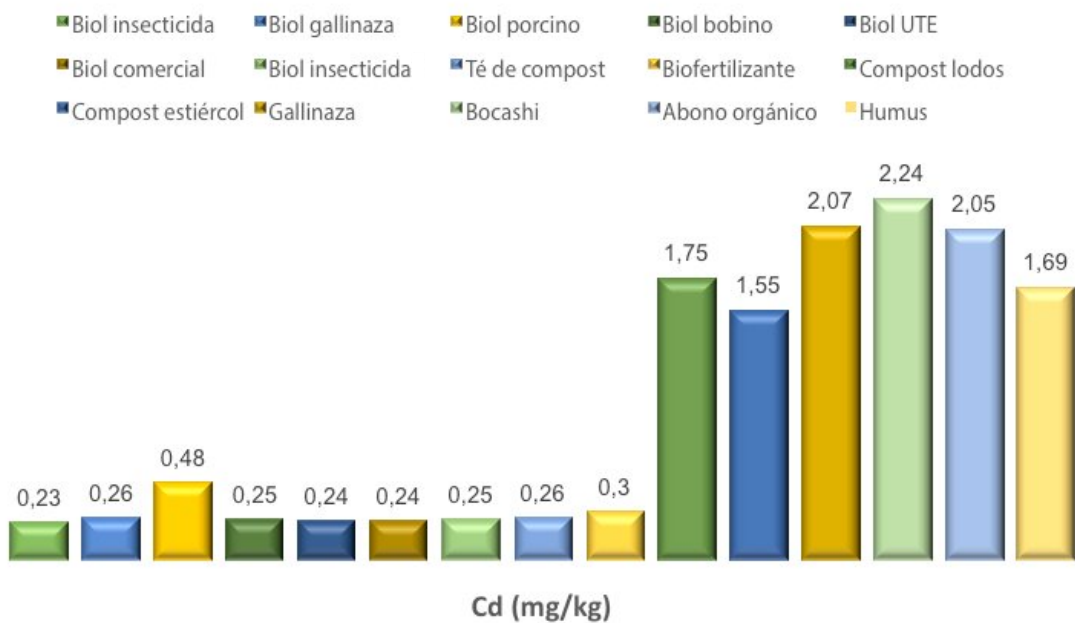
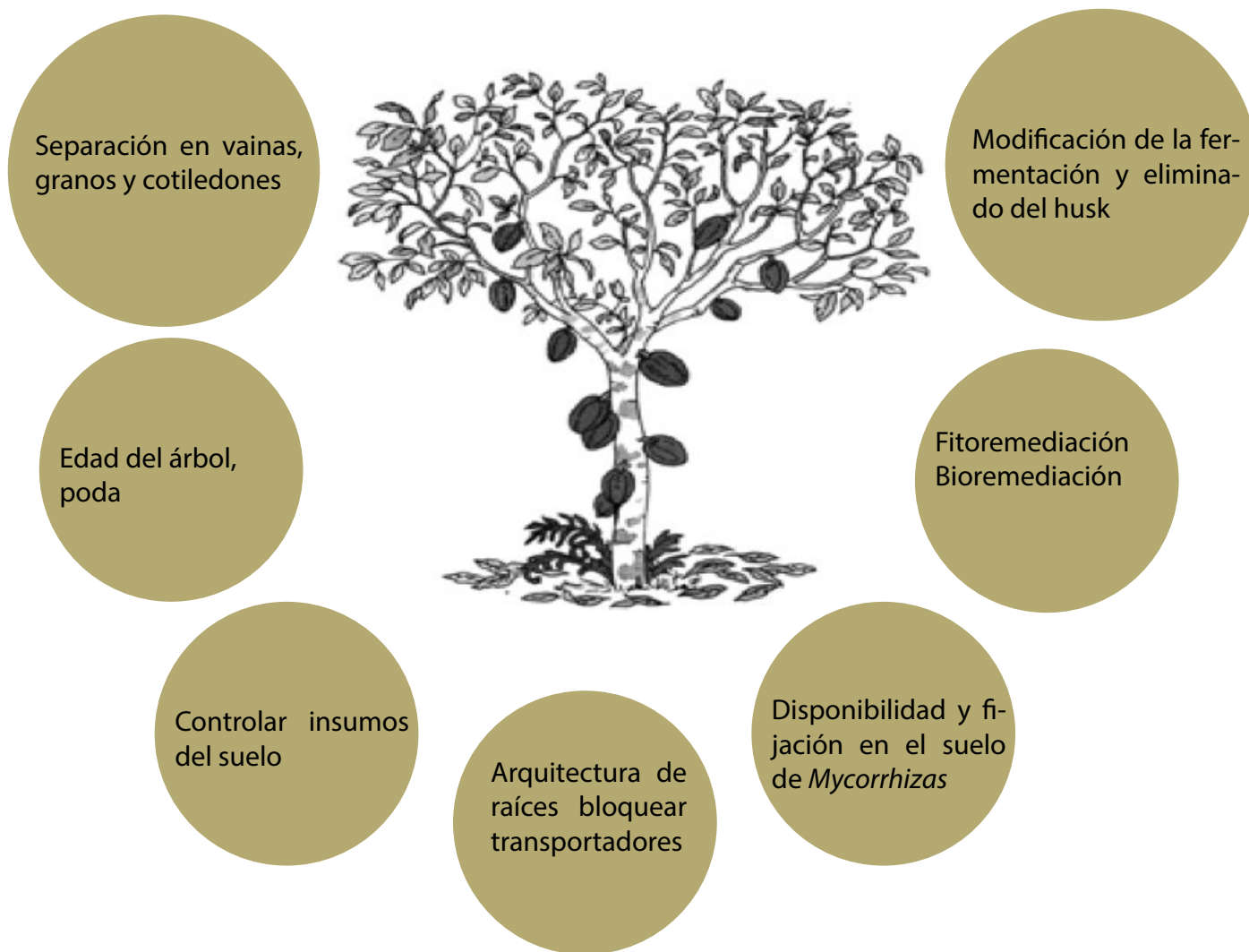


Tabla 17. Propuestas de niveles máximos para el cadmio en el chocolate y productos derivados del cacao para observaciones Novena Reunión Programa Conjunto FAO/OMS

Productos	Nivel máximo de cadmio mg/kg
Chocolate con leche con un contenido de materia seca total de cacao < 30%	0.20
Chocolate con un contenido de materia seca total de cacao < 50%, chocolate con leche con un contenido de material seca total de cacao < 30%	0.60
Chocolate con un contenido de materia seca total de cacao ≥ 50%	2.0
Cacao en polvo vendido al consumidor final o como ingrediente en cacao en polvo edulcorado vendido al consumidor final (chocolate para beber)	1.5

Para evitar la contaminación por cadmio no es necesario eliminarlo. Lo ideal es fijarlo en el suelo para que las plantas no lo puedan absorber; es decir, disminuir la disponibilidad que se puede intentar hacer mediante enmiendas minerales y orgánicas.

Debemos encontrar formas de controlar la manera en que ingresan a la cadena alimenticia o evitar agregar más a los suelos. Los síntomas de la degradación de suelos, como cambio en el pH, baja cantidad de materia orgánica, poco drenaje, erosión y altos niveles en la salinidad, tienden a lograr que el impacto de los metales pesados sea más evidente en las plantas.



Fuente: Pipitone, L. 2015 - ICCO¹⁶²

162 Pipitone, L. 2015. *Nuevas tendencias en el mercado internacional de cacao: oportunidades para el Perú como productor de cacao fino y de aroma* (presentación). Perú. 69 p.

Figura 3. Contenido del fruto de cacao



Fuente: INTA Nicaragua¹⁶³

163 Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2009. *Guía Tecnológica del Cultivo de Cacao*. 4° ed. Managua. 37 p.

INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN CACAO

Introducción

El crecimiento de la producción mundial de cacao ha sido generado principalmente por el aumento de áreas de producción (crecimiento de la frontera agrícola), en un modelo de producción altamente dependiente de factores externos (climáticos, comerciales y sanitarios), de rendimientos (productividad por hectárea) muy erráticos.

La cacaocultura es hoy uno de los más rezagados sistemas productivos de la agricultura a nivel mundial, el 95% de la producción de cacao depende de cinco millones de pequeños productores, básicamente tradicionales, que practican una forma de agricultura que ha cambiado muy poco en siglos.

Se observa en la producción cacaotera un importante rezago tecnológico, por efecto de los bajos rendimiento y el bajo crecimiento interanual de su productividad (menos de la mitad del crecimiento interanual de los otros cultivos de plantación durante el mismo periodo).

Por ello resulta relevante conocer qué ha pasado y cuál es la situación de las investigaciones e innovaciones tecnológicas a lo largo de la cadena cacaotera. Esperamos mostrar en este capítulo el estado actual y el desarrollo del quehacer científico en torno al cacao.

Investigación, desarrollo e innovación en la agenda cacaotera global

Como ya hemos señalado, durante la I Conferencia Mundial sobre Cacao se estableció la Agenda Cacaotera Global¹⁶⁴, en ella se dictan recomendaciones para asegurar una economía cacaotera sostenible y se identifican algunos retos relativos a la investigación, desarrollo e innovación tecnológica del sector cacaotero, que compartimos a continuación:

- Necesidad de fomentar sistemas de producción eficientes y adecuados, con acceso a material de siembra mejorado, a servicios de extensión e insumos.
- Fomentar en toda la cadena medidas de adaptación al cambio climático y prácticas adecuadas para la mitigación de efectos adversos de la cadena cacaotera sobre el medio ambiente.
- Ajustar la oferta de cacao a partir de las características de la demanda de cacao que espera la industria.
- Impulsar el aumento de la productividad y calidad, con producción de cacao que reúna las características indicadas por la industria y los consumidores.
- Cumplir con los requisitos de sostenibilidad, para lo cual se ha de emplear material de siembra mejorado, junto con insumos, tecnologías innovadoras y un manejo integrado de plagas y enfermedades, incluidas las invasoras, con la creación de colecciones de cacao en cuarentena.

164 ICCO (Organización Internacional del Cacao). 2012. *Agenda cacaotera global*.

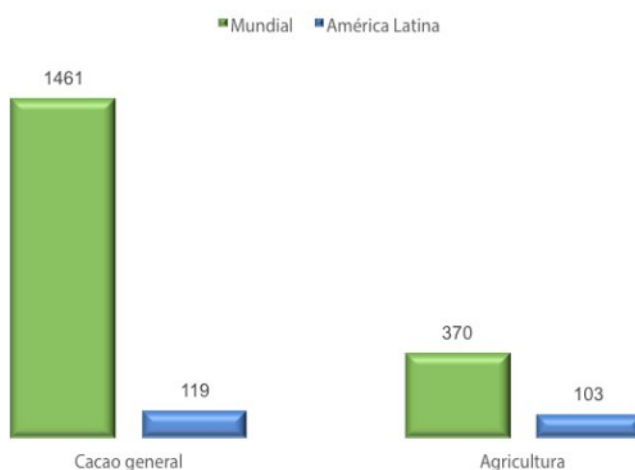
- Fomentar la formación y preparación de cacaocultores en buenas prácticas agrícolas.
- Asegurar una gestión adecuada de la fertilidad del suelo, una capacidad adecuada para adaptarse al cambio climático y mitigar su impacto, para conservar la biodiversidad y los ecosistemas existentes, y para promover la diversificación de cultivos.
- Impulsar la generación de valor en origen y desarrollar subproductos derivados del cacao.

Igualmente, en la III Cumbre Mundial de Cacao¹⁶⁵ desarrollada en República Dominicana durante el 2016, se establece la necesidad de brindar un apoyo adicional para financiar los trabajos de investigación y desarrollo destinados a acelerar la innovación en el cacao, como también la necesidad de facilitar el intercambio, entre los cacaocultores, de experiencias sobre modelos de cacaotal, para que los interesados puedan elegir el modelo más adecuado para sus necesidades, su situación y su capacidad necesario. Indicando además que las nuevas tecnologías de información y comunicación pueden facilitar estos intercambios.

Situación de la investigación científica en cacao

Con la finalidad de conocer el estado de las investigaciones y la generación de nuevos conocimientos y tecnologías en torno al cacao, hemos revisado algunas mega bases de información documental asociadas a las principales revistas científicas (indexadas y arbitradas) del mundo (*Springer Link* y *Science Direct*), a partir de los artículos científicos publicados en dichas revistas podemos aproximarnos a conocer la evolución y el estado actual de las investigaciones científicas sobre cacao.

Gráfico 2. Artículos científicos en cacao (2000 – 2017)



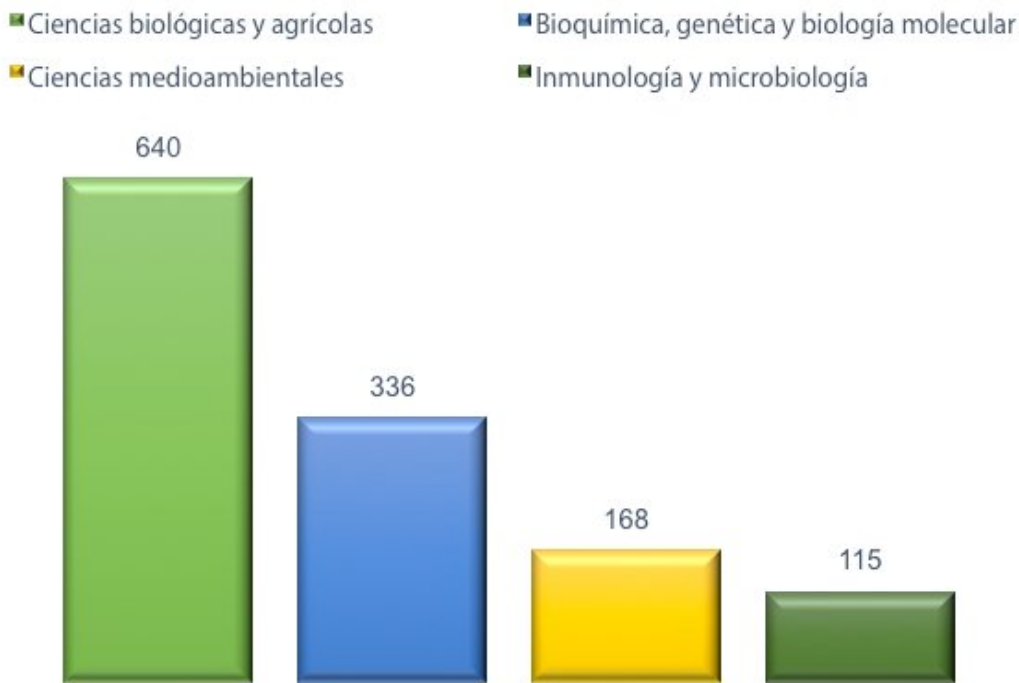
Fuente: *Springer Link*

165 | ICCO (Organización Internacional del Cacao). 2016. *Declaración de Bávaro sobre el cacao*, III Convención Mundial del Cacao en Bávaro, República Dominicana.

Al revisar la megabase *Springer Link*, encontramos que desde el año 2000 a la fecha, la generación de artículos científicos sobre cacao ronda las 1461 publicaciones, de los cuales alrededor del 25% son artículos vinculados con ciencias agrícolas y solo un 7% de los mismos provienen de Latinoamérica; sin embargo, resulta relevante observar que más del 85% de los artículos e investigaciones sobre cacao en los países latinoamericanos están vinculados con agricultura.

