

MANUAL DEL CULTIVO DE CACAO SOSTENIBLE PARA LA AMAZONÍA ECUATORIANA



Instituto Nacional de Investigaciones
Agropecuarias



República
del Ecuador



Juntos
lo logramos

Manual No. 125

Manual del cultivo de cacao sostenible para la Amazonía ecuatoriana

PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Guillermo Lasso Mendoza

MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

Pedro Álava González

DIRECTOR EJECUTIVO DE INIAP

Walter Oswaldo Reyes Borja

DIRECTOR EXTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA

Carlos Caicedo Vargas

Manual No. 125

Manual del cultivo de cacao sostenible para la Amazonía ecuatoriana

AUTORES

- *Paredes Andrade Nelly
- **Monteros-Altamirano Álvaro
- *Lima Tandazo Luis
- *Caicedo Vargas Carlos
- *Bastidas Muñoz Servio
- *Tinoco Jaramillo Leider
- *Fernández Anchundia Fabian
- *Vargas Tierras Yadira
- *Pico Rosado Jimmy
- *Subía García Cristian
- *Burbano Cachiguango Armando
- *Chanaluiza Choloquinga Alexandra
- *Sotomayor Akopyan Dennis
- *Díaz Martínez Alejandra
- *Intriago Intriago José
- ***Chancosa Cristina
- ***Andrade Ana
- ***Enríquez Geovanny

*Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Central de la Amazonía, Vía Sacha San Carlos a 3 km de la entrada a la Parker, Cantón, Joya de los Sachas, Orellana. Teléfono: 593 63700000. Correo: electrónico: centralamazonia@iniap.gob.ec

**Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Santa Catalina, Panamericana Sur Km. 1, Sector Cutuglagua, Cantón Mejía, Pichincha. Teléfono: 593 2 3076002

***Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

FOTOGRAFÍAS

Tomada por los autores

DISEÑO DE CUBIERTA

Porta y Contraportada Unidad de Comunicación Social INIAP

IMPRESIÓN

Unidad de Comunicación Social INIAP

ISBN

978-9942-42-210-1

NÚMERO DE PÁGINAS

82

REVISIÓN TÉCNICA

Interna

Comité de Publicaciones de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP.
 Leider Anibar Tinoco Jaramillo
 Remigio Armando Burbano Cachiguango
 Jimmy Trinidad Pico Rosado.
 Dennis Alfonso Sotomayor Akopyan
 Dirección de Gestión de Conocimiento Científico del INIAP
 Dirección de Transferencia del INIAP

Externa

Jiménez Pardo Galo. Responsable del Programa de Reactivación de Cacao y Café. MAG-Sucumbios
 Sarabia Moisés. Analista Provincial del Programa de Reactivación de Cacao y Café. MAG-Orellana
 William Caicedo. Responsable de la Unidad de Innovación. MAG-Napo

*** Todos los derechos reservados.**

Prohibida la reproducción total o parcial, sin la autorización de los autores.

La presente investigación se realizó como parte de, y financiada por, el Proyecto "Agricultura Climáticamente Inteligente en Cacao Bajo Sistema Agroforestal en Ecuador - Cacao Climáticamente Inteligente (CCI)". El apoyo financiero para este trabajo fue proporcionado por la FAO, con el fondo Cacao Climáticamente Inteligente (CCI)

Primera Edición, 2022 ©

Ministerio de Agricultura y Ganadería

Av. Amazonas y Eloy Alfaro

www.agricultura.gob.ec

La reproducción parcial o total de esta publicación, en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada por los editores y se cite correctamente la fuente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA

PROHIBIDA SU VENTA

CITA: Paredes, N.; Monteros-Altamirano, Á.; Lima, L.; Caicedo, C.; Bastidas, S.; Tinoco, L.; Fernández, F.; Vargas, Y.; Pico, J.; Subía, C.; Burbano, A.; Chanaluiza, A.; Sotomayor, D.; Díaz, A.; Intriago, J.; Chancosa, C.; Andrade, A.; Enríquez, G. (2022). Manual del cultivo de cacao sostenible para la Amazonía ecuatoriana. 1era Ed. 2022. Manual Nro. 125.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias



República del Ecuador



Juntos lo logramos







[Tabla de contenido]

Cacao sostenible para la amazonía ecuatoriana	15
Cambio Climático	16
Taxonomía del cacao	20
Descripción botánica del cacao	21
Grupos genéticos de cacao	22
Clima	23
Suelo	23
Material genético de siembra	24
Nuevos clones de cacao recomendados	24
Limpieza del terreno "Roza"	24
Adecuación de la sombra y Aprovechamiento de árboles	25
Repique de los restos vegetales	25
Drenajes	25
Trazado y balizado	25
Sombra temporal	26
Sombra permanente	26
Apertura de hoyos	27
Siembra	27
Asociación temporal y transitorio del cultivo	27
Manejo integrado de malezas	28
Riego	28
Fertilización	28
Podas	29
Manejo integrado de plagas y Enfermedades del cultivo	31
Sistemas agroforestales con cacao	32

Plan de manejo de la finca con enfoque ecológico	35
Almendras no aptas para fermentar	38
Recomendaciones específicas para la extracción de grano de la mazorca	39
Fermentación	36
Secado	41
Empaque	42
Almacenamiento	42
Tostado	43
Trillado	43
Molienda	44
Conchado y refinado	44
Atemperado	45
Formulación de chocolates	45
Costos de producción de cacao bajo sistema Chakra en la provincia de napo	46
Formas y modelos de gestión de la comercialización del cacao a nivel nacional	52
Comercialización asociativa	53
Rol de las organizaciones en el proceso de comercialización	53
Referencias bibliográficas	54
Anexos	59

Presentación

Este documento es uno de los productos generados como resultado de la ejecución del Proyecto GCP/GLO/534/ITA Agricultura Climáticamente Inteligente en cacao bajo sistema agroforestal en Ecuador – cacao climáticamente inteligente (CCI), financiado por el Ministerio Italiano de la Transición Ecológica, Administrado por FAO Ecuador y liderado a nivel de la región amazónica ecuatoriana por el equipo técnico FAO-MAG y MAATE

El cultivo de cacao y su manejo con enfoque agroecológico como medida para mitigar el cambio climático fue uno de los incluidos en el desarrollo de ese programa, el cual involucró diversos actores de los sectores público y privado en cuanto a aspectos de investigación y transferencia de tecnología, mercados y valor agregado.

El cacao es uno de los cultivos más adaptados a las condiciones climáticas de la Amazonía ecuatoriana, donde su almendra es utilizada para la exportación y elaboración de los chocolates. Una de las razones que impulsan la siembra de ese cultivo en la Amazonía, el Ecuador y en otros países es la posibilidad de utilizarlo como ingrediente principal para la elaboración de los más finos chocolates y otros sub productos.

A continuación, se presentan los principales aspectos agronómicos del cultivo de cacao, como una herramienta para la actualización de los conocimientos en el buen manejo del cultivo. Las fotografías y los bosquejos incluidos en esta publicación forman parte del proceso de investigación y transferencia de tecnología en varias fincas especialmente en la provincia de Napo donde se desarrolló el proyecto.

Finalmente, este manual responde a la necesidad y expectativa económica que actualmente suscita la producción del cacao fino y de aroma bajo un enfoque de sistema agroforestal, manejado de manera agroecológica, permitiendo ser una de las estrategias para mitigar el cambio climático, por lo tanto, esperamos sea de utilidad para productores, líderes, academia y público en general.

Walter Oswaldo Reyes Borja

DIRECTOR EJECUTIVO
Instituto Nacional de Investigaciones
Agropecuarias (INIAP)

Agradecimiento

Los autores de esta publicación dejan constancia de su agradecimiento, a las autoridades del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), por su apoyo y gestión y a la FAO a través del Proyecto GCP/GLO/534/ITA Agricultura Climáticamente Inteligente en cacao bajo sistema agroforestal en Ecuador – cacao climáticamente inteligente (CCI), para la ejecución de esta publicación.