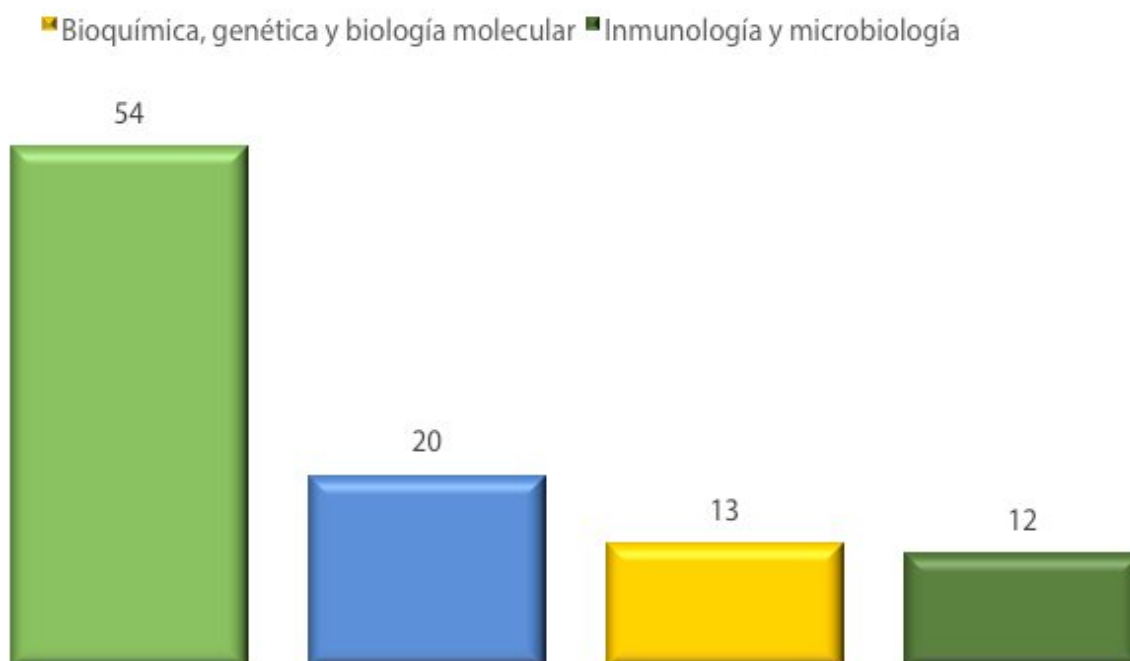
A nivel mundial y en América Latina la mayoría de los artículos publicados sobre cacao son clasificados dentro de las ciencias biológicas y agrícolas por la megabase *Science Direct*; sin embargo, a pesar de reportar más de 960 artículos, solo 52 tienen acceso abierto.

Gráfico 3. Artículos en cacao generados a nivel mundial (2000 – 2017)



Fuente: *ScienceDirect*

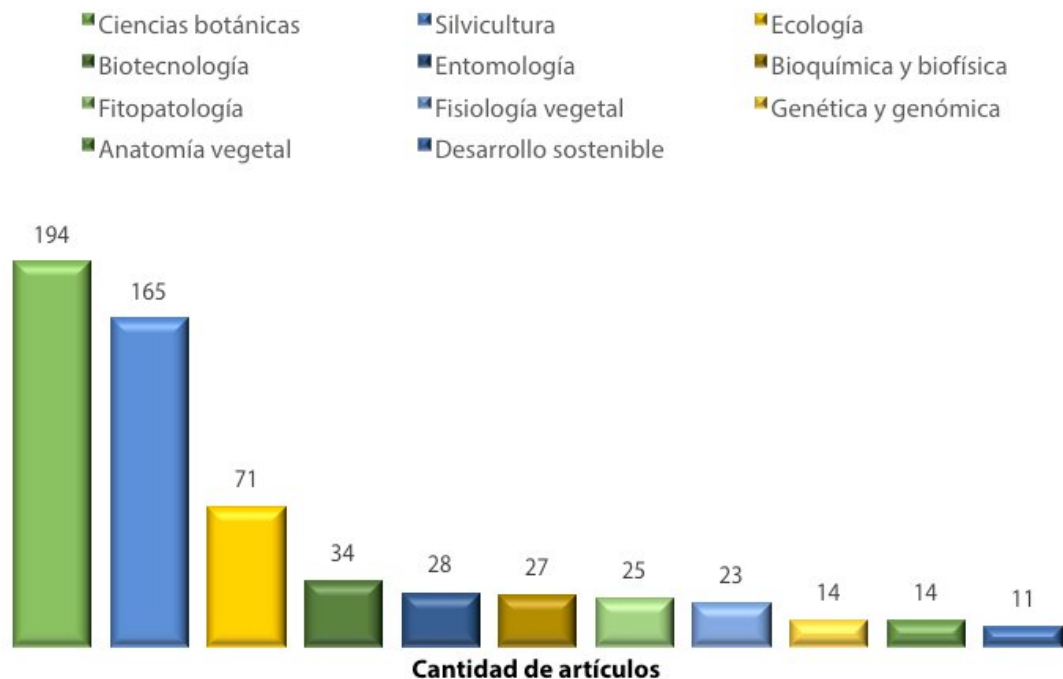
Gráfico 4. Artículos científicos en cacao generados en América Latina



Fuente: *Science Direct*

Al revisar con mayor especificidad los artículos referidos al cacao, bajo los descriptores “ciencias de la vida”, más “agricultura”, encontramos que alrededor del 60% de dichas investigaciones son clasificadas dentro del campo de botánica y más de la mitad se incluyen también en la silvicultura.

Gráfico 5. Principales subdisciplinas científicas con artículos sobre cacao a nivel mundial (2000 – 2017)



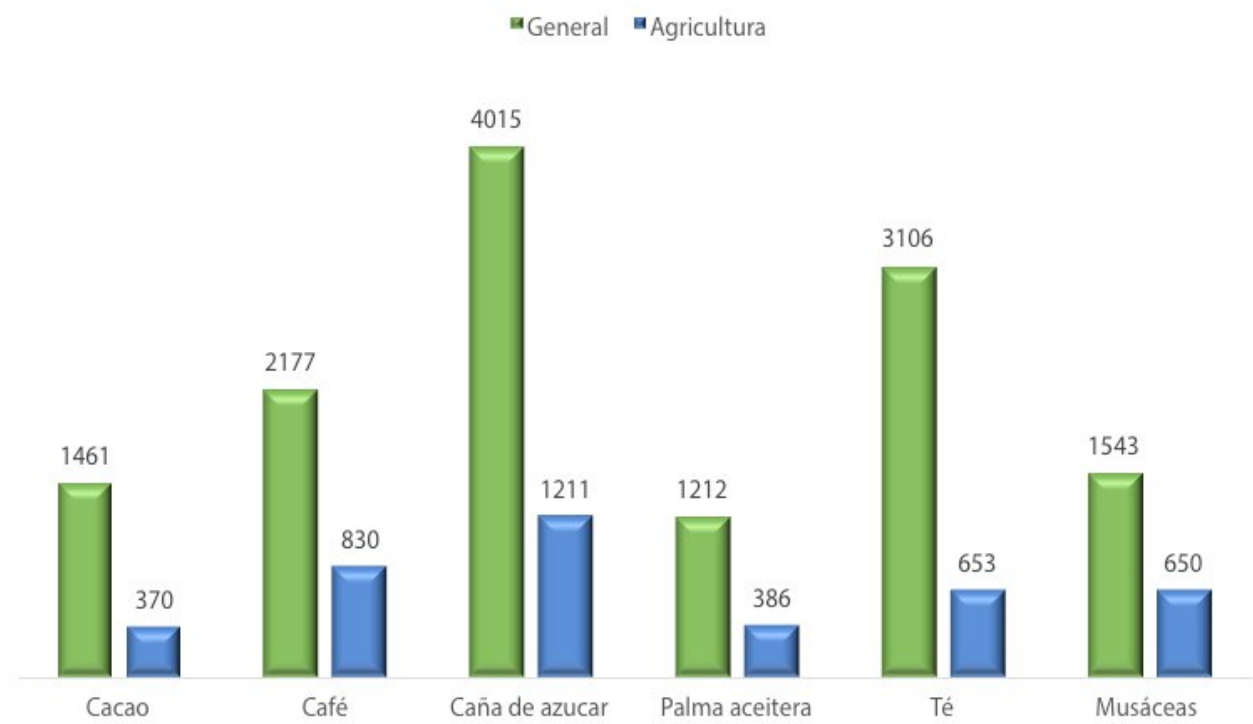
Fuente: Springer Link

A nivel mundial encontramos que el cacao posee la menor cantidad de artículos científicos publicados (vinculados o no a la agricultura) respecto a otros cultivos tropicales de plantación como el café, caña de azúcar, té, palma aceitera y las musáceas. Sin embargo, es el cultivo con el segundo mayor número de artículos publicados después del café en América Latina.

La información sobre cacao disponible en las redes y bases de datos documentales es amplia. A manera de ejemplo, se encuentran en el Sistema de Información Agrícola y Documental de América Latina y El Caribe (SIDALC)¹⁶⁶ más de 9.580 textos bajo el descriptor [*Theobroma cacao*]; y 13.235 bajo el descriptor [cacao] de los cuales 1506 son textos completos y 628 pertenecen a publicaciones periódicas.

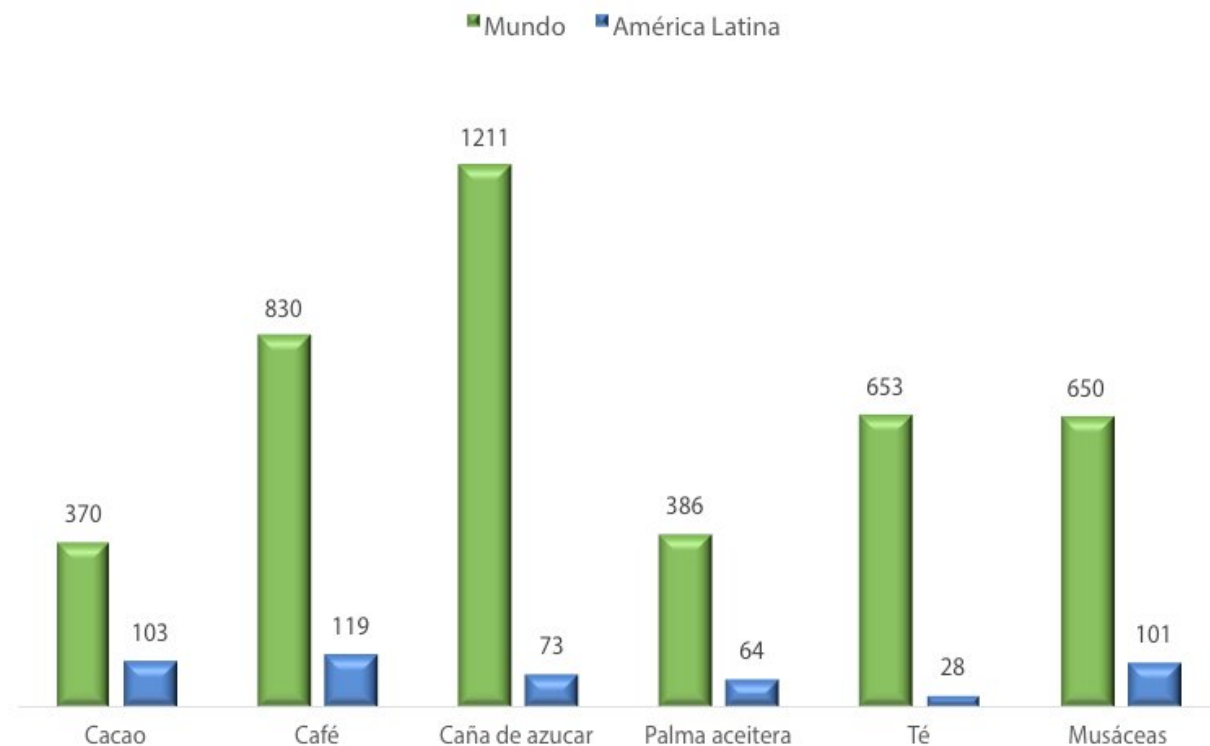
166 La alianza SIDALC facilita el acceso a la información producida en las Américas que se encuentra debidamente organizada en Instituciones Agrícolas, sus bibliotecas y otros centros de información relacionados. Pone a disposición cerca de 2,9 millones de referencias, entre ellos libros, revistas, tesis e informes, así como más de 252.000 documentos a texto completo.

Gráfico 6. Artículos científicos en cultivos tropicales (2000 – 2017)



Fuente: Springer Link

Gráfico 7. Artículos científicos en ciencias agrícolas en cultivos tropicales (2000 - 2017)



Catálogo de investigaciones realizadas en cacao (*Theobroma cacao* L.)

Con el objeto de difundir la información científica en cacao generada en los últimos años, hemos identificado y sistematizado una lista no exhaustiva de 250 investigaciones realizadas por expertos de distintas instituciones públicas y privadas a lo largo del mundo, que organizamos en un catálogo por medio de fichas técnicas que contienen la información básica sobre la investigación (título, año, autores, instituciones, resumen, resultados y palabras claves), que compartimos en el siguiente link: www.sidalc.net/es/mbcacao

A continuación se presentan dos ejemplos de estas fichas técnicas y la lista de investigaciones incluidas hasta la fecha en catálogo .

Título: Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma

Año: 2016

Institución: Universidad Autónoma de Chiapas; Universidad Autónoma de Yucatán

Resumen: El sabor y aroma de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) fueron las principales razones que promovieron su domesticación y uso alimentario por los pueblos precolombinos de Mesoamérica. Incluso hoy día, la calidad sensorial determina la clasificación entre cacaos finos y a granel. Muchos compuestos químicos de las almendras son responsables de la calidad sensorial, pero sobresalen los polifenoles y los alcaloides, compuestos que de manera directa inciden en el sabor y palatabilidad de las almendras y de manera indirecta sobre los precursores de aroma. Los alcaloides están asociados con el amargor. Su concentración está relacionada con la variedad y se modifica con el procesamiento. Los polifenoles son responsables, junto con otras moléculas de la astringencia (poco deseable en chocolates), pero también de propiedades antioxidantes deseables por los consumidores. En esta revisión se abordan aspectos de la biosíntesis de estas importantes moléculas en las almendras de cacao, de las implicaciones en el sabor y aroma, así como los cambios que ocurren durante el procesamiento.

Resultados: Los alcaloides y los compuestos polifenólicos presentes en las almendras de cacao participan en el aroma y sabor de las mismas y de los productos que de ellas se obtiene; son responsables de los gustos a amargo, astringente y en menor medida ácido; así como los olores ácido, verde y afrutado, entre los principales. La biosíntesis de los polifenoles está regulada por la expresión de enzimas implicadas en la vía del shikimato; además, su contenido en la planta y almendras de cacao parece responder a inductores ambientales, como la radiación UV-B, lesiones y ataque de patógenos. Los alcaloides por otra parte disminuyen su concentración en las almendras con la maduración del fruto y con el procesamiento poscosecha, y su biosíntesis es conservada por la síntesis de novo. A diferencia de lo que ocurre en la mayoría de plantas que contienen alcaloides y, debido a que la enzima cafeína sintasa implicada en la formación de teobromina no posee actividad metiladora en el N1, la teobromina resulta ser el principal alcaloide de las almendras de cacao, por lo que la regulación en la expresión de esta enzima parece ser el mecanismo más apropiado para manejar los contenidos de teobromina: cafeína en las almendras de cacao.

Autor: Alfredo Vázquez-Ovando, Isidro Ovando-Medina, Lourdes Adriano-Anaya, David Betancur-Ancona, Miguel Salvador-Figueroa

Palabras Clave: *Theobroma cacao*; alcaloides; metilxantinas; antioxidantes; fermentación.

Título: Producción de plantas de cacao a través de micro injerto de embriones somáticos

Autor: Aguilar, M., Villalobos, V., Vázquez, N.

Año: 1991

Institución: CATIE, Turrialba.

Resumen: Las expectativas para la regeneración *in vitro* de plantas de cacao se han limitado. Embriones somáticos pueden diferenciar de las células de cotiledones, pero su conversión en plantas se ha mantenido en gran medida sin resolver. En el presente estudio, hemos intentado un microinjerto de embriones somáticos de portainjertos de semilla. Diferentes condiciones fueron analizadas para determinar los patrones y de los embriones, y se encontró que completa la regeneración de plantas hay necesidad de cambiarlos 10 meses. Los mejores resultados se obtuvieron utilizando un medio de cultivo simple, 3 semanas de edad, porta injertos y embriones somáticos sin cotiledones. También se analizaron los acontecimientos histológicos asociados con la unión del injerto. Las células, principalmente de los portainjertos, inician la división celular en diferentes patrones, produciendo un callo en la unión del injerto. Dentro de esta región algunas células se diferencian en xilema y floema, el establecimiento de la conexión vascular en el injerto. Después, las plantas microinjerto comienzan a crecer y diferenciarse nuevas hojas y raíces que permite la transferencia al suelo.

Resultados: La aplicación de técnicas de micro injerto en el cacao permitió la regeneración de plantas completas en 10 mo. Embriones somáticos fueron diferenciados después del cultivo en la oscuridad durante 2 meses, seguido por la exposición a la luz durante 3 meses más. Se estudiaron la germinación y el posterior desarrollo de los patrones para el injerto. El cultivo de semillas medio con diferentes combinaciones de valores de caseína y de pH hidrolizados, mostraron que no hubo diferencias significativas para la germinación. La edad óptima de los portainjertos se encontró que era de 3 semanas, un punto en el que las raíces secundarias estaban empezando a desarrollar. En plántulas jóvenes, tejidos dentro del sistema radicular del hipocótilo y no estaban bien definidos. También tienen un alto contenido de sustancias fenólicas, que causaron la muerte del injerto. Además, el desarrollo de raíces de la región de hipocótilo se vio favorecido en las semillas enteras. Mientras que el crecimiento y el desarrollo de las hojas fueron mejores en semillas disecados. Por estudio empírico, se observó la mejor respuesta para el desarrollo microinjerto usando 3 semanas de edad portainjertos. En estas condiciones, 83,3% del microinjerto mostró desarrollo foliar, con plantas que tiene hasta 6 hojas. También, 66,7% de estas plantas produjo nuevas raíces en contraste a niveles mucho más bajos de respuesta con los otros tratamientos, es decir, cotiledones intactos o parcialmente.

Sin embargo, este tratamiento causó hojas onduladas más irregulares. Más importante fue el hallazgo de que el 66,7% de las plantas podría ser aclimatado y, en última instancia, llega al suelo. La secuencia de acontecimientos morfológicos en el desarrollo de los microinjertos comenzó con la proliferación celular en la zona de unión del patrón-injerto después de 5 días de cultivo.

Catorce días después de la aparición del brote embriogénico fue evidente, seguido de su ampliación con la formación de nuevas hojas y raíces. Los eventos histológicos verifican estas observaciones. Cinco días después del microinjerto, las células se sometieron a las zonas de incisión, seguidos después de 10 días y la división celular en diferentes planos dieron lugar al tejido de parénquima medular de la región donde se hizo la incisión inicial. Después de 21 días, no se observó evidencia de la completa unión entre el vástago y el rizoma debido a la formación de callos. En este momento, también se observó la diferenciación de algunos elementos del xilema y las primeras conexiones vasculares, formándose una conexión vascular completa después de 40 días de cultivo. Hasta la fecha solo un bajo porcentaje (alrededor de 30) de microinjerto se han endurecido con éxito y de éstos. 60% han sobrevivido en la transferencia al campo durante 1,5 años hasta la fecha. Observaciones indican que microinjertos con hojas malformados no se endurecen de manera satisfactoria, lo que sugiere que los embriones somáticos pueden ser anormales.

Palabras Clave: Microinjerto, embriones somáticos, el cacao, la regeneración *in vitro*, histología de la unión del injerto

Tabla 18. Lista de investigaciones de cacao

TÍTULO	AUTORES	INSTITUCIÓN	PAÍS	FECHA
La diversidad de árboles de sombra y por encima del suelo las reservas de carbono en Theobroma cacao sistemas agroforestales: implicaciones para la implementación de REDD en el África Occidental paisaje de cacao	Evans Dawoe; Winston Asante; Emmanuel Acheampong; Paul Bosu.	Carbon Balance & Management	Ghana	2016
Uso de recursos forestales maderables y no maderables del sistema agroforestal cacao (Theobroma cacao L.)	Bautista-Mora, E.; Pérez-Flores, J.; Ruiz-Rosado O.; Valdez Balero, A.	Sagarpa; Colegio de postgraduados	México	2016
Método de disco de hoja para la detección Ceratocystis la resistencia al marchitamiento en el cacao	Uilson Lopes	The Pennsylvania State University	USA	2016
Los primeros marcadores de microsatélites desarrollados a partir Cupuassu es: Aplicación en la Diversidad, el análisis y la transferibilidad de las especies cruzadas cacao	Lucas Ferraz dos Santos, Roberta Moreira Fregapani, Loeni Ludke Falcão, Roberto Coiti Togawa, Marcos Mota do Carmo Costa, Uilson Vanderlei Lopes, Karina Peres Gramacho, Rafael Moyses Alves, Fabienne Micheli, Lucilia Helena Marcellino.	Universidad Estatal de Santa Cruz	Brasil	2016
Estructura Gene, filogenia y perfil de expresión de la familia de genes de la sacarosa sintasa en el cacao (Theobroma cacao L.)	Fupeng Li; Chaoyun Hao; Lin Yan; Baoduo Wu; Xiaowei Qin; Jianxiong Lai; Yinghui Song.	Academia India de Ciencias	India	2016
El conocimiento y la percepción de los productores de cacao de Ghana sobre el control mirid y su disposición a utilizar los sistemas de predicción.	Paul Hadley	The Pennsylvania State University	USA	2016
La influencia de los tratamientos de sombra y de fertilizantes orgánicos en la fisiología y la creación de clones de cacao Theobroma	Paul Hadley	The Pennsylvania State University	USA	2016
Árboles maderables en el sistema agroforestal de cacao en Cárdenas, Tabasco, México	Facundo Sánchez Gutiérrez, Julián Pérez-Flores, José Jesús Obrador Olan, Ángel Sol Sánchez y Octavio Ruiz-Rosado	INIFAP, REMEXCA	México	2016
Efecto de la poda en plantaciones de cacao en el estado de Tabasco, México	Sergio Alexander López Juárez, Ángel Sol-Sánchez, Víctor Córdova Ávalos y Felipe Gallardo López	INIFAP, REMEXCA	México	2016
Diversidad genética de Phytophthora spp. en plantaciones venezolanas de cacao mediante marcadores ISSR	Sandy Molinal, Simón Pérez-Martínez, II, Jhonny Demeyl, María Alejandra Isturiz Zapatal, Daynet Sosa.	CENSA	Venezuela	2016
Especies de Trichoderma desde el agroecosistema cacao con un potencial de biocontrol de MONILIOPHTHORA RORERI	A Reyes-Figueroa, O.; Ortiz-García, C.F.; Torres-de la Cruz, M.; Lagunes-Espinoza, L.C.; Valdovinos-Ponce, G.	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	México	2016
Extractos por destilación de Origanum vulgare, Tradescantia spathacea y Zingiber officinale para el manejo de Moniliophthora roreri de Theobroma cacao	Luz Elena Tamayo España1, Sandra Isabel Ramírez González, Orlando López Báez, Ricardo René Quiroga Madrigal y Saúl Espinosa Zaragoza	INIFAP, REMIXCA	México	2016
Micobiota asociada a frutos de cacao con síntomas de moniliasis en la amazonía ecuatoriana	Karina Carrera-Sánchez, Lidcay Herrera Isla, Manuel Díaz Castellanos, Michel Leiva-Mora	Universidad Estatal Amazónica; Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas	Ecuador	2016
Influencia del tipo de cacao (theobroma cacao L.) en las características del fermento y secado	Caballero-Pérez, J.F.; Avendaño-Arrazate, C.H.; González-Ávila, N.A.; López-Escobar, S.	INIFAP/Universidad Autónoma Chapingo	México	2016
Evaluación de diferentes procesos de fermentación para su uso por los pequeños productores de cacao en México	Hernández-Hernández, C.; López-Andrade, P.A.; Ramírez-Guillermo, M.A.; Guerra-Ramírez, D.; Caballero-	INIFAP	México	2016

Investigación de chocolate producido a partir de cuatro variedades brasileñas diferentes de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) inoculado con <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Aline Galvão Tavares Menezes a, Nadia Nara Batista b, Cintia Lacerda Ramos a, Adriana Reis de Andrade e Silva c, Priscila Efraim c, Ana Carla Marques Pinheiro b, Rosane Freitas Schwan	Federal University of Lavras/ University of Campinas	Brasil	2016
Caracterización bromatológica de los productos derivados de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en la Chontalpa, Tabasco, México.	Ángel Sol Sánchez, José Alberto Naranjo González, Víctor Córdova Avalos, Dora Angélica Ávalos de la Cruz y Juan Manuel Zaldivar Cruz	INIFAP, REMEXCA	México	2016
Cambios en las características físicas y químicas de granos de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) fermentados con transferencia manual y semi-mecanizada, entre las cajas de fermentación	Pedro. P. Peláez; Saulo Guerra; David Contreras	Universidad Nacional de Trujillo	Perú	2016
Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma	Alfredo Vázquez-Ovando, Isidro Ovando-Medina, Lourdes Adriano-Anaya, David Betancur-Ancona, Miguel Salvador-Figueroa	Universidad Autónoma de Chiapas; Universidad Autónoma de Yucatán	México	2016
Influencia del tipo de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en las características del fermento y secado.	Caballero-Pérez, J.F., Avendaño-Arrazate, C.H., González-Ávila, N.A., López-Escobar, S.	Sagarpa; Colegio de postgraduados	México	2016
Factores que influyen en la variación de la calidad en el cacao en grano (<i>Theobroma cacao</i>) perfil de sabor.	John Edem Kongor, Michael Hinnah, Davy Van de Walle, Emmanuel Ohene Afoakwa, Pascal Boeckx, Koen	Universidad de Gante	Bélgica	2016
Multielemental toma de huellas dactilares y la trazabilidad geográfica de <i>Theobroma cacao</i> en grano y productos de cacao	Daniela Bertoldi, Alice Barbero, Federica Camin, Augusta Caligiani, Roberto Larcher.	Universidad de Italia	Italia	2016
Materiales de cacao de interés farmacológico (<i>Theobroma cacao</i> L.)	López-Báez, O.; Ballinas-Gómez, M.N.	Universidad Autónoma de Chiapas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	México	2016
Enriquecido en flavanoles de cacao en polvo altera la microbiota intestinal, Tejidos y perfiles de metabolitos de fluidos, y expresión génica intestinal en cerdos	Saebyeol Jang,5 Jianghao Sun,6 Pei Chen,6 Sukla Lakshman,5 Aleksey Molokin,5 James M Harnly,6 Bryan T Vinyard,7 Joseph F Urban Jr.,5 Cindy D Davis,8 and Gloria Solano- Aguilar5	Diet, Genomics and Immunology Laboratory/Food Composition and Methods Development Laboratory/USDA	USA	2016
Efectos de la cáscara de cacao de alimentación sobre la composición de los cerdos microbioma intestinal	Damiano Magistrelli, † Raffaella Zanchi, † Luca Malagutti, † Gianluca Galassi, † Enrica Canzi, † and Fabia Rosi	University of Milan	Italia	2016
Pérdidas económicas asociadas a la pudrición de la mazorca del cacao causada por <i>Phytophthora</i> spp., y <i>Moniliophthora roreri</i> (Cif y Par) Evans et al., en la hacienda Theobroma, Colombia	Joaquín Guillermo Ramírez Gil	CENSA	Colombia	2016
<i>Theobroma cacao</i> : Revisión de la Extracción, aislamiento y ensayo biológico de su potencial contra los compuestos del cáncer.	Zainal Baharum; Abdah Md Akim, Taufiq Yap Yun Hin, Roslida Abdul Hamid; Rosmin Kasran.	Investigaciones tropicales de ciencias de la vida	India	2016
Uso de recursos forestales maderables y no maderables del sistema agroforestal cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	Bautista-Mora, E.; Pérez-Flores, J.; Ruiz-Rosado O.; Valdez Balero, A.	Sagarpa; Colegio de postgraduados	México	2016
Caracterización Agrodimatológica del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, en función de la zonificación agroecológica para el cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	Gidli M. Suárez Venero; Francisco Soto Carreño; Eduardo Gareta Llanos; Oscar J. Solano Ojeda	Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba	Cuba	2015
Caracterización de las actividades de la proteasa en un extracto crudo de cacao germinado	Sánchez-Mundo, M.L.; Bautista-Muñoz, C.; Jaramillo-Flores. M.E.	Instituto Tecnológico Superior de Las Choapas/Instituto Politécnico Nacional	México	2015
Evaluación agronómica de híbridos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) para selección de alto rendimiento y resistencia en campo a moniliasis	Solís-Bonilla, J.L.; Zamarripa-Colmenero, A.; Pecina-Quintero, V.; Garrido-Ramírez, E.; Hernández-Gómez,	INIFAP	México	2015
Un aptasensor libre de etiqueta para la detección de ocratoxina A en los granos de cacao: Un aplicación a las industrias de chocolate	Rupesh K. Mishra a, Akhtar Hayat a, b, Gaëlle Catanante a, Cristina Ocaña a, Jean-Louis Marty	Universite De Perpignan Via Domitia/COMSATS Institute of Information Technology (CIIT)	Francia/ Pakistán	2015

Investigación de chocolate producido a partir de cuatro variedades brasileñas diferentes de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) inoculado con <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Aline Galvão Tavares Menezes a, Nadia Nara Batista b, Cintia Lacerda Ramos a, Adriana Reis de Andrade e Silva c, Priscila Efraim c, Ana Carla Marques Pinheiro b, Rosane Freitas Schwan	Federal University of Lavras/ University of Campinas	Brasil	2016
Caracterización bromatológica de los productos derivados de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en la Chontalpa, Tabasco, México.	Ángel Sol Sánchez, José Alberto Naranjo González, Víctor Córdova Avalos, Dora Angélica Ávalos de la Cruz y Juan Manuel Zaldívar Cruz	INIFAP, REMEXCA	México	2016
Cambios en las características físicas y químicas de granos de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) fermentados con transferencia manual y semi-mecanizada, entre las cajas de fermentación	Pedro. P. Peláez; Saulo Guerra; David Contreras	Universidad Nacional de Trujillo	Perú	2016
Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma	Alfredo Vázquez-Ovando, Isidro Ovando-Medina, Lourdes Adriano-Anaya, David Betancur-Ancona, Miguel Salvador-Figueroa	Universidad Autónoma de Chiapas; Universidad Autónoma de Yucatán	México	2016
Influencia del tipo de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en las características del fermento y secado.	Caballero-Pérez, J.F., Avendaño-Arrazate, C.H., González-Ávila, N.A., López-Escobar, S.	Sagarpa; Colegio de postgraduados	México	2016
Factores que influyen en la variación de la calidad en el cacao en grano (<i>Theobroma cacao</i>) perfil de sabor.	John Edem Kongor, Michael Hinnah, Davy Van de Walle, Emmanuel Ohene Afoakwa, Pascal Boeckx, Koen	Universidad de Gante	Bélgica	2016
Multielemental toma de huellas dactilares y la trazabilidad geográfica de <i>Theobroma cacao</i> en grano y productos de cacao	Daniela Bertoldi, Alice Barbero, Federica Camin, Augusta Caligiani, Roberto Larcher.	Universidad de Italia	Italia	2016
Materiales de cacao de interés farmacológico (<i>Theobroma cacao</i> L.)	López-Báez, O.; Ballinas-Gómez, M.N.	Universidad Autónoma de Chiapas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	México	2016
Enriquecido en flavanoles de cacao en polvo altera la microbiota intestinal, Tejidos y perfiles de metabolitos de fluidos, y expresión génica intestinal en cerdos	Saebyeol Jang,5 Jianghao Sun,6 Pei Chen,6 Sukla Lakshman,5 Aleksey Molokin,5 James M Harnly,6 Bryan T Vinyard,7 Joseph F Urban Jr.,5 Cindy D Davis,8 and Gloria Solano-Aguilar5	Diet, Genomics and Immunology Laboratory/Food Composition and Methods Development Laboratory/USDA	USA	2016
Efectos de la cáscara de cacao de alimentación sobre la composición de los cerdos microbioma intestinal	Damiano Magistrelli,† Raffaella Zanchi,‡ Luca Malagutti, † Gianluca Galassi, † Enrica Canzi, ‡ and Fabia Rosi	University of Milan	Italia	2016
Pérdidas económicas asociadas a la pudrición de la mazorca del cacao causada por <i>Phytophthora</i> spp., y <i>Monilophthora</i> roreri (Cif y Par) Evans et al., en la hacienda Theobroma, Colombia	Joaquín Guillermo Ramírez Gil	CENSA	Colombia	2016
<i>Theobroma cacao</i> : Revisión de la Extracción, aislamiento y ensayo biológico de su potencial contra los compuestos del cáncer.	Zainal Baharum; Abdah Md Akim, Taufiq Yap Yun Hin, Roslida Abdul Hamid; Rosmin Kasran.	Investigaciones tropicales de ciencias de la vida	India	2016
Uso de recursos forestales maderables y no maderables del sistema agroforestal cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	Bautista-Mora, E.; Pérez-Flores, J.; Ruiz-Rosado O.; Valdez Balero, A.	Sagarpa; Colegio de postgraduados	México	2016
Caracterización Agroclimatólogica del macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa, en función de la zonificación agroecológica para el cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	Gicli M. Suárez Venero; Francisco Soto Carreño; Eduardo Gareta Llanos; Oscar J. Solano Ojeda	Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba	Cuba	2015
Caracterización de las actividades de la proteasa en un extracto crudo de cacao germinado	Sánchez-Mundo, M.L.; Bautista-Muñoz, C.; Jaramillo-Flores. M.E.	Instituto Tecnológico Superior de Las Choapas/Instituto Politécnico Nacional	México	2015
Evaluación agronómica de híbridos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) para selección de alto rendimiento y resistencia en campo a moniliasis	Solís-Bonilla, J.L.; Zamarripa-Colmenero, A.; Pecina-Quintero, V.; Garrido-Ramírez, E.; Hernández-Gómez,	INIFAP	México	2015
Un aptasensor libre de etiqueta para la detección de ocratoxina A en los granos de cacao: Un aplicación a las industrias de chocolate	Rupesh K. Mishra a, Akhtar Hayat a, b, Gaëlle Catanante a, Cristina Ocaña a, Jean-Louis Marty	Universite De Perpignan Via Domitia/COMSATS Institute of Information Technology (CIIT)	Francia/ Pakistán	2015