Al Gobierno Nacional de la República del Ecuador, a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), por su apoyo en la coordinación interinstitucional con el INIAP y organismos nacionales e internacionales, así como la participación de los productores de cacao en la Amazonía ecuatoriana, permitieron a lo largo de los últimos años, la generación de toda esta información.

Al Comité de Publicaciones de la Estación Experimental Central de la Amazonía, a la Dirección de Gestión del Conocimiento Científico, a la Dirección de Transferencia de Tecnología del INIAP y al equipo técnico de la FAO por sus aportes a este documento.

A la Unidad de Comunicación social del INIAP.

A los revisores externos de esta publicación, por su gran contribución en el perfeccionamiento de este manual.

A los agricultores, socios estratégicos para conservar, usar y manejar el cultivo de cacao, con enfoque agrobiodiverso en la Amazonía ecuatoriana



“El cacao fino de de la amazonía ecuatoriana” Ecuador.



Introducción

CULTIVO DE CACAO SOSTENIBLE PARA LA AMAZONÍA

El cacao es una especie del género *Theobroma*, originaria de Sudamérica y domesticada en Mesoamérica (Aranzazu et al., 2009). En Ecuador el cacao se cultiva principalmente en la región Costa y en la Amazonía ecuatoriana y en menor proporción en las estribaciones de la Cordillera de los Andes, lo que le convierte en un cultivo de gran importancia económica, social, ambiental y particularmente cultural, para las diferentes zonas agroecológicas donde se adapta el cultivo. Lanaud et al. (2016), demuestran como centro de origen del cacao a la Alta Amazonía; de acuerdo con la evidencia arqueológica hallada en el yacimiento Santa Ana – La Florida, ubicado a 1.040 metros sobre el nivel del mar (Palanda, provincia de Zamora Chinchipe) en donde se confirmó el uso del cacao desde el 3.300 A.C. por la cultura denominada Mayo – Chinchipe.

El mercado mundial de cacao en grano distingue dos amplias variedades: el cacao ordinario o convencional y el cacao fino o de aroma. Alrededor del 95% de la producción mundial corresponde al cacao ordinario procedente mayoritariamente de África, Asia, América Central y del Sur y el 5% restante corresponde a cacao fino o de aroma que se produce principalmente en Ecuador, Indonesia, Papúa Nueva Guinea, Colombia, Venezuela, Costa Rica, entre otros (Organización Internacional del Cacao [ICCO], 2010).

En Ecuador, el cacao es uno de los productos más significativos, considerado símbolo del país. Su producción se desarrolló en gran medida alrededor del mercado internacional, el cual se inició antes del boom petrolero y durante casi un siglo fue la principal fuente de generación económica y social del país. Es así, que, en el primer cuatrimestre del 2021, presentó un récord de exportación superando en un 10,7% al mismo período del año 2020;

lo que se reflejó en el incremento del ingreso de divisas para el país por sobre \$ 39,2 millones en relación al primer cuatrimestre del año 2020, donde se recibieron \$ 223,3 millones (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao [ANECACAO], 2021).

De acuerdo a la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), para el año 2020, la superficie plantada con cacao a nivel nacional fue de 590.579 ha. Alrededor del 77% corresponde a la región Costa, principalmente a las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí, mientras que el 10% del total corresponde a la Amazonía ecuatoriana; en donde, aproximadamente el 79% de la producción de cacao, proviene de las provincias de Sucumbíos y Orellana con 25.813 y 21.131 ha respectivamente, con rendimientos promedio de 0,31 y 0,61 Tm/ha de cacao seco por año. En la provincia de Napo existen 9.298 ha de cacao plantadas en monocultivo con una producción de 1.450 Tm (rendimiento de 0,18 Tm/ha) y 126 ha adicionales sembradas como cultivo asociado, enfoque de manejo sostenible en Chakras, con una producción de 34 Tm de cacao seco (rendimiento de 0,27 Tm/ha) (INEC, 2020).

En este contexto, el INIAP elabora este manual para fomentar el manejo sostenible del cultivo en sistemas agroforestales tradicionales llamados “Chakras” propios de la Amazonía ecuatoriana. La Chakra proporciona una variedad de productos (cultivos básicos, frutas, medicina y madera) a la vez que conserva la biodiversidad, mejora la calidad del suelo, la fertilidad, el ciclo hidrológico y también secuestra cantidades significativas de carbono, optimizando los vínculos entre la seguridad alimentaria, el desarrollo agrícola y la adaptación y mitigación del cambio climático (Paredes et al., 2019).

Cambio Climático

El régimen alimentario corporativo que inició en la década de los 80's y que lamentablemente depende mayoritariamente del uso de los combustibles fósiles, se mantiene vigente hasta la actualidad (Holt-Giménez, 2009). Este sistema está basado en la homogenización de la producción de alimentos, es decir fomentando el cultivo de pocas variedades con altos rendimientos, en detrimento de la agrobiodiversidad; provocando la proliferación de nuevas plagas a consecuencia de la pérdida del equilibrio de los sistemas naturales de producción y haciéndolo extremadamente vulnerable al cambio climático. Por este motivo, surge a nivel mundial la necesidad de reconocer, rescatar y fortalecer los sistemas de producción sostenibles y las prácticas agroecológicas (Martínez et al., 2020; Daza et al., 2020).

La agricultura contribuye directa e indirectamente a la emisión de los tres principales gases de efecto invernadero: dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, principalmente a través de la deforestación, la producción ganadera y la mala gestión del uso de los suelos y nutrientes. El cambio climático representa una importante y creciente amenaza para la seguridad alimentaria mundial; estos efectos podrían comprometer seriamente la capacidad de la agricultura para alimentar a la población (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2016).

Según Altieri y Nicholls (2008), entre las repercusiones del cambio climático en la agricultura se encuentran:

- **Aumento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos como olas de calor, sequías e inundaciones que conducen a pérdidas de infraestructuras agrícolas y medios de vida.**
- **Disminución de los recursos de agua dulce.**
- **Aumento del nivel del mar e inundaciones costeras provocando la salinización de la tierra y agua para la pesca y la acuicultura.**
- **Cambios en los flujos y cuerpos de agua.**
- **Aumento de la temperatura.**
- **Pérdida de la materia orgánica y erosión de los suelos.**
- **Proliferación de plagas y por consiguiente un mayor uso de pesticidas químicos.**
- **Reducción de la productividad en términos generales.**

Como alternativa, el enfoque de Agricultura Climáticamente Inteligente fue lanzado por la FAO en el 2010 (FAO, 2016), y cuyo propósito va dirigido a lo siguiente:

- **Aumento de la productividad agrícola para favorecer una distribución más equitativa de los ingresos, la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible;**
- **Aumento de la capacidad de adaptación y resistencia a las crisis en los diferentes aspectos desde lo local hasta lo nacional;**
- **Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y aumento del secuestro de carbono**

Es importante recordar que en el sector agrícola no se deben separar los objetivos de la seguridad alimentaria, la adaptación y la mitigación porque existen sinergias y complementariedad entre ellos. La experiencia creciente ha demostrado que los conjuntos integrados de tecnologías y prácticas, adaptadas a las condiciones agroecológicas concretas de los productores, son necesarias para realizar la mitigación y la adaptación de una manera eficaz (FAO, 2016).



Los sistemas agroforestales (SAF), contemplan la implementación de acciones para salvaguardar la productividad sostenible de la agricultura en el contexto del cambio climático y por tanto desarrollan estrategias y acciones de adaptación y mitigación de emisiones. En la Amazonía ecuatoriana, específicamente en la provincia de Napo, los sistemas tradicionales de producción de cacao con enfoque agroecológico denominados "Chakras" son establecidos especialmente por las comunidades indígenas; estas son pequeñas parcelas integrales que satisfacen tanto las necesidades alimentarias como la venta en el mercado local, para la generación de ingresos monetarios. Además, el sistema Chakra, es una alternativa agrícola para mitigar el cambio climático, ya que previene la expansión de la frontera agrícola, disminuye la deforestación y favorece la conservación de la biodiversidad (Vera et al., 2019; Coq et al., 2017). Los esfuerzos de los sistemas de producción diversificados contribuyen al rescate de conocimientos tradicionales, uso de diversas especies, manejo comunitario de semillas, fortalecimiento en el manejo agroecológico, favorecen además el fortalecimiento asociativo mejorando los ingresos y reduciendo la vulnerabilidad de las familias (Vera et al., 2019).