Factores socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del cacao en Chiapas, México	Elizabeth Hernández Gómez; Javier Hernández Morales; Carlos Hugo Avendaño Arrazate; Guillermo López Guillén; Jesús Romero Nápoles	Sociedad mexicana de fitopatología	México	2015
Utilización del cibe-biol en el control de <i>Moniliophthora</i> sp. en cacao fino de aroma en Ecuador	Ronald León Aroca	CENSA	Ecuador	2015
Incidencia de enfermedades fúngicas en plantaciones de cacao de las provincias orientales de Cuba	Einar Martínez de la Parte, Luis Pérez Vicente	CENSA	Cuba	2015
La influencia de la formulación sobre la actividad biológica y la gestión de <i>Trichoderma monilia</i> en <i>Theobroma cacao</i>	J. Crozier., C. Arroyo., H. Morales., R. L. Melnick., M. D. Strem., B.T. Vinyard., R. Collins., K.A. Holmes y B.A. Bailey.	CATIE	Costa Rica	2015
Clasificación de los granos de cacao de México sur basado en el análisis multivariante quimiométricos	Vázquez-Ovando, A.; Molina-Freaner, F.; Nuñez-Farfán, J.; Betancur-Ancona, D.; Salvador-Figueroa, M.	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)/Universidad Autónoma de Chiapas/Universidad Autónoma de Yucatán	México	2015
Efecto de la fermentación y el secado del cacao polifenoles	Barbara Albertini, [†] Aurélie Schoubben, [†] Davide Guarnaccia, [§] Filippo Pinelli, [#] Mirco Della Vecchia, Maurizio Ricci, [†] Gian Carlo Di Renzo, ^Δ and Paolo Blasi	University of Perugia, Italy/Accademia Maestri Cioccolatieri Italiani/Department of Surgical and Biomedical Sciences, S. M. della Misericordia Hospital, S. Andrea delle Fratte/University of Camerino	Italia	2015
El proceso de fermentación de granos de cacao: del ecosistema análisis para el desarrollo del cultivo iniciador	L. De Vuyst and S. Weckx	Group of Industrial Microbiology and Food Biotechnology (IMDO), Faculty of Sciences and Bioengineering Sciences, Vrije Universiteit Brussel, Brussels, Belgium	Bélgica	2015
Evaluación comparativa de los seis métodos de extracción para Cuantificación de ADN y detección de PCR en El cacao y los productos derivados de cacao	Lam Thi Viet Ha, Lore Vanlerberghe, Ha Thanh Toan, Koen Dewettinck, Kathy Messens	Penn State University	USA	2015
El impacto de los SNP de huellas dactilares y la paternidad análisis sobre la eficacia de las recomendaciones de variedades en cacao	Takrama1 & Esther Djan1 & Stephen Y. Opoku1 & Abu M. Dadzie1 & Ranjana Bhattacharjee2 & Juan Carlos Motamayor3 & Dapeng Zhang	Cocoa Research Institute of Ghana/International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Nigeria/Mars Inc/USDA ARS PSI SPCL	Ghana/Nigeria/USA	2015
Propiedades reológicas de chocolates de leche como Bajo la influencia de Leche en Polvo Tipo, emulsionante, y La manteca de cacao adiciones equivalentes	Đurđica Ačkar, Sijetlana Škrabal, Drago Šubarić, Jurislav Babić, Borislav, Miličević & Antun Jozinović	PSU	USA	2015
Impacto de la fermentación de compuestos nitrogenados de cacao en grano (<i>Theobroma cacao</i> L.) de diferentes orígenes	C. Hue a, Z. Gunata b, A. Breyse c, F. Davrieux c, R. Boulanger c, F.X. Sauvage	Valrhona SA, 8 Quai du Général de Gaulle, 26600 Tain l'Hermitage, France/Université de Montpellier/CIRAD/INRA	Francia	2015
Desarrollo de un único aparato de congelación de gotitas para el estudio de la cristalización en las gotitas de la manteca de cacao	Amanda M. Talhat a, Vincent Y. Lister a, Geoff D. Moggridge a, [†] , John R. Rasburn b, D. Ian Wilson	University of Cambridge, UK/Nestlé PTC York	Reino Unido	2015
Evaluación del efecto del tratamiento sobre los polifenoles del cacao: actividad antirradicales, antocianinas y procianidinas de perfiles de frijol crudo al chocolate	Matteo Bordiga, ^{1*} Monica Locatelli, ¹ Fabiano Travaglia, ¹ Jean Daniel Coësson, ¹ Giuseppe Mazza ^{2†} & Marco Arlorio	Universita' degli Studi del Piemonte Orientale "A. Avogadro", Largo Donegani 2, Novara 28100, Italy/Pacific Agri-Food Research Centre, Agriculture and Agri-Food Canada	Italia/Canadá	2015
Efecto del volteo sobre los perfiles sensoriales del cacao fermentado	R.J. Liendo	Universidad de Zulia	Venezuela	2015

Productividad y rentabilidad potencial del cacao (Theobroma cacao L.) en el trópico mexicano	José Antonio Espinosa-García, Jesús Uresti-Gil, Alejandra Vélez Izquierdo, Georgette Moctezuma-López, Héctor Daniel Inurreta-Aguirre y Sergio Fernando Góngora-González	INIFAP, REMEXCA	México	2015
Contribución de sistemas productivos en la generación de ingresos en familias cacaoteras, departamento del Cauca	Diana María Sánchez Olaya; Oscar Gerardo Velandia Tibáquirá; Juan Carlos Suárez Salazar	Universidad de Nariño	Colombia	2015
Factores socioeconómicos y parasitológicos que limitan la producción del cacao en Chiapas, México	Elizabeth Hernández Gómez; Javier Hernández Morales; Carlos Hugo Avendaño Arrazate; Guillermo López Guillén; Jesús Romero Nápoles	Sociedad mexicana de fitopatología	México	2015
Oportunidades para la actividad cacaotera en el municipio de Tumaco, Nariño, Colombia	Iván Alonso Montoya-Restrepo; Luz Alexandra Montoya-Restrepo; Petter David Lowy-Ceron	Universidad Nacional de Colombia	Colombia	2015
Cacao: Producción, Química y Uso	A. Caligiani, A. Marseglia, G. Palla	Departamento de Ciencias de la Universidad de Parma Alimentos (Italia)	Italia	2015
Las reservas de carbono, la diversidad de árboles, y el papel de la agricultura certificada en diferentes sistemas de producción de cacao en Alto Beni, Bolivia	Johanna Jacobi • Christian Andres • Monika Schneider • Maria Pillco • Patricia Calizaya • Stephan Rist	Centre for Development and Environment (CDE), University of Bern, Switzerland- Research Institute of Organic Agriculture (FiBL)/ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz, Bolivia	Suiza/Bolivia	2014
Identificación genética de Theobroma cacao L. árboles con alta ascendencia Criollo en el Soconusco, Chiapas, México	Vázquez-Ovando, J.A.; Molina-Freaner, F.; Nuñez-Farfán, J.; Ovando-Medina, I.; Salvador-Figueroa, M	National Autonomous University of México/National Autonomous University of México/Autonomous University of Chiapas	México	2014
Genómica funcional de Theobroma Cacao biosíntesis de ácidos grasos: convergencia de desaturación de ácidos grasos, Desarrollo de embriones y las respuestas de defensa de Señalización	Yufan Zhang	The Pennsylvania State University	USA	2014
Caracterización de poblaciones naturalizadas de cacao en Puerto Rico	Ricardo Goenaga	The Pennsylvania State University	USA	2014
Clonación y expresión El análisis molecular de la familia del gen transportador de sacarosa de Theobroma cacao L.	Fupeng Li, Baoduo Wu, Xiaowei Qin, Lin Yan, Chaoyun Hao, Lehe Tan, Jianxiong Lai	Spice and Beverage Research Institute	China	2014
El cacao Theobroma dominio B3 de transcripción factor de TcLOC2 juega un doble papel en el control de el desarrollo del embrión y la maduración	Yufan Zhang ^{1,2} , Adam Clemens ¹ , Siela N Maximova ^{1,2} and Mark J Guiltinan ^{1,2*}	BMC Plant Biology	USA	2014
Desarrollo de microsatélites para la moniliasis del cacao patógeno putrefacción, MONILIOPHTHORA RORERI	B. L. B. Melo ^{1,2} , J. T. de Souza ³ , R. M. F. Santos ¹ , S. A. Rehner ⁴ , K. H. Solis ⁵ , C. Suarez ⁵ , P. K. Hebbard ⁶ , L. S. L. Lemos ^{1,2} and K. P. Gramacho ^{1,7}	Cacao Research Center, Itabuna, Brazil/2Universidade Estadual de Santa Cruz/PPGGBM/Universidade Federal do Rio de Janeiro/USDA/INIAP	Brasil/USA/Ecuador	2014
Análisis de la resistencia a la enfermedad de la escoba de bruja (Moniliophthora perniciosa) en cojines florales de Theobroma el cacao en una población segregante	D. V. Silva, I. S. Araujo, S. M. J. Branco, C. I. Aguilar-Vildoso, U. V. Lopes, J. P. Marellid, J. C. Motamayore, S. Royak, R. C. Rebouças and R. X. Corrêa	Universidade Estadual de Santa Cruz/Universidade Federal Rural do Semi-Arido/CEPEC-CEPLAC/dMars Center for Cocoa Science/USDA-ARS	Brasil/USA	2014
La diferenciación de ADN-base de los tipos de cacao CCN-51 de Ecuador y Arriba Sobre la base de las diferencias de secuencia en el cloroplasto Genoma	Luise Herrmann, Ilka Haase, Maike Blauhut, Nadine Barz, and Markus Fischer	Universität Hamburg	Alemania	2014
Metodología adaptada para la formación de híbridos F1 de cacao (Theobroma cacao L.) en Tabasco	Facundo Sánchez Gutiérrez, Julián Pérez-Flores, José Jesús Obrador Olan, Ángel Sol Sánchez y Octavio Ruiz-	INIFAP, REMEXCA	México	2014
Estimación de la repetitividad y selección genética de árboles de cacao aromático con material genético de EE-INIA-San Martín y de la UC de Lebuaf, en Perú	Carlos Oliva, José Benito, Ronald Acuña, Ana Bocanegra, Jhordan Baltazar	Universidad Nacional de Trujillo	Perú	2014

Desarrollo de un método analítico para la determinación de glucosa, fructosa y sacarosa en muestras de cacaos criollos venezolanos	María del Rosario Brunetto de Gallignani, Wendy Orozco Contreras, Yelitza Delgado Cayama, Sabrina	Ministerio de Educación Superior de Cuba	Cuba	2014
Diversidad genética de cacao theobroma cacao L. con marcadores moleculares microsatélites	Erazo, R.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia	2014
Metodología adaptada para la formación de híbridos F1 de cacao (Theobroma cacao L.) en Tabasco	Barrón-García, Y.P.; Azpeitia-Morales, A.; López-Andrade, P.A.; Mirafuentes-Hernández, F.	Universidad Autónoma de Guadalajara, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Huimanguillo	México	2014
La identidad genética, de linaje y de paternidad en el Farmer Selecciones de Cacao de Aceh, Indonesia revelado por polimorfismo de nucleótido único (SNP) Marcadores	Lukman & Dapeng Zhang & Agung W. Susilo & Diny Dinarti & Bryan Bailey & Sue Mischke & Lyndel W. Meinhardt	Department of Agronomy, Malikussaleh University Indonesia/USDA ARS/Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute (ICCRI)/Bogor Agricultural University, Indonesia	Indonesia	2014
Impacto de la adición de biocarbón en el mejoramiento de suelos, rendimiento e incidencia de Moniliophthora roreri y Phytophthora palmivora en cacao orgánico en Talamanca, Costa Rica	Acosta J.; Sotoc g.; Casanoves F.; Ditaé M.; Pocasangre L.; Estrada F.	CATIE	Costa Rica	2014
Comportamiento de la moniliasis del cacao causada por Moniliophthora roreri (Cif. y Par.) en Tapachula, Chiapas, México	López-Báez, O.; Ramírez-González, S.I.; Espinosa-Zaragoza, S.; Moreno-Martínez, J.L.; Ruiz-Bello, C.; Villarreal-Fuentes, J.M.; González-Mejía, O.	Universidad Autónoma de Chiapas	México	2014
Hongos y micotoxinas en el cacao: De la granja al chocolate	Benavente Copetti a, Iamanaka b, John I. Pitt c, Marta H. Taniwaki	Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brazil/Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, Brazil/CSIRO Animal, Food and Health Sciences, North Ryde, Australia	Brasil/Australia	2014
La expresión génica diferencial por MONILIOPHTHORA RORERI mientras la superación de la tolerancia de cacao en el campo	BRYAN A. BAILEY1,*, RACHEL L. MELNICK1, MARY D. STREMI1, JAYNE CROZIER2, JONATHAN SHAO1, RICHARD SICHER3, WILBERTH PHILLIPS-MORA4, SHAHIN S. ALI1, DAPENG ZHANG1 AND LYNDEL	USDA-ARS/CATIE/	USA/Costa Rica	2014
Análisis de la resistencia a la enfermedad de la escoba de bruja (Moniliophthora perniciosa) en cojines florales de Theobroma el cacao en una población segregante	D. V. Silveira, I. S. Araujo, S. M. J. Branco, C. I. Aguilar-Vildoso, U. V. Lopes, J. P. Marellid, J. C. Motamayore, S. Royaert, R. C. Reboucas and R. X. Corrêa	Universidade Estadual de Santa Cruz/Universidade Federal Rural do Semi-Arido/CEPEC-CEPLAC/dMars Center for Cocoa Science/USDA-ARS	Brasil/USA	2014
Antagonistas microbianos para el manejo de la pudrición negra del fruto en Theobroma cacao L. Estado actual y perspectivas de uso en Cuba	Annia Hernández-Rodriguez, Yeter Ruiz-Beltrán, Yanelis Acebo-Guerrero, Yulien Miguélez-Sierral, Mayra	CENSA	Cuba	2014
Impacto de la adición de biocarbón en el mejoramiento de suelos, rendimiento e incidencia de Moniliophthora roreri y Phytophthora palmivora en cacao orgánico en Talamanca, Costa Rica	Acosta J.; Sotoc g.; Casanoves F.; Ditaé M.; Pocasangre L.; Estrada F.	CATIE	Costa Rica	2014
Estado de la moniliasis del cacao causada por Moniliophthora roreri en Colombia	Correa J.; Castro S.; Coy, J	Universidad EAFIT	Colombia	2014
La identificación de las levaduras más frecuentes asociadas a artesanos fermentaciones de cacao mexicanos utilizando métodos de cultivo dependientes e independientes del cultivo	Arana-Sanchez, A.; Segura-García, L.E.; Kirchmayr, M.; Orozco-Ávila, I.; Lugo-Cervantes, E.; Gschaedler-Mathis, A.	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ)	México	2014
Genómica funcional de Theobroma Cacao biosíntesis de ácidos grasos: convergencia de desaturación de ácidos grasos, Desarrollo de embriones y las respuestas de defensa de Señalización	Yufan Zhang	The Pennsylvania State University	USA	2014

Desarrollo de un método analítico para la determinación de glucosa, fructosa y sacarosa en muestras de cacao criollos venezolanos	María del Rosario Brunetto de Gallignani, Wendy Orozco Contreras, Yelitza Delgado Cayama, Sabrina	Ministerio de Educación Superior de Cuba	Cuba	2014
Diversidad genética de cacao theobroma cacao l. con marcadores moleculares microsatélites	Erazo, R.	Universidad Nacional de Colombia	Colombia	2014
Metodología adaptada para la formación de híbridos F1 de cacao (Theobroma cacao L.) en Tabasco	Barrón-García, Y.P.; Azpeitia-Morales, A.; López-Andrade, P.A.; Mirafuentes-Hernández, F.	Universidad Autónoma de Guadalajara, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Huimanguillo	México	2014
La identidad genética, de linaje y de paternidad en el Farmer Selecciones de Cacao de Aceh, Indonesia revelado por polimorfismo de nucleótido único (SNP) Marcadores	Lukman & Dapeng Zhang & Agung W. Susilo & Diny Dinarti & Bryan Bailey & Sue Mischke & Lyndel W. Meinhardt	Department of Agronomy, Malikussaleh University Indonesia/USDA ARS/Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute (ICCRI)/Bogor Agricultural University, Indonesia	Indonesia	2014
Impacto de la adición de biocarbón en el mejoramiento de suelos, rendimiento e incidencia de Moniliophthora roreri y Phytophthora palmivora en cacao orgánico en Talamanca, Costa Rica	Acosta J.; Sotoc g.; Casanoves F.; Ditaé M.; Pocasangre L.; Estrada F.	CATIE	Costa Rica	2014
Comportamiento de la moniliasis del cacao causada por Moniliophthora roreri (Cif. y Par.) en Tapachula, Chiapas, México	López-Báez, O.; Ramírez-González, S.I.; Espinosa-Zaragoza, S.; Moreno-Martínez, J.L.; Ruiz-Bello, C.; Villarreal-Fuentes, J.M.; González-Mejía, O.	Universidad Autónoma de Chiapas	México	2014
Hongos y micotoxinas en el cacao: De la granja al chocolate	M. B. B. Copetti a, Iamanaka b, John I. Pitt c, Marta H. Taniwaki	Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brazil/Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, Brazil/CSIRO Animal, Food and Health Sciences, North Ryde, Australia	Brasil/Australia	2014
La expresión génica diferencial por MONILIOPHTHORA RORERI mientras la superación de la tolerancia de cacao en el campo	BRYAN A. BAILEY1,*, RACHEL L. MELNICK1, MARY D. STREM1, JAYNE CROZIER2, JONATHAN SHAO1, RICHARD SICHER3, WILBERTH PHILLIPS-MORA4, SHAHIN S. ALI1, DAPENG ZHANG1 AND LYNDEL	USDA-ARS/CATIE/	USA/Costa Rica	2014
Análisis de la resistencia a la enfermedad de la escoba de bruja (Moniliophthora perniciosa) en cojines florales de Theobroma el cacao en una población segregante	D. V. Silva, I. S. Araujo, S. M. J. Branco, C. I. Aguilar-Vildoso, U. V. Lopes, J. P. Marellid, J. C. Motamayore, S. Royard, R. C. Rebouças and R. X. Corrêa	Universidade Estadual de Santa Cruz/Universidade Federal Rural do Semi-Arido/CEPEC-CEPLAC/dMars Center for Cocoa Science/USDA-ARS	Brasil/USA	2014
Antagonistas microbianos para el manejo de la pudrición negra del fruto en Theobroma cacao L. Estado actual y perspectivas de uso en Cuba	Annia Hernández-Rodríguez, Yeter Ruiz-Beltrán, Yanelis Acebo-Guerrero, Yulien Miguélez-Sierral, Mayra	CENSA	Cuba	2014
Impacto de la adición de biocarbón en el mejoramiento de suelos, rendimiento e incidencia de Moniliophthora roreri y Phytophthora palmivora en cacao orgánico en Talamanca, Costa Rica	Acosta J.; Sotoc g.; Casanoves F.; Ditaé M.; Pocasangre L.; Estrada F.	CATIE	Costa Rica	2014
Estado de la moniliasis del cacao causada por Moniliophthora roreri en Colombia	Correa J.; Castro S.; Coy, J	Universidad EAFIT	Colombia	2014
La identificación de las levaduras más frecuentes asociadas a artesanos fermentaciones de cacao mexicanos utilizando métodos de cultivo dependientes e independientes del cultivo	Arana-Sanchez, A.; Segura-García, L.E.; Kirchmayr, M.; Orozco-Ávila, I.; Lugo-Cervantes, E.; Gschaedler-Mathis, A.	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ)	México	2014
Genómica funcional de Theobroma Cacao biosíntesis de ácidos grasos: convergencia de desaturación de ácidos grasos, Desarrollo de embriones y las respuestas de defensa de Señalización	Yufan Zhang	The Pennsylvania State University	USA	2014

La cristalización dinámica de cizallamiento Trabajado manteca de cacao	Rodrigo Campos and Alejandro G. Marangoni	University of Guelph	Canadá	2014
los polifenoles del cacao aceleran la degradación de la vitamina B12 en calentada leche con chocolate	Paul W. Johns,1* Ananya Das,2 Esther M. Kuil,3 Wesley A. Jacobs,1 Karen J. Schimpf1 & Daniel J. Schmitz1	Abbott Laboratories	USA/Países Bajos	2014
Influencia de la actividad de agua en la compresibilidad y mecánico propiedades de los productos de cacao	E. Ostrowska-Lige,za a, *, A. Lenart b	University of Life Sciences/Warsaw University of Life Sciences	Polonia	2014
Predicción novela del contenido total de grasa de cacao en grano por espectroscopia FT-NIR Basado en efectivo espectral Selección de regresión multivariante	Ernest Teye & Xingyi Huang	University of Cape Coast, Cape Coast, Ghana/Jiangsu University, China	Ghana/China	2014
Extracción, identificación y semi-cuantificación de oligopéptidos en granos de cacao	Angela Marseglia a, Stefano Sforza a, Andrea Faccini b, Mariangela Bencivenni a, Gerardo Palla a, Augusta	University of Parma, Parma, Italy	Italia	2014
incubaciones de fermentación similar al de Theobroma cacao L., Buena calidad en un tiempo más corto	Claudia Bahmann* , Tumforde Thomas, Lieberei Reinhard	University of Hamburg	Alemania	2014
Influencia de diacilglicerole manteca de cacao sobre la migración inducida florecimiento de la grasa en chocolates rellenos	Nathalie De Clercq1, Frédéric Depypere2, Claudia Delbaere1, Ingmar Nopens3, Herwig Bernaert2 and Koen Dewettinck	Ghent University, Ghent, Belgium/	Belgica	2014
Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones.	Elba Sangronis, María José Soto, Yolmar Valero, Ignacio Buscema	Universidad Simón Bolívar	Venezuela	2014
El cacao en México: factores restrictivos y los niveles de productividad	Díaz-José, J.; Díaz-José, O.; Mora-Flores, S.; Rendón-Medel, R.; Tellez-Delgado, R	Cornell International Institute for Food Agriculture and Development (CIIFAD)/Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT)/Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM)	USA/México	2014
Chocolate y salud cardiometabólica	Gutiérrez-Salmeán, G.; Meaney, E.; Ceballos-Reyes, G.	Instituto Politécnico Nacional	México	2014
Implementación de la metodología de selección participativa de Cacao en el municipio de Tecpatán, Chiapas, México	Ramírez-González, S.I.; López-Báez, O.; Espinosa-Zaragoza, S.; Hernández-Márquez, I.E.; García-Gómez, S.	Universidad Autónoma de Chiapas	México	2014
La gestión de la diversidad de plantas en sistemas agroforestales de cacao en África Occidental y Central-efectos de los mercados y las necesidades del hogar	Denis J. Sonwa,Stephan F. Weise, Go'tz Schroth, Marc J. J. Janssens, Howard-Yana Shapiro	CIFOR	USA	2014
Instalación CACAO: objetivos radiactivos en Orsay	C. O. Bacri1 • V. Petitbon-The'venet • J. Mottier • H. Lefort • A. Durnez • F. Fortuna2	1Institut de Physique Nucle'aire d'Orsay/2Centre des Sciences Nucle'aires et des Sciences de la Matie're	Francia	2014
Manteca de Mango emulsión geles como equivalentes de manteca de cacao: y Análisis Mecánico física, térmica	Sai S. Sagiri,† Vijeta Sharma, † Piyali Basak,‡ and Kunal Pal	National Institute of Technology/Jadavpur University	India	2014
Toxicidad oral subaguda de té de cacao (Camellia ptilophyllum) extracto de agua en ratas SD	Kaikai Li,1,2,3* Xuelin Zhou,2,3 Xiaorong Yang,1,4 Xianggang Shi,1 Xiaohong Song,1 Chuangxing Ye 1 & Chun Hay Ko	Sun Yat-sen University/ The Chinese University of Hong Kong/Yili Normal University/	China	2014
Presencia y la variación de ácido γ-aminobutírico y otros aminoácidos libres en los granos de cacao de diferentes orígenes geográficos	Angela Marseglia, Gerardo Palla, Augusta Caligiani	University of Parma, Italia	Italia	2014
Flavonoides del cacao muestran efectos beneficiosos en las células beta pancreáticas cultivadas y células de hígado para prevenir la aparición de la diabetes tipo 2	María Ángeles Martín a,b, Isabel Cordero-Herrera a, Laura Bravo a, Sonia Ramos a, Luis Goya	Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN — CSIC)/Centro de Investigación Biomédica en red de Diabetes y Enfermedades Metabólicas Asociadas (CIBERDEM — ISCIII)	España	2014

La conversión de cáscaras de Cacao por pirólisis y reacción catalítica para producir productos químicos útiles	Dieni Mansur a,*, Teruoki Tago b, Takao Masuda b, Haznan Abimanyu	Indonesian Institute of Sciences/Hokkaido University	Indonesia/Japón	2014
El consumo regular de un producto de cacao mejora la cardiometabólico perfil en adultos sanos y hipercolesterolemia moderada	Beatriz Sarria ^{1*} †, Sara Martí ² nez-Lo ³ pez ^{1†} , José ¹ Luis Sierra-Cinos ² , Luis Garcí ¹ a-Diz ² , Raquel Mateos ¹ and Laura Bravo	Institute of Food Science, Technology and Nutrition (ICTAN-CSIC), Spain/Complutense University of Madrid (UCM)	España	2014
Fidelidad al sitio y el movimiento de Chelonoidis carbonaria (Testudinidae) en plantaciones de cacao en el sureste de Brasil	Borini, J.F.a*, Petrucci, B.B.a, Krohling, W.a, Rossi Júnior, J.L.a, Santos, M.R.D.a and Ferreira Júnior, P.D.a	Universidade Vila Velha	Brasil	2014
Los efectos de la aguda post Ejercicio consumo de bebidas a base de cacao con diferentes Dos Flavanol contenido de Índices de recuperación muscular después de descenso carrera en cinta ergométrica	Katelyn Peschek, Robert Pritchett, Ethan Bergman and Kelly Pritchett	Central Washington University	USA	2014
Estimación del valor calórico de la manteca de cacao bajo en calorías y evaluación de sus efectos sobre la bioquímica y fisiológica parámetros de las ratas alimentadas con la dieta alta en grasas in vivo	Wei-Liang Wu ^{1,2*} , Lu-Yun Pan ^{2,3*} , Zhi-Qiang Tan ² , Lu Yuan ² , Wen-Liang Zhu ¹ , Xiao-Ming Li ¹ , De-Pei Liang ¹ , Yong Zhou ¹ , Jiang Li ¹ and Jian-Xian Zheng ²	Guangdong Testing Institute of Product Quality Supervision, Foshan, China/South China University of Technology, Guangzhou, China/Yuhuan Testing Center of Food and Drug Control, Zhejiang, China	China	2014
La cohorte de la Niñez Origen de Asma y enfermedades alérgicas (cacao)	Hyeon-Jong Yang ¹ , So-Yeon Lee ² , Dong In Suh ³ , Youn Ho Shin ⁴ , Byoung-Ju Kim ⁵ , Ju-Hee Seo ⁶ , Hyoung Yoon Chang ⁷ , Kyung Won Kim ⁸ , Kangmo Ahn ⁹ , Yee-Jin Shin ¹⁰ , Kyung-Sook Lee ¹¹ , Cheol Min Lee ¹² , Se-Young Oh ¹³ , Ho Kim ¹⁴ , Jong-Han Leem ¹⁵ , Hwan-Cheol Kim ¹⁵ , Eun-Jin Kim ¹⁶ , Joo-Shil Lee ^{16*} † and	Department of Immunology and Pathology, Korea National Institute of Health, Korea/University of Ulsan College of Medicine, Korea	Corea	2014
Predecir el futuro idoneidad climática para el cultivo de cacao de los países productores más importantes del mundo, Ghana y Costa de Marfil	Peter Läderach	The Pennsylvania State University	USA	2013
La adaptabilidad del agroecosistema y la percepción de los agricultores de los efectos del cambio climático en las plantaciones de cacao del Alto Beni, Bolivia	Johanna Jacobi ^{1*} , Monika Schneider ² , Patrick Bottazzi ¹ , Maria Pillco ³ , Patricia Calizaya ⁴ and Stephan Rist	University of Bern/Institute of Organic Agriculture, Switzerland/Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia/Fundación PIAF-El Ceibo	Suiza/Bolivia	2013
Efecto del cambio de uso del suelo de forestal a agroforestal de cacao las características del suelo y la calidad de un férricos Luvisoles en las tierras bajas húmedas Ghana	Evans K. Dawoe • James S. Quashie-Sam • Samuel K. Oppong	Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana	Ghana	2013
Viabilidad económica y ambiental de policultivos de hule, café y cacao	Belén Cruz González, Ramón Jarquín Gálvez y Hugo Magdaleno Ramírez	INIFAP, REMEXCA	México	2013
Diversidad florística en plantaciones agroforestales de cacao en Cardenas Tabasco, México	Aurora Ramírez-Meneses, Eustolia García-López, José Jesús Obrador-Olán, Octavio Ruiz-Rosado, Wilder Camacho-	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	México	2013
Bases para la zonificación agroecológica en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) por medio del criterio de expertos.	Gidlis M. Suárez, René Florido Bacallao, Francisco Soto Carreño y Alberto Caballero Núñez	Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba.	Cuba	2013
Origen del complejo de tipo Theobroma cacao Trinitario (Malvaceae) de Trinidad y Tobago reveló el uso de la genómica plastídios	Ji Yong Yang & Moira Scascitelli & Lambert A. Motilal & Saemundur Sveinsson & Johannes M. M. Engels & Nolan C. Kane & Hannes Dempewolf & Dapeng Zhang & Kamaldeo Maharaj & Quentin C. B. Cronk	Department of Botany, University of British Columbia-Cocoa Research Unit, The University of the West Indies-Ministry of Agriculture, Food Production Land, and Marine Resources Affairs, Central Experiment Station, Centeno, Via Arima P.O., West Indies, Republic of Trinidad and Tobago	Trinidad y Tobago	2013