Otra de las alternativas para mitigar los efectos del cambio climático es la agroecología, considerada como una ciencia holística, transdisciplinar, que fomenta la seguridad y soberanía alimentaria. A través de propuestas agroproductivas, elaboradas participativamente, considera las dimensiones cultural-política, socioeconómica y eco-agroforestal (Sevilla, 2003; Nieto, 2018; Gliessman, 2002; Calle et al., 2013).



De acuerdo a experiencias en la zona norte de la Amazonía ecuatoriana, desde el punto de vista de la dimensión cultural-política de los productores de cacao, se determinó que las organizaciones están legalizadas por la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS). Del mismo modo según Nieto et al. (2012) a nivel regional, el 82,5% de las organizaciones vinculadas a la cadena del cacao (productoras, procesadoras y comercializadoras) están legalmente constituidas, con una alta partici-

pación en los procesos productivos y de gobernanza, con una importante intervención de las mujeres como es el caso de las organizaciones de Kallari, Wiñak, Tsatsayacu y Asosumaco. En lo referente a la dimensión socioeconómica, los productores de cacao de la Amazonía norte, presentan una fortaleza importante al registrar aproximadamente 1.500 socios directos y 6.000 socios comerciales o indirectos de aproximadamente 200 comunidades, que en conjunto interactúan para fortalecer los procesos de autogestión y comercialización. Del mismo modo, en la dimensión eco-agroforestal, los productores de cacao de la Amazonía Norte destacan al sistema agroforestal ancestral (Chakra), como un sistema de producción equilibrado y sostenible que garantiza el abastecimiento de productos para el consumo familiar y la venta; al mismo tiempo, contribuye al manejo agroecológico y cultural de los procesos productivos, logrando que en la provincia de Napo se haya elevado a política pública y hay sido reconocido como uno de los Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM).

En este contexto, podemos atribuir que los avances de manejo en estos sistemas de producción en el centro norte de la Amazonía ecuatoriana se encuentran en procesos de transición hacia una agricultura agroecológica, dado que los resultados reflejan niveles satisfactorios de aplicación de sus principios: 1) Reducción del uso de insumos externos (agrotóxicos); 2) Sustitución (reemplazo con especies que generen relaciones eco biológicas); 3) Rediseño del agroecosistema (cambio y propuesta de reciclaje, eficiencia, diversidad, calidad y rentabilidad); 4) Relación producción-consumo (circuitos cortos, seguridad y soberanía alimentaria) y, 5) Políticas públicas (aplicables en la práctica tanto para mejorar y conservar las fincas, comunidades, asociaciones y los bienes comunes), (Caicedo, 2019).



Generalidades del Cultivo de cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta nativa de América Tropical, se originó en el alto Amazonas en Sudamérica y luego fue introducido por humanos en América Central (Motamayor et al., 2002; Rodríguez, 2016).



Taxonomía del cacao

Reino: *Plantae*

Subreino: *Tracheobionta*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Familia: *Malvaceae*

Género: *Theobroma*

Especie: *cacao*

Nombre científico: *Theobroma cacao* L.

Descripción botánica del cacao

Árbol de cacao

El árbol silvestre de cacao puede alcanzar alturas superiores a los 20 metros, mientras que las plantas injertadas alcanzan normalmente alturas de 4 a 7 metros. Las plantas obtenidas mediante reproducción vegetativa como los injertos presentan varias raicillas secundarias formando una aglomeración compacta cerca de la base del tallo, en relación a las plantas sembradas por semilla que tienen una raíz pivotante (Enríquez, 2010).

Hojas

Son de tipo coriáceas simples, enteras o sinuadas, ovadas a obovado-elípticas, ligeramente asimétricas, de entre 17 a 48 cm de largo y 7 a 10 cm de ancho, alternas y glabras o ligeramente pubescentes en ambas caras. La base de la hoja es redondeada a ligeramente cordada, ápice largamente apiculado. El pecíolo tiene de 14 a 27 mm de largo; las estípulas son lineares y caducas (Zhang et al., 2009).

Flores

Se distribuyen sobre el tronco y en las ramas principales; la flor es pentámera y sostenida por un pedicelo largo y fino, posee cinco sépalos agudos de color blanco o rosado que se extienden en forma de estrella, la corola posee cinco pétalos blancos con líneas coloreadas en la parte interna, compuestos por una base cóncava en forma de concha y una lígula triangular. El tubo estaminal está formado por cinco estambres fértiles cortos y doblados hacia afuera donde se ubican los sacos polínicos; el ovario es un cuerpo ovoide con cinco celdas en las que contiene entre 30 y 50 óvulos, el estilo es cilíndrico de color blanco y se abre en la parte superior o estigma. La intensidad de la floración puede variar considerablemente de acuerdo con el genotipo, aunque también está influenciada por factores ambientales; del total de flores, menos del 5% es fecundado y produce fruto, lo cual se debe a la estructura de la flor y su biología (Bartley, 2005).

El fruto

Es una mazorca, polimorfa, de forma esférica a fusiforme, se sostiene por el pedúnculo, su color depende del genotipo de cacao, pudiendo ser amarilla, anaranjada o púrpura a la madurez; puede ser lisa o rugosa y presenta surcos longitudinales. La mazorca madura a los 5 o 7 meses desde la polinización y en su interior presenta cinco hileras de almendras cubiertas de mucílago de sabor dulce con aroma agradable (Bartley, 2005).

Grupos Genéticos de cacao

Tradicionalmente se reconocen tres grandes tipos de cacao: Criollos, Forasteros y Trinitarios; sin embargo, en investigaciones realizadas por Motamayor et al. (2008) se lograron diferenciar 10 grupos genéticos de cacao, lo que brinda una clasificación mucho más precisa. Por otra parte, en estudios realizados por Lanaud et al. (2012) se describen otros dos cultivares tradicionales: Nacional y Amelonado. La variedad de tipo Nacional, la de mayor interés por su calidad y antigüedad; en Ecuador específicamente en el sur de la Amazonía (cantón Palanda) estuvo presente desde hace más de 5.000 años. A continuación, se describen las características de los grandes grupos genéticos de cacao.

CLASIFICACIÓN DE GRUPOS GENÉTICOS DE CACAO
ECUADOR PRODUCTOR DE CACAO FINO DEL MUNDO

CLON O VARIEDAD MAS COMÚN
 Híbrido entre nacional y criollo está siendo desarrollando por el INIAP

CLON O VARIEDAD MAS COMÚN
 ICS-1, ICS-6 (EET-275), ICS-95 (EET-111), Super árboles y sacha gold.

CLON O VARIEDAD MAS COMÚN
 EET-399, EET-600, SIL-1, SIL-5

CLON O VARIEDAD MAS COMÚN
 EET-19, EET-48, EET-62, EET-95, EET-96, EET-103, EET-544, EET-588, EET-559, EET-576, EET-577, EETP-800, EETP-801.

Las raíces del Theobroma cacao L.
 Estudios realizados en Palanda, cantón de la provincia de Zamora Chinchipe, demuestran que Theobroma cacao L. (nombre científico del cacao) tiene su origen en la Alta Amazonia, de acuerdo con la evidencia arqueológica hallada en la cultura denominada Mayo-Chinche donde se confirmó el uso del cacao desde el 3.300 a.C. en el yacimiento Santa Ana-La Florida, ubicado a 1.045 metros sobre el nivel del mar. La cultura Mayo-Chinche interactuó desde hace 5 mil con una red de comercio entre pueblos asentados en la cuenca amazónica y los que vivían a lo largo de las costas del Pacífico.