Actividad antioxidante de clones de cacao (Theobroma de cacao L.) finos y aromáticos en el estado de Chiapas, México	Martha Beatriz Ramírez González; Víctor Hugo Cely Niño; Sandra Isabel Ramírez	Universidad de Antioquia	México	2013
Evaluación de dos protocolos para la inducción de embriogénesis somática en clones de cacao (Theobroma cacao L.) seleccionados por el Programa de Mejoramiento Genético de Cacao	Mata, A.	CATIE	Costa Rica	2013
Efecto del cambio de uso del suelo de forestal a agroforestal de cacao las características del suelo y la calidad de un férricos Luvisoles en las tierras bajas húmedas Ghana	Evans K. Dawoe • James S. Quashie-Sam • Samuel K. Oppong	Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana	Ghana	2013
Zeolitas en la fertilización química del cacao CCN.51 asociado con cuatro especies maderables.	Fernando Sánchez-Mora, Gregorio Vásquez Montúfar, Fabián Abril Saltos, Jaime Vera Chang, Rommel Ramos Remache, Gorki Díaz Coronel, Emma Torres Navarrete, Germán Jácome López	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	Ecuador	2013
Combinación de agentes biológicos para el control de enfermedades del fruto de cacao (Theobroma Cacao L).	Guevara S.; Freddy J.	Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEC)	Ecuador	2013
Asistida por ultrasonido Método para la extracción de cafeína y teobromina de las semillas de cacao y chocolate	Peralta-Jiménez. L.; Cañizares-Macías, M.P.	Universidad Nacional Autónoma de México	México	2013
Caracterización de los perfiles de cristalización y de fusión de mezclas de grasa de semilla de mango y palmoilmid-fracción como sustitutos de la manteca de cacao usando calorimetría diferencial de barrido y el pulso de resonancia magnética nuclear	M.H.A. Jahurul a, I.S.M. Zaidul b,*, N.A.N. Norulaini c, F. Sahena a, M.Z. Abedin a, Kashif Ghafoor d, A.K. Mohd Omar	Universiti Sains Malaysia, Minden, Malaysia/International Islamic University, Kuantan Campus, Malaysia/Universiti Sains Malaysia, Minden, Malaysia/King Saud University, Saudi Arabia	Malasia/Arabia Saudita	2013
Rápida diferenciación de los granos de cacao de Ghana por espectroscopia FT-NIR junto con la clasificación multivariante	Ernest Teye a,b,†, Xingyi Huang a, Huang Dai a, Quansheng Chen	Jiangsu University China/University of Cape Coast, Cape Coast, Ghana	China/Ghana	2013
Alta fase interna agar dispersiones de hidrogel en el cacao mantequilla y el chocolate como el camino hacia la reducción de grasa contenido	Thomas S. Skelton,† Patrik K. A. Olsson,† Adam R. Morgan† and Stefan A. F. Bon	University of Warwick, UK	Reino Unido	2013
Desarrollo de hamburguesas adicionadas con fibra de nopal (Opuntia ficus-indica) y cacao en polvo (Theobroma cacao), características nutritivas, fisicoquímicas y sensoriales	Chamorro-Ramírez, F.H.; González-Sánchez, J.F.; Medina-González, O.; Azpe-Franco, A.; Arce-Jurado, G.	Laboratorio Veterinario de Ciencia de la Carne y Salud Pública, Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco/ Universidad del Valle de México	México	2013
estado actual y las perspectivas en la producción de cacao en México	Díaz-José, O.; Aguilar-Ávila, J.; Rendón-Medel, R.; Santoyo-Cortés, V.H.	Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agricultura y la Agroindustria Mundial (CIESTAAM). Universidad Autónoma Chapingo.	México	2013
Los niveles de LDL oxidadas disminuye después del consumo de alimentos listos para consumir comidas suplementadas con extracto de cacao dentro de una dieta hipocalórica	I. Ibero-Baraibar a, I. Abete a, S. Navas-Carretero a,b, A. Massis-Zaid a, J.A. Martínez a,b,*, M.A. Zulet	University of Navarra/Carlos III Health Research Institute	España	2013
Estabilidad de los compuestos fenólicos en los embutidos crudos curados añadió con cacao y extractos de semillas de uva	Albert Ribas-Agustí, Marta Gratacós-Cubarsí, Carmen Sárraga, M. Dolors Guàrdia, José-Antonio García-Regueiro, Massimo Castellari	IRTA-Food Industries, Spain	España	2013
Viabilidad económica y ambiental de policultivos de hule, café y cacao	Belén Cruz González, Ramón Jarquín Gálvez y Hugo Magdaleno Ramírez	INIFAP, REMEXCA	México	2013
Tradicionales vs. modernos sistemas de producción: Precio y consideraciones no de mercado de productores de cacao en el norte de Ecuador	Pilar Useche, Trent Blare	Universidad de Florida, Estados Unidos	Ecuador	2013

Anatomía e histoquímica de la semilla del cacao (Theobroma cacao L.) criollo mexicano	Rangel-Fajardo, M.A.; Zavaleta-Mancera, H.A.; Córdova-Téllez, L.; López-Andrade, A.P.; Delgado-Alvarado, A.; Vidales-Fernández, I.;	Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo/INIFAP/	México	2012
Potencial de los Marcadores Moleculares para el Rescate de Individuos de Theobroma cacao L. de Alta Calidad	Vázquez-Ovando, A.; Molina-Freaner, F.; Nuñez-Farfán, J.; Salvador-Figueroa, M.	Universidad Autónoma de Chiapas/Universidad Nacional Autónoma de México	México	2012
Identificación, caracterización y mapeo de EST derivados de SSR de la interacción de cacao lunesta cacao Ceratocystis	Rogério Mercês Ferreira Santos, Didier Clement, Livia Santos Lima Lemos, Thierry Legravre, Claire Lanaud, Raymond J. Schnell, Jose Luis Pires, Uilson Vanderlei Lopes, Fabienne Micheli, Karina Peres Gramacho	Cocoa Research Center, CEPLAC/CEPEC, CIRAD, UMR AGAP, USDA	USA/Brasil/Francia	2012
Identificación de hongos micorrízicos arbusculares en sistemas agroforestales con cacao en el trópico húmedo ecuatoriano.	Oscar Oswaldo Prieto-Benavides, Carlos Eulogio Belezaca-Pinargote, Washington Fernando Mora-Silva, Felipe Rafael Garcés-Fiallos, Freddy Agustín Sabando-Ávila, Pedro Emilio	Universidad de Costa Rica	Mesoamérica	2012
El cacao (Theobroma cacao) aumento del rendimiento en Costa Rica a través de la novela el manejo del estrés y el enfoque de la fertilización	Ulrike Krauss, Valex Adonías, Claudio Arroyo, Mirjam Bekker, Jayne Crozier, Arturo Gamboa, Chantal Steuten y Keith Holmes.	CATIE	Costa Rica	2012
Caracterización genómica y tratamiento de las enfermedades causadas por hongos de Cacao	Bryan Bailey	PSU	USA	2012
Monilophthora roreri (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao	Fernando David Sánchez Mora, Felipe Rafael Garcés Fiallos	Universidad Nacional de Trujillo	Perú	2012
Efecto del tiempo de fermentación y la temperatura de secado en los compuestos volátiles en el cacao	Rodríguez-Campos, J.; Escalona-Buendía, H.B.; Contreras-Ramos, S.M.; Orozco-Ávila, I.; Jaramillo-Flores, E.; Lugo-Cervantes, E.	National School of Biological Sciences National Polytechnic Institute (ENCB-IPN)/Center for Research and Assistance in Technology and Design of the State of Jalisco (CIATEJ)/Autonomous Metropolitan University Iztapalapa (UAM-I)	México	2012
Análisis comparativo de competitividad de las cadenas productivas de cacao de Colombia y Ecuador	Milena García P., Luis Felipe Montaña Quintero, Alexandra Montoya	Universidad de Nariño	Colombia	2012
Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (Theobroma cacao L.) tipo nacional.	Rubén Darío Rivera Fernández, Freddy Wilberto Mecías Gallo, Ángel Monserrate Guzmán Cedeño, Mayra Mercedes Peña Galeas, Hugo Nolti Medina Quinteros, Lola Margarita Casanova Ferrín, Alexandra Elizabeth Barrera Álvarez, Pedro Eduardo Nivelá	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	Ecuador	2012
Los polifenoles del cacao		Laboratoire BIO-CE, Francia	Francia	2012
Composición química y nutricional de tejate, un tradicionales de maíz y cacao bebida desde los valles centrales de Oaxaca, México	Sotelo, A.; Soleri, D.; Wachter, C.; Sánchez-Chinchillas, A.; Argote, R.M.	Universidad Nacional Autónoma de México/University of California	México/USA	2012
Cacao y chocolate: seducción y terapéutica	Waizel-Haiat, S.; Waizel-Bucay, J.; Magaña-Serrano, J.A.; Campos-Bedoya, P.; San Esteban-Sosa, J.E	Centro Médico ABC/Instituto Politécnico Nacional/Instituto Mexicano del Seguro Social.	México	2012
el consumo de cacao durante el siglo octavo en álcalis Ridge, el sureste de Utah	Dorothy K. Washburn a*, William N. Washburn b**, Petia A. Shipkova	University of Pennsylvania, Philadelphia/Pharmaceutical Research Institute, Bristol-Myers Squibb, Princeton	USA	2012
Theobroma cacao -Una Introducción a la planta, su composición, usos y beneficios para la salud	César Vega, Catalina Kwik-Urbe	Mars		2012
La acumulación de azúcares en el cacao (Theobroma cacao L.) semillas de tres orígenes genéticos y su relación con la tolerancia a la desecación	Rangel-Fajardo, M.A.; Delgado-Alvarado, A.; Córdova-Téllez, L.; Zavaleta-Mancera, A.; Villegas-Monter, A.; López-Andrade, A.P.; Vidales-	Instituto de Recursos Genéticos y Productividad/COLPOS/INIFAP	México	2011

Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano.	Janeth Aidé Perea; Olga Lucia Ramírez; Arley Rene Villamizar	Universidad de Santander	Colombia	2011
Efecto de la fertilización con diversas fuentes sobre el rendimiento de cacao (Theobroma cacao L.)	José Luis Ruales Mora, Hernán Burbano Orjuela, William Ballesteros	Universidad de Nariño	Colombia	2011
La gestión de las plantaciones de cacao seminal mediante la poda y corrección de sombreado permanente	Reis W.; René, R.; Vanderlei, U.; Santana, A.; Ramos, W.	CEPLAC	Brasil	2011
El aislamiento de bacterias formadoras de endosporas endófitos de Theobroma cacao como potenciales agentes de control biológico de las enfermedades del cacao	Rachel L. Melnick, Carmen Suárez, Bryan A. Bailey, Paul A. Backman	PSU	USA	2011
PRIMER INFORME de Phytophthora palmivora, AGENTE CAUSAL DE NEGRO POD, del cacao (Theobroma cacao L.) EN PUERTO RICO	Ricardo Goenaga	PSU	USA	2011
Prueba de apareamiento en 90 aislamientos de Phytophthora, provenientes de frutos enfermos de cacao (Theobroma cacao Lin) en el municipio de Baracoa, provincia Guantánamo, Cuba	Y. Matos, Belkis Peteira, G. Matos, C. Decock, D. Hubeaux, W. Lambertt, I. Bidot, Yanelis Acebo, P. Ochoa, P. Clapé	CENSA	Cuba	2011
Caracterización del sistema tradicional de producción de cacao (Theobroma cacao L.), en seis núcleos productivos del municipio de Tumaco; Nariño.	Olegario Preciado, Clara Inés Ocampo, William Ballesteros Possú	Universidad de Nariño	Colombia	2011
Caracterización fisicoquímica de materiales regionales de cacao colombiano.	Janeth Aidé Perea; Olga Lucia Ramírez; Arley Rene Villamizar	Universidad de Santander	Colombia	2011
Efecto del equipo de fermentación y la temperatura de secado en los compuestos volátiles presentes en el cacao	J. Rodríguez-Campos a, H.B. Escalona-Buendía d, S.M. Contreras-Ramos c, I. Orozco-Avila b, E. Jaramillo-Flores a, E. Lugo-Cervantes	Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa	México	2011
Cuentas, dares y tomars del cacao: delicia, convite, rito mesoamericano. Aspectos antropológicos	Attolini-Lecón, A.	Dirección de Etnohistoria del INAH.	México	2011
La actividad antitumoral contra murino L5178Y modelo de linfoma de proteínas a partir de cacao (Theobroma cacao L.) semillas en relación con actividad antioxidante in vitro	Preza, A.M.; Jaramillo, M.E.; Puebla, A.M.; Mateos, J.C.; Hernández, R.; Lugo, E.	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco	México	2010
Caracterización de la actividad exopeptidasa existente en Theobroma cacao L. durante la germinación	Sánchez-Mundo, M.L.; Bautista-Muñoz, C.; Jaramillo-Flores, M.E.	Instituto Politécnico Nacional/Colegio de Postgraduados Campus Tabasco	México	2010
El papel de la base de datos internacional de germoplasma de cacao y cacao en la cuarentena internacional centro de gestión y distribución de los recursos genéticos de cacao	Paul Hadley	The Pennsylvania State University	USA	2010
Factores que afectan la abundancia de insectos polinizadores del cacao en sistemas agroforestales.	Julio Cesar Bravo M, Eduardo Somarriba, German Arteaga	Universidad de Nariño	Colombia	2010
Análisis RAPD de la diversidad genética de Theobroma cacao L. de una población del Litoral Ecuatoriano	Carranza, M.; Motte, E.; Cedeño V.; Cevallos O.; Saucedo S.; Canchignia H.; Escobar A	Universidad Técnica Estatal de Quevedo	Ecuador	2010
Dinámica de compuestos volátiles y no volátiles presentes en el cacao (Theobroma cacao L.) durante los procesos de fermentación y secado utilizando análisis de componentes principales	Rodríguez-Campos, J.; Escalona-Buendía, H.B.; Orozco-Avila, I.; Lugo-Cervantes, E.; Jaramillo-Flores, M.E	National School of Biological Sciences National Polytechnic Institute (ENCB-IPN)/Center for Research and Assistance in Technology and Design of the State of Jalisco (CIATEJ)/Autonomous Metropolitan University Iztapalapa (UAM-I)	México	2010
Higroscopicidad de habas de cacao a 25 C	Ada .Castillo, Silvia Falco, Lumey Llera, Maruja González, Gisela González, Abel Córdoba	Instituto de Investigaciones Alimentarias de Cuba	Cuba	2010
El chocolate y manteca de cacao-Estructura y Composición	Geoff Talbot	Consultor Bedford	Reino Unido	2010
Dinámica de compuestos volátiles y no volátiles presentes en el cacao (Theobroma cacao L.) durante los procesos de fermentación y secado mediante el análisis de componentes principales	J. Rodríguez-Campos a, H.B. Escalona-Buendía c, I. Orozco-Avila b, E. Lugo-Cervantes b, M.E. Jaramillo-Flores	Departamento de Ciencia de los Alimentos, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, Unidad de Tecnología de los Alimentos, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa	México	2010

Detección fluorescente de la (-) - epicatequina en micromuestras a partir de semillas de cacao y productos de cacao: Comparación con el método de Folin-Ciocalteu	Ramírez-Sánchez, I.; Maya, L.; Ceballos, G.; Villarreal, F.	University of California/Escuela Superior de Medicina del Instituto Politécnico Nacional	USA/ México	2010
Estabilidad de la producción de cultivares híbridos de cacao en la región de Baracoa	Martínez, F.; Varela, M.; Moya, C.C.; Vázquez, E.	CATIE	Cuba	2010
Cacao (Theobroma cacao L.)	KP Prabhakaran Nair	Consejo Indio de Investigación Agrícola, Nueva Delhi, India	India	2010
Un meta-análisis de QTL de rasgos de resistencia a enfermedades de Theobroma cacao L.	Claire Lanaud	The Pennsylvania State University	USA	2009
Presencia de genes (WRKY) asociados a la respuesta al estrés biótico en cacao de Nicaragua.	Iván Marín-Argüello, Sara Negaresh	Universidad de Costa Rica	Mesoamérica	2009
Cacao Industrial El compostaje de escombros en el suelo y lombricultura	Molina-Murguía, J.F.F.; García-Calderón, N.E.; Almendros-Martín, G.	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/Universidad Nacional Autónoma de México	México	2009
Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal de cacao (Theobroma cacao L.) en el Soconusco, Chiapas, México	Roa-Romero, H.A.; Salgado-Mora, M.G.; Álvarez-Herrera, J.	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia/Universidad Autónoma de Chiapas	Colombia/México	2009
La moniliasis un desafío para lograr la sostenibilidad del sistema cacao en México	Ramírez González, S.I.	Universidad Autónoma de Chiapas	México	2008
Costo / beneficio de la cacao cultura	Antonio César Costa Zugaib; Almir Martins dos Santos; Valter Alves Nascimento; Givago Barreto Martins dos Santos; Pricilla Barreto Martins dos Santos	CEPLAC; Universidad Estatal Santa Cruz	Brasil	2008
Participación de las asociaciones de campesinas en el acopio de y comercialización de cacao (Theobroma cacao L.) en Tabasco, México	V Córdova-Avalos, JD Mendoza-Palacios, L Vargas-Villamil, F Izquierdo-Reyes, CF Ortiz-García	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	México	2008
Identificación de la microbiota del filo plano del cacaotero (Theobroma cacao L.), en el municipio Carraciolo Parra Olmedo, estado Mérida, Venezuela	L.M. Urdaneta G. y A.E. Delgado A.	Universidad de Zulia	Venezuela	2007
Efecto de la biofertilización en vivero del cacao (Theobroma cacao L) con Azospirillum brasilense Tarrand, Krieg et döbereiner y Glomus intraradices Schenk et Smith	Aguirre-Medina, J.F.; Mendoza-López, A.; Cadena-Iñiguez, J.; Avendaño-Arrazate, C.H.	INIFAP, Unión Mundial para La Naturaleza, Grupo Interdisciplinario de Investigación	México	2007
Fauna chinches Harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae) asociada a plantas de interés: III. Cafeto y cacao.	María de los A. Martínez; Moraima Surís; E. Blanco	CENSA	Cuba	2007
Análisis Químico del Cacao Criollo Porcelana (Theobroma cacao L.) en el Sur del Lago de Maracaibo	E. Portillo, L. Graziani de Farinas y E. Betancourt	Universidad de Zulia	Venezuela	2007
Análisis Químico del Cacao Criollo Porcelana (Theobroma cacao L.) en el Sur del Lago de Maracaibo	E. Portillo, L. Graziani de Farinas y E. Betancourt	Universidad de Zulia	Venezuela	2007
El Cacao	Ogata, N.	INIFAP	México	2007
Una evaluación de la productividad del suelo en el cacao intercalado y los sistemas ambientales de cola en el suroeste de Nigeria	Olusegun Ekanade	International Journal of Environmental Studies	Nigeria	2007
El mapeo de QTLs para escoba de bruja (Crinipellis perniciososa) Resistencia en Cacao (Theobroma cacao L.)	Uilson Lopes	The Pennsylvania State University	USA	2006
Caracterización y evaluación de accesiones de genotipos de cacao amazónico con énfasis en su comportamiento sanitario y productivo.	Calderón, D; Loo, G; Amores, F; Motamayor J. C.; Peña, G.	INIAP, USDA, MASTER FOOD	Ecuador	2006
Estudio de la capacidad hereditaria de genes de resistencia de escoba de bruja (Crinipellis perniciososa) en genotipos de cacao Nacional y Amazónicos usados como parentales	Peña. G., Motamayor. J., Amores. F., Monteverde. E., Calderón. D.	INIAP, USDA, MASTER FOOD	Ecuador	2006
Productividad y sanidad de un grupo de genotipos de cacao (Theobroma cacao L.) introducidos al Ecuador y evaluados en la zona de Quevedo.	Zambrano. J., Amores. F. Eskes .B. Vasco. A. y Peña. G.	INIAP; CFC; ICCO; IPGRI	Ecuador	2006
Capacidad para combinar resistencia a las enfermedades, el rendimiento y hortícolas Rasgos de cacao (Theobroma cacao). Los clones	Cuauhtemoc Cervantes-Martinez, J. Steven Brown, and Raymond J. Schnell 2. Wilbert Phillips-Mora 3. Jemmy F. Takrama 4. Juan C. Motamayor	Horticultura Subtropical Estación de Investigación, EE.UU., Departamento de Agricultura de Miami.	Estados Unidos	2006