USO DEL CACAO POR EL \$3.000 MÁS DE MUNDOS

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA
MINISTERIO DE AGROPECUARIO Y PESQUERÍA
MINISTERIO DE AMBIENTE Y AGUA
INIAP
MINISTERIO DEL AMBIENTE Y TERRITORIO INDÍGENA

Fuente: Cacao climáticamente inteligente. FAO- 2021

Cacao Criollo

El cacao criollo, se lo encuentra especialmente en la zona norte de Ecuador, Colombia, Venezuela y Centroamérica. Se caracteriza por presentar mazorcas rugosas, surcos pronunciados, de forma alargada y puntiaguda, de coloraciones verdes y rojizas en estado inmaduro y de color amarillo a anaranjado rojizo cuando están maduras. Las almendras en su mayoría son de color blanco marfil, el sabor del mucílago es dulce y su aroma es muy penetrante después del proceso de fermentación; el chocolate obtenido de este cacao es apetecido por su sabor a nuez y fruta (Durán y Dubón, 2016).

Cacao Forastero o Amazónico

Este tipo de cacao se considera originario de la cuenca alta del río Amazonas, clasificados como silvestres en la Amazonía de Ecuador, Colombia, Perú, Venezuela y Brasil. Su fruto tiene una cáscara dura más o menos lisa, su coloración varía entre verde claro o rosado pálido y luego se tornan amarillas; normalmente tienen una apariencia redondeada. Las almendras son aplanadas de color morado y sabor amargo (Estrada et al., 2011).



Cacao Trinitario

Este tipo de cacao es muy heterogéneo (genéticamente y morfológicamente), sus frutos son verdes o pigmentados, las semillas son violeta oscuro y rosa pálido. Su origen es de Trinidad y Tobago y se presume que la hibridación fue el resultado de un proceso de cruzamiento espontáneo y natural. Presentan sabor a cacao de medio a alto, usualmente con sabor a frutas y nueces (Centro Agronómico de Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE], 2012).

Cacao Nacional o Fino de Aroma

Las mazorcas son amelonadas, pero con estrangulaciones en la base y el ápice de la misma, con surcos y lomos poco profundos. El color interno de las almendras es violeta pálido o lila, aunque en algunas ocasiones se observan semillas blancas, sus mazorcas son de color amarillo (Quiroz, 2012).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES DEL CULTIVO DE CACAO

En los cacaotales ocurren en forma permanente y dinámica una serie de interacciones entre los factores bióticos y abióticos, que al concebirse de forma global se constituyen en aspectos fundamentales para la toma de decisiones oportunas y efectivas que aseguran el crecimiento sano y vigoroso de las plantas cultivadas. Por lo que, en primera instancia, es necesario tener información del clima y suelo como condiciones básicas para el establecimiento y posterior manejo de los cacaotales (Almeida y Valle, 2007).

Clima

El cacao en Ecuador se lo cultiva hasta los 1.400 m. s. n. m., siendo lo óptimo entre 400 y 800 m. s. n. m. Se necesitan lluvias uniformes distribuidas a lo largo del año, entre 1.250 a 3.000 mm; la temperatura mínima puede ser de 18 a 21°C y la temperatura máxima de 30 a 32°C, siendo la temperatura óptima de 25°C a 26°C, con una humedad relativa entre 70 y 90%, siendo lo óptimo 80% (Almeida y Valle, 2007).



En el caso de la Amazonía ecuatoriana, la región presenta algunas condiciones extremas de clima que afectan a la producción de cacao, especialmente cuando hay variaciones de más de 9°C de temperatura, entre el día y la noche; éstas afectan los procesos fisiológicos como la formación de flores y frutos, de igual forma las lluvias en exceso y la alta humedad ambiental propician la presencia de enfermedades (Brenes, 1983). Respecto de la necesidad de sombra para el cultivo de cacao, se conoce que en los primeros años las plantas necesitan aproximadamente un 30% de luz y un 70% de sombra; después del tercer año requieren de 70% de luz y 30% de sombra; es así que para plantaciones mayores a cuatro años de edad se requiere de 850 a 1.000 h/luz por año. Es por esto, que se ha determinado que una intensidad lumínica menor del 50% del total de luz, limita los rendimientos y una intensidad superior al 50% del total de luz puede aumentar el rendimiento, pero reduce la vida productiva de la planta de cacao (Carrión, 2012).