Primer informe de MONILIOPHTHORA RORERI causando pudrición de la vaina helada (moniliasis) de cacao en México	Phillips-Mora, W.; Coutiño, A.; Ortiz, C.F.; López, A.P.; Hernández, J.; Aimee, M.C.	CATIE/INIFAP/USDA	Costa Rica/México /USA	2006
Prácticas poscosecha y de almacenamiento del cacao (Theobroma cacao) en el estado miranda Venezuela	R.J. Liendo1 y C. Marín R.	Universidad de Zulia	Venezuela	2006
Productividad y sanidad de un grupo de genotipos de cacao (Theobroma cacao L.) introducidos al Ecuador y evaluados en la zona de Quevedo.	Zambrano. J., Amores. F. Eskes .B. Vasco. A. y Peña. G.	INIAP; CFC; ICCO; IPGRI	Ecuador	2006
Vaina de cacao pH y las implicaciones para la selección de agentes de control biológico de las enfermedades del cacao	Y Donnan, C Arroyo, Gamboa y Ulrike Krauss.	INCOPED	Costa Rica	2006
Efecto de algunos factores post-cosecha sobre la calidad sensorial del cacao criollo porcelana (Theobroma cacao L.)	E. Portillo, L. Graziani de Fariñas, E. Cros	Universidad del Zulia	Venezuela	2006
Caracterización de la fibra de cacao y su efecto sobre la capacidad antioxidante en suero de animales de experimentación.	E. Lecumberri; R. Mateos; S. Ramos; M. Alía; P. Rúperez; L. Goya; M. Izquierdo-Pulido; L. Bravo	SENPE	España	2006
Evaluación de cacao (Theobroma cacao) contra siete clones aislados colombianos de MONILIOPHTHORA RORERI de los grupos genéticos de cuatro patógenos	W. Phillips-Moraun., J. Castilloun., U. Krausssegundo., E. Rodríguez y MJ Wilkinsonr.	CATIE	Costa Rica	2005
Resistencia de cartografía genética para la enfermedad de escoba de bruja en Theobroma cacao L. en una población F2 usando marcadores SSR y genes candidatos	J. Steven Brown and R.J. Schnell 2. J.C. Motamayor 3. Uilson Lopes 4. David N. Kuhn 5. James W. Borrone	Horticultura Subtropical Estación de Investigación, EE.UU., Departamento de Agricultura de Miami.	Estados Unidos	2005
Uso de Trichoderma spp para control del complejo Moniliasis o Escoba de Bruja del cacao en Ecuador	Solis, K.; Suárez -C	INIAP	Ecuador	2005
Evaluación de cacao (Theobroma cacao) contra siete clones aislados colombianos de MONILIOPHTHORA RORERI de los grupos genéticos de cuatro patógenos	W. Phillips-Moraun., J. Castilloun., U. Krausssegundo., E. Rodríguez y MJ Wilkinsonr.	CATIE	Costa Rica	2005
Efecto de los Tratamientos post-cosecha sobre la Temperatura y el Índice de Fermentación en la calidad del cacao criollo Porcelana (Theobroma cacao L.) en el Sur del Lago de Maracaibo	E. Portillo, L. Graziani de Farinas y E. Betancourt	Universidad de Zulia	Venezuela	2005
Determinación de hongos formadores de micorrizas (HMA) en Theobroma cacao L, Musa sp., Simmonds, Borojoa patinoi. Cuatr Y Bactris gasipaes HBK en el municipio de Tumaco, Nariño.	William Ballesteros Possú; Alberto Unigarro; Shyrley Carolina Rosero Bastidas; Andrea Fernanda Solarte Revelo	Universidad de Nariño	Colombia	2004
Evaluación de hongos formadores de micorrizas vesículo arbusculares (MVA) en la etapa de almácigo de cacao (Theobroma cacao L), en Tumaco, Nariño.	Willian Ballesteros Possú; Alberto Unigarro; Camila Elizabeth Cadena Ortega; Jesús Alfredo Cadena Ortega.	Universidad de Nariño	Colombia	2004
La micropropagación de Theobroma cacao L. el uso de plantas derivadas de embriones somáticos	Abdoulaye Traore , Siela N. Maximova , Mark J. Gultinan	The Pennsylvania State University	USA	2003
Control químico y cultural de la moniliasis (Moniliophthora roreri Cif & Par) del cacao (Theobroma cacao L) en el estado Barinas.	L. Sánchez F., E. Gamboa y J. Rincón	Universidad de Zulia	Venezuela	2003
Una investigación de campo en sistemas de administración para agentes para controlar roreri Moniliophthora	Eduardo Hidalgo , Roy Bateman , Ulrike Krauss , Martijn diez Hoopen , Adolfo Martínez	European Journal of Plant Pathology	Estados Unidos	2003
Manejo Integrado de la moniliasis (Moniliophthora roreri) del cacao (Theobroma cacao) en Talamanca, Costa Rica	Ulrike Krauss; Martijn Hoopen; Eduardo Hidalgo; Adolfo Martínez; Claudio Arroyo; Johnny García; Armando Portuguez; Vilmar Sánchez.	CATIE	Costa Rica	2003
Fermentación sólida de la cáscara de cacao por Pleurotus sp	Rosa Catalina Bermúdez Savón; Ivan Ramos Sevilla; Carlos Donoso Fernández; Ing. Nora García Oduardo; Clara Ester Martínez Manrique	Instituto de Tecnología Química	España	2002
Efecto de la gallinaza en plantaciones de cacao (Theobroma cacaL.) en desarrollo	María Orozco, Susanne Thienhaus	Universidad de Costa Rica	Mesoamérica	1997
Producción de plantas de cacao a través de micro injerto de embriones somáticos	Aguilar, M., Villalobos, V., Vázquez, N.	CATIE	Costa Rica	1991
Evaluación de herbicidas a aplicados en pre y posemergencia en viveros de cacao (Theobroma cacao)	Sergio Loprade; Franklin Herrera, Gustavo Enríquez	Universidad de Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica	Costa Rica	1989

Eficacia de la reducción de fuentes de inóculo primario de <i>Moniliophthora roreri</i> al final del ciclo productivo	Víctor Hugo Porras, Luis Carlos Gonzáles, Gustavo Enríquez	Universidad de Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica	Costa Rica	1987
Evaluación en laboratorio y campo de fungicidas para el combate de la moniliasis del cacao	Daniel Murillo; Luis Carlos Gonzáles	Universidad de Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica	Costa Rica	1984
Evaluación del fungicida clorotalonil y de la destrucción de mazorcas enfermas en el combate de la moniliasis del cacao	Luis Carlos Gonzáles, Jesús A. Sánchez, Víctor H. Porras, Sergio Umaña, Daniel Murillo.	Universidad de Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica	Costa Rica	1983
Diseño implementación y evaluación de arreglos agroforestales para la Costa Pacífico de Nariño.	William Ballesteros Possu; Hector Ramiro Ordoñez Jurado; Jorge Fernando Navia Estrada	Universidad de Nariño	Colombia	
Comparación del valor agronómico de plantas de cacao nacional obtenidas por diferentes formas clonales de multiplicación.	Garzón, I.; Castillo, B.; Cedeño, M	INIAP	Ecuador	
El desarrollo vegetativo de clones de cacao procedentes de embriogénesis somática.	Arturo Garzón y Didier Paulin	INIAP; CIRAD	Ecuador	
Evaluación multilocal de nuevos clones de cacao nacional para la costa ecuatoriana.	Amores, F.; Quiroz, J.; Agama, J., Pilamunga, M.; Vasco, A.	INIAP; USDA; Anecacao	Ecuador	
Diseño implementación y evaluación de arreglos agroforestales para la Costa Pacífico de Nariño.	William Ballesteros Possu; Hector Ramiro Ordoñez Jurado; Jorge Fernando Navia Estrada	Universidad de Nariño	Colombia	
Evaluación de las opciones para intervenciones del aplicador para controlar el complejo <i>Moniliophthora</i> , enfermedad de cacao en Ecuador.	Roy Bateman, David Arias, Raquel Guerrero, Prakash Hebbar, Carmen Suárez Capello	INIAP; IPARC	Ecuador	
Comportamiento de contenido de linalool en almendras de cacao nacional comparado con muestras originadas en Ghana y otros genotipos	Amores, F., Jiménez, J.	INIAP; CFC; ICCO; gtz	Ecuador	
Diferenciación de los orígenes comerciales de cacaos finos de aquellos orígenes de cacao ordinarios mediante la aplicación de la relación Teobromina /cafeína.	Amores, F., Butler, D., Espín, S., Ramos, G., Seguíne, E.	INIAP; CFC; ICCO; gtz	Ecuador	
Diferenciación del cacao Nacional del Ecuador y forastero de Ghana mediante un grupo de compuestos volátiles constituyentes del aroma a cacao.	Amores, F., Jiménez, J., Peña, G.	INIAP; CFC; ICCO, gtz	Ecuador	
La producción de cacao fino y mejora de la calidad del cacao de Brasil	Givago Barreto Martins dos Santos; Pricilla B. M. Dos Santos; Almir Martins dos Santos; Antônio Carlos de Araújo	CEPLAC	Brasil	
El cacao fino características en Brasil y exigencias del mercado	Givago B. Martins dos Santos, Pricilla B. M. dos Santos. Almir Martins dos Santos	CEPLAC	Brasil	
Cacao fino: conceptos y evaluación en Brasil	Givago Barreto. M. dos Santos Pricilla B. M. dos Santos Almir Martins dos Santos	CEPLAC	Brasil	
Mercado potencial para cacao fino	Givago B. Martins dos Santos; Priscilla B. M. dos Santos; Almir Martins dos	CEPLAC	Brasil	
Tendencias y especificaciones del mercado de chocolate.	Givago B. Martins dos Santos, Pricilla B. M. dos Santos. Almir Martins dos Santos	CEPLAC	Brasil	
Potencial ecoturístico del agroecosistema cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) con monos saraguatos (<i>Alouatta palliata</i> Gray) en la Contalpa, Tabasco.	Valenzuela-Córdova, B.; Mata-Zayas, E.E.; Pacheco-Figueroa, C.J.; Chávez-Gordillo, E.J.; Díaz-López, H.M.; Gama, L.; Valdez-Leal, J.D.D	Sagarpa; Colegio de postgraduados	México	

Clasificación y análisis de las investigaciones en cacao

Al revisar y clasificar el conjunto de las investigaciones recabadas que conforman el catálogo en áreas temáticas, país de origen y tipo de institución que genera la investigación, encontramos los siguientes resultados:

Las instituciones que generan mayor cantidad de investigaciones son universidades.

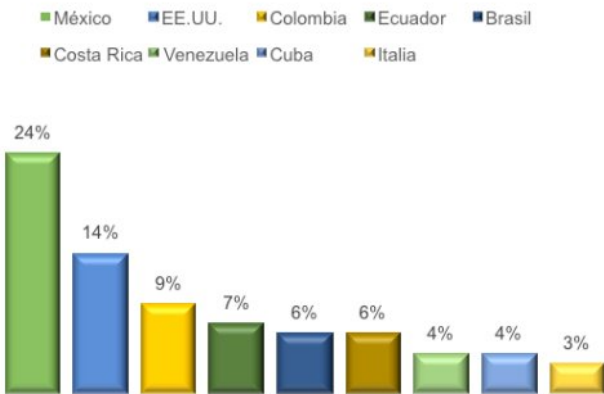
Gráfico 8. Participación relativa de las universidades e instituciones públicas y privadas que realizan investigaciones de cacao



Fuente: Elaboración propia

La mayor cantidad (38%) de investigaciones identificadas y sistematizadas son originadas en América del norte, en México y Estados Unidos de América; y el 20% son generadas en la región andina (Colombia, Ecuador y Venezuela).

Gráfico 9. Distribución relativa de la clasificación de investigaciones de cacao según país



Fuente: Elaboración propia

Al clasificar las investigaciones sistematizadas en el catálogo en las siguientes áreas temáticas:

- Aspectos ambientales
- Genética y propagación
- Aspectos agronómicos
- Seguridad alimentaria e inocuidad de los alimentos
- Cosecha y poscosecha
- Económicos y sociales

Observamos que el 26% de las investigaciones encontradas abarcan temas relativos a la cosecha y poscosecha del cultivo, el 22% estudia temas sociales y económicos de la cadena y el 20% temas sobre genética y propagación del rubro.

Gráfico 10. Distribución relativa de los temas pertenecientes al catálogo de investigaciones disponibles del cacao



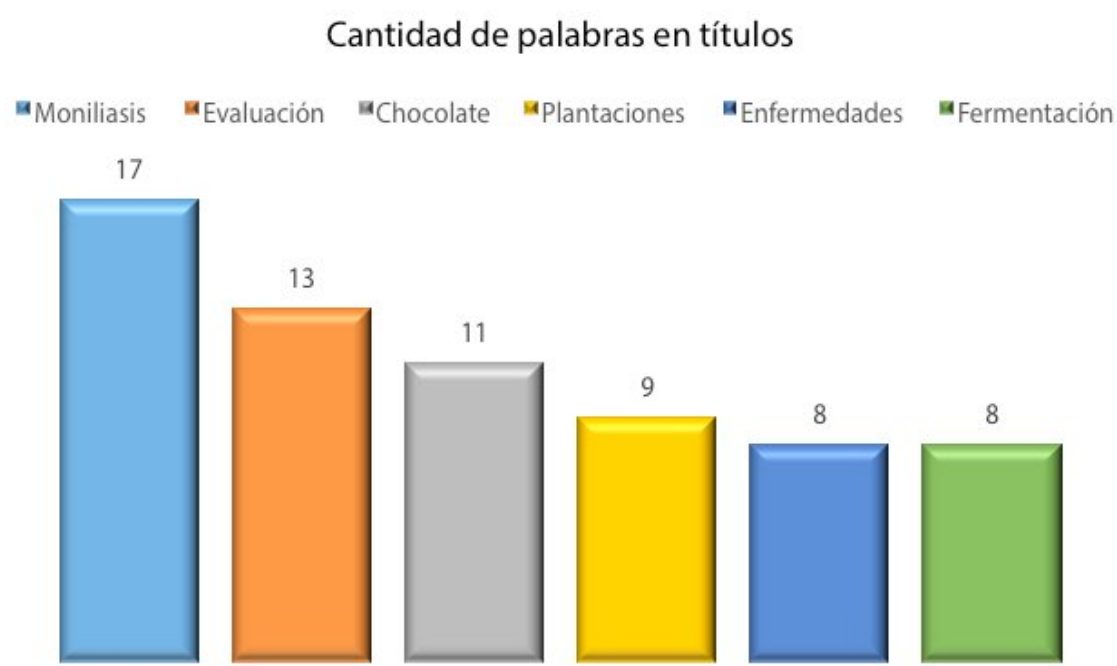
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, al analizar las palabras claves y los títulos de las investigaciones por medio de descriptores de términos y nubes de palabras, encontramos que el 49% de las investigaciones están relacionadas con temas sanitarios (especialmente moniliasis) y el 38% analizan temas sobre calidad del cacao.



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11. Principales palabras en los títulos de las investigaciones en cacao



Fuente: Elaboración propia

Conclusiones y recomendaciones

A pesar de los esfuerzos en investigación y desarrollo de conocimiento científico alrededor del cacao, que desarrollan las universidades e instituciones públicas y privadas. No se han logrado revertir aun las situaciones críticas en el sector relativas a la baja productividad, la alta susceptibilidad a plagas y enfermedades; y por ende la reducción de la pobreza de la gran mayoría de cacaocultores.

Todo indica que se requiere redoblar los esfuerzos en materia de investigación, desarrollo, transferencia tecnológica y extensión.

Pero sobretodo, se debe fomentar la innovación y actuar de manera innovadora a lo largo de toda la cadena cacaotera. Hacer más de lo que se viene haciendo, no parece un camino expedito para lograr la necesaria transformación de la economía cacaotera.

La innovación permea los diversos ámbitos y eslabones de la cadena cacaotera, en al menos los siguientes temas:

- Proyectos que promuevan la profesionalización de los agricultores, mediante la renovación y refrescamiento de sus conocimientos y saberes.
- Nuevos esquemas de asociatividad de productores, asumiendo que una alta proporción de ellos son mujeres.
- Mejora de la productividad tanto individual como colectiva.
- Aplicación de buenas prácticas agrícolas (BPA) en lo que respecta a la selección de los materiales de siembra, siembra, manejo de la sombra, nutrición, sanidad, mantenimiento y podas, cosecha y postcosecha del cacao.
- Conservación y uso sustentable de los recursos naturales (agua, suelo y biodiversidad) de los agro-sistema cacaotero, aprovechando la gran resiliencia que tiene a partir de su adecuado manejo.
- Producción y reconocimiento de la calidad en procesos continuos y permanentes que van desde la producción hasta el procesamiento postcosecha.
- Agregación de valor y diferenciación por calidad o modalidad de producción.
- Promover la diversificación productiva agropecuaria de los cacaotales y la complementariedad con otras actividades económicas como el turismo o servicios ambientales.
- Abordar el manejo sanitario y calidad en todas sus dimensiones y niveles (nacional e internacional).
- Promoción y mercadeo de los productos (cacao, chocolate) ante potenciales mercados consumidores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Iberoamericana para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología. 2014. Recuperan suelos cacaoteros contaminados por cadmio (en línea). Ecuador. Consultado agosto, 2016. Disponible en <http://www.dicyt.com/noticias/recuperan-suelos-cacaoteros-contaminados-por-cadmio>
- Aranzazu Hernández F; Martínez Guerrero N; Rincón D; Palencia Calderón G. 2009. *Materiales de cacao en Colombia, su compatibilidad sexual y modelos de siembra*. FEDECACAO; CORPOICA. Colombia. 28 p.
- Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (ANECACAO). 2015. *Artículos Técnicos-Riego y Drenaje*. Ecuador. Consultado el 20 de septiembre. Disponible en <http://www.anecacao.com/es/servicios/articulos-tecnicos/riego-y-drenaje.html>
- Avendaño, et al. 2011. *Diagnóstico del cacao en México*. México. SAGARPA.
- Batista, L. 2009. *Guía técnica el cultivo de cacao en la República Dominicana*. CEDAF. 2009. 250 p.
- Bravo, JC; Somarriba, E; Arteaga, G. 2011. Factores que afectan la abundancia de insectos polinizadores del cacao en sistemas agroforestales. *Revista de Ciencias Agrícolas*.
- Superintendencia de Industria y Comercio S, f. *Cadena Productiva del Cacao: diagnóstico de libre competencia*. Colombia.
- CARE. 2013. *Manual técnico para manejo de cacao en áreas de agricultura familiar*. Brasil. 92 p.
- CATIE. 2012. *Catálogo de clones seleccionados por CATIE para siembras comerciales*. 1 ed. Turrialba, Cr. 68 p.
- Centro de Exportación e Inversión de la República Dominicana. 2012. *Perfil de cacao*. Gerencia de Investigación de Mercados; Subgerencia de estadísticas.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2015. *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2015-2016* /. San José. Costa Rica.
- Colonia Coral, LM. 2012. *Guía Técnica: Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en el Cultivo de Cacao*. UNALM, Agrobanco. Perú. 23 p.

- Comité Estatal Sistema Producto Cacao en Chiapas. 2012. *Plan Rector Cacao Chiapas*. México. 33 p.
- Compañía Nacional de Chocolates S.A. 2012. *El Cultivo de Cacao*. Medellín, Colombia. 12 p.
- Compañía Nacional de Chocolates. *Buenas prácticas agrícolas en el cultivo, beneficio y comercialización del cultivo de cacao*. Colombia.
- CONCYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología); FONACYT (Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología); Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. 2010. estudio de los insectos polinizadores de cacao de la zona del Suroccidente de Guatemala. 77 p.
- Córdoba Correoso, CT. 2011. *Efecto de la estructura de sistemas agroforestales de cacao y de su contexto local, sobre las poblaciones de dípteros polinizadores del cacao y su relación con la producción en Bocas del Toro, Panamá*. Catie. Costa Rica. 56 p.
- Cubillos, G. 2013. *Manual del perforador de la mazorca del cacao*. Compañía Nacional de Chocolates. 30 p.
- Cubillos, G; Merizalde, G; Correa, E. 2008. *Manual del beneficio del Cacao 2008. Para técnicos, profesionales del sector agropecuario y productores*. Medellín, Colombia. 25 p.
- USAID Perú. *Cultivo de cacao en armonía con el medio ambiente*. Guía para el facilitador. 161 p.
- Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. 2013. *Análisis del sector cacao y elaborados*. Ecuador. 39 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. *Cacao: Operaciones poscosecha. INPho – compendio poscosecha*. 78 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); OMS (Organización Mundial de la Salud). 2014. Comisión del Codex Alimentarius. *Anteproyecto de niveles máximos para el cadmio en el chocolate y productos derivados de cacao*.
- Federación Nacional de Cacaoteros; Fondo Nacional del Cacao. 2004. *Módulos técnicos: cacao*. Colombia. 53 p.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola; Unión Europea. 2004. *Guía técnica: Cultivo de cacao bajo sombra de maderables o frutales*. Honduras. 17 p.
- Gobierno Autónomo Departamental de Cochabamba. 2014. *Guía para la producción de cacao (Theobroma cacao L.)*. Bolivia. SEDAG. 45 p.

- Gómez, A; Azócar, A.2002. *Áreas potenciales para el desarrollo del cultivo cacao en el Estado de Mérida*. Agronomía Tropical. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at5204/arti/gomez_a.htm
- Guía Técnica Sobre el Cultivo de Cacao. s, f. OCDIH. Honduras. 20 p.
- Hardy, F. 1961. IICA
- IBCE (Instituto Boliviano de Comercio Exterior). 2009. *Cacao Silvestre Boliviano: Oportunidad para el desarrollo*. Santa Cruz de la Sierra. 20 p.
- ICCO (Organización Internacional del Cacao). 2012. Agenda cacaotera global.
- ICCO (Organización Internacional del Cacao). 2016. Declaración de Bávaro sobre el cacao, III Convención Mundial del Cacao en Bávaro, República Dominicana.
- IICA. 2015. Agricultura y variabilidad climática; Lo que debemos saber del clima. Ficha Técnica N° 1. Costa Rica.
- IICA. Diagnóstico del potencial de producción y transformación agroindustrial del cacao en Belice.
- INCONTEC. 2012. Norma Técnica Colombiana 5811; *Buenas prácticas agrícolas para cacao. Recolección y beneficio. Requisitos Generales*. Colombia . 28 p.
- Informe Nacional sobre los RFAA. 2007. La Habana, Cuba. 60 p.
- Iniap (Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2010. Manejo técnico del cultivo de cacao en Manabi. 149 p.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2012.
- Manejo Fitosanitario del Cultivo de Cacao; medidas para la temporada invernal. Colombia. 43 p
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2009. *Guía tecnológica del cultivo de cacao*. 4 ed. Managua. 37 p.
- Jácome, M. 2010. Incidencia de la aplicación de tecnología de secado en el mejoramiento del valor agregado del cacao (*Theobroma Cacao*) variedad CCN-51. Ambato, Ecuador.
- Johnson James, M; Bonilla, JC; Agüero Castillo L. 2008. *Manual de manejo y producción del cacaotero*. León, Nicaragua.

- Lanz, O; Granado, Y.2009. *Diagnóstico Agro socioeconómico del Sector cacao (Theobroma cacao L.) en Yaguaraparo, Municipio Cajigal, estado Sucre, Venezuela*. Universidad de Oriente. Revista UDO Agrícola.Venezuela.10 p.
- López, P. et al. 2011. Paquete tecnológico Cacao (Theobroma cacao L.) Establecimiento y Mantenimiento. Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la región Sur de México: Trópico Húmedo 2011.INIFAP-SAGARPA.
- Magrin, GO. 2015. Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. CEPAL, FAO, ALADI.
- Márquez Rivero JJ; Aguirre Gómez MB. 2008. *Manual técnico de manejo agrotécnico de las plantaciones de cacao*. La Habana.64 p.
- Martínez Chirinos, IA.2008. *Diagnóstico sobre la situación actual del cacao (Theobroma cacao L.) y perspectivas sobre la producción de cacao fino de aroma en Honduras*. Zamorano. Honduras . 42 p.
- Martínez July, W.2007. Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano y de selecciones élites del Alto Beni, Bolivia. CATIE. Turrialba, Costa Rica.70 p.
- Martínez, T; Navarro, M; Brenes, J. s, f. *Cacao de calidad beneficiado en centros de acopio*. Nicaragua. 22 p
- MCCH (Maquita Cushunchic).s, f. Plantaciones orgánicas en fincas cacaoteras. Quito, Ecuador.17 p.
- Mendoza Villanueva, C.2013. *El cultivo de cacao. Opción rentable para la selva* — Lima: Equipo técnico del Programa Selva Central –desco. 48 p.
- Mendoza Villanueva, C.2013. El cultivo de cacao, opción rentable para la selva. Lima, Perú.48 p.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. s, f. características. CEPLAC. Brasil.
- Ministerio de Agricultura de Perú; PROAMAZONIA (Programa para el desarrollo de la amazonia). 2003. *Manual de cultivo de cacao*. 100 p.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia; FEDECACAO (Federación Nacional de Cacaoteros). 2013. *Guía ambiental para el cultivo de cacao*. 2º ed. Colombia.124 p.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 2013. *Tecnología moderna en la producción de cacao: manual para productores orgánicos*. 3 v. San José, Cr. 57 p.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 2013. *Tecnología moderna en la producción de cacao: manual para productores orgánicos*. San José, Cr.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. S, f. Perfil Comercial Cacao. Proyecto AdA-Integración. 9 p.

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador. 2012. Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Cacao; Resolución Técnica No. 183. Ecuador. 37 p.

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Ecuador; INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2012. Guía del Manejo Integrado de Enfermedades del Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao*. L) en la Amazonia. Ecuador. 19 p.

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 2012. Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao. Ecuador. 30 p.

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca; Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 2012. *Guía del manejo integrado de enfermedades del cultivo de cacao (Theobroma cacao, L) en la Amazonia*. Ecuador. 19 p.

Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras; Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. s, f. Bondades de la polinización; *Manual en la Producción de Cacao*. Venezuela.

Moreira, D. 2015. Sistematización de buenas prácticas de adaptación del sector agropecuario ante el cambio climático. Unión Europea, IICA. San José, Costa Rica.

Motamayor JC, Risterucci A, Lopez, P, Ortiz C, Moreno A, Lanaud C. 2002. La domesticación de cacao I: el origen del cacao cultivado por los mayas. En *Herencia* (2002) 89, 380–386. Consultado en Julio, 2016. Disponible en <http://www.nature.com/hdy/index.html>

Motamayor JC, Risterucci J, Heath H, Lanaud J. 2003. La domesticación del cacao II: progenitor germplasm of the Trinitario cacao cultivar. En *Herencia* (2003) 91, 322–330. Consultado junio, 2016. Disponible en <http://www.nature.com/hdy/index.html>

Motamayor, JC. 2016. Mejoramiento genético del cacao herramienta para mejorar las condiciones de producción. Taller Regional Andino de Aplicación de Tecnología en el Cultivo de Cacao. Ecuador. 116 p.

Motamayor, JC; Lachenaud, P; da Silva e Mota, JW; Looor, R; Kuhn, DN; Brown, JS. 2008. Geografía y genética diferencial de la población del árbol de chocolate (*Theobroma cacao* L.) Amazónico. S, I. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371%2Fjournal.pone.0003311>

INIAP. 2016. Investigación del cadmio en el cultivo de cacao en el Ecuador. Manuel Carrillo Zenteno. Evento IICA, el cadmio en cacao-importancia, experiencias y soluciones.

- Nogales, J; Graziani, L; Ortiz, L. 2006. Cambios físicos y químicos durante el secado al sol del grano de cacao fermentado en dos diseños de cajones de madera. Maracay, Venezuela.
- OCDIH. s, f. Guía técnica sobre el cultivo de cacao. Honduras. 20 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Sf. Cacao Operaciones post-cosecha. México.
- Paquete Tecnológico Compañía Nacional de Chocolates S.A.2012.El Cultivo de Cacao. Medellín, Colombia.12 p.
- Phillips Mora, W. 2009. Catálogo: enfermedades del cacao en Centroamérica. Turrialba, Cr. CATIE. 24 p.
- Phillips-Mora, W; Aime. 2016. Escoba de bruja del cacao; ficha técnica N° 4. SAGARPA; SENASICA. México. 20 p.
- Pipitone, L. 2015. Nuevas tendencias en el mercado internacional de cacao: oportunidades para el Perú como productor de cacao fino y de aroma (presentación). Perú. 69 p.
- Plaza, X, Yange, W. 2012. Diseño e implementación de una secadora híbrida para el control y monitoreo del proceso de secado del cacao. Cuenca, Ecuador.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo); ISA (Interconexión Eléctrica S.A); Compañía Nacional de Chocolates. S. f. Guía para el cultivo de cacao. Colombia. 34 p.
- ProDeSoC. 2009. Guía Técnica para Promotores.Nicaragua.63 p.
- Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur – Sureste de México: Trópico húmedo 2011. *Paquete Tecnológico Cacao (Theobroma cacao, L): establecimiento y mantenimiento*. SAGARPA, Inifap. 11 p.
- Proyecto Apolo. 2011. *Polinización: Reproducción Sexual en las Plantas*. Gobierno de España, Fundación Biodiversidad, CIBIO, Jardín Botánico Atlántico. España .
- Reyes H; Capriles de Reyes, L.2000. *CACAO en Venezuela moderna tecnología para su cultivo*. Cacao-Reyes.Venezuela.255 p.
- Siguencia, J. 2013. Evaluación de un secador solar inclinado con absolvedor de zeolita para granos de cacao CCN51. Ecuador.

- Suárez Venero GM. 2006. *Zonificación agroecológica de Theobroma cacao, Lin para el Macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa*. CITMA.Cuba.31 p.
- The International Cocoa Organization (ICCO), actualizado el 23 de marzo del 2013. Londres. <http://www.icco.org/about-cocoa/growing-cocoa.html>
- UNCTAD/OMC. 2001. "Cacao: Guía de prácticas comerciales". Ginebra. 188 págs. Obtenido de <http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Publications/Cocoa%20-%20A%20Guide%20to%20Trade%20Practices%20Spanish.pdf>
- Tinoco, H; Ospina, D. 2010. *Análisis del proceso de deshidratación de cacao para la disminución de tiempo del secado*. Medellín, Colombia.
- Torres Gutiérrez, LA. 2012. *Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico*. Universidad de Cuenca. Ecuador.137 p.
- Universidad Autónoma de Chapingo. 2011. *Diagnóstico del cacao en México*. SAGARPA, SNICS, SINAFORE, INIFAP.1 ED. 74 p.
- Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. 2013. Cacao, sombreamiento – Agroforestería. Tarapoto, Perú. 54 p.
- UNOCD; DEVIDA. 2014. *Paquete tecnológico del cultivo de cacao fino de aroma*. Perú
- USAID; DEVIDA. 2013. *Guía de métodos de detección y análisis de cadmio en cacao (Theobroma cacao L)*. Lima, Perú. 44 p.
- Wacher Rodarte, M. 2011. Microorganismos y Chocolate. Revista digital universitaria, UNAM. 9 p.