Suelo

El cultivo de cacao se adapta a diferentes tipos de suelo; sin embargo, se recomiendan suelos profundos, livianos y ricos en nutrientes; de ser posible, el perfil de suelo debe alcanzar una profundidad de 1 a 1,5 m, con la finalidad de que la raíz pivotante y todo el sistema radicular pueda desarrollarse. Las plantas de cacao no soportan encharcamiento por lo que se sugieren suelos arcillo-arenosos con 50% de arena, 30 a 40% de arcilla, 10 a 20 % de limo y una proporción relativamente alta de materia orgánica (> 3.5%); el pH del suelo óptimo para el cultivo es de 6,5 a 7,5; sin embargo, el cacao tolera suelos ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos (pH de 5,0 a 7,5), (Hall et al., 2010).

ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL CULTIVO DE CACAO

Para potencializar la producción de cacao y obtener un producto de calidad; es necesario partir desde la siembra con materiales adaptados a las condiciones ambientales de cada localidad, se debe conocer el manejo agronómico adecuado, tener claramente identificadas las plagas y enfermedades, así como las alternativas para su control.



Material genético de siembra.

Para el establecimiento de nuevas plantaciones hay que tener en cuenta las recomendaciones técnicas de acuerdo con el material genético, el clima y la interacción con el ambiente. Se pueden usar plantas híbridas, procedentes de semillas de polinización controlada de tipo "Nacional", que se pueden sembrar en mezclas, así como sembrar plantas obtenidas por multiplicación asexual, conocidas como "clones" para incrementar la producción y homogenizar la calidad del grano de cacao (Enríquez, 2010).

Nuevos clones de cacao recomendados para la zona centro-norte de la Amazonía

El INIAP, luego de un proceso de investigación de varios años seleccionó dos nuevos clones de cacao tipo Nacional Fino de Aroma: INIAP EETP 800 Aroma Pichilingue e INIAP EETP 801 Fino Pichilingue, la estrategia para la recomendación de los nuevos clones consistió en la evaluación bajo las condiciones de la Amazonía norte de los materiales liberados por la Estación Experimental Tropical Pichilingue. A través de la Estación Experimental Central de la Amazonía se realizó la evaluación del comportamiento agronómico, sanitario y productivo de los clones antes mencionados en diferentes localidades de la Amazonía con la finalidad de ampliar la recomendación de siembra, sugiriendo sembrar los clones bajo el enfoque de sistema agroforestal (INIAP, 2018).

PREPARACIÓN DE TERRENO PARA LA SIEMBRA DE CACAO

Limpieza del terreno "Roza"

Esta actividad consiste en eliminar las malezas y plantas pequeñas con la finalidad de acelerar su descomposición y facilitar las labores culturales del cultivo. Debido a las condiciones frágiles de la

Amazonía es conveniente no seguir talando bosques primarios, más bien se recomienda utilizar áreas intervenidas (rastrojo, barbecho y áreas de cultivos abandonados [Ministerio de Agricultura (MA) y Programa para el Desarrollo de la Amazonía (PROAMAZONIA), 2004]

Adecuación de la sombra y aprovechamiento de árboles

Para la siembra de la nueva plantación de cacao, los árboles existentes en el terreno deberán ser podados, aprovechados o eliminados con la finalidad de permitir la entrada de luz al área de cultivo; de ahí la necesidad que previo a la intervención para la adecuación de la sombra se debe realizar un inventario de las especies para conocer las características de las mismas, seleccionando los destinados para la venta comercial, para sombra permanente del cultivo de cacao (dejar árboles leguminosos) y los que se deben eliminar. Los árboles seleccionados para proveer sombra al cacao deben estar distribuidos en toda el área, de tal forma que proyecten una sombra entre el 30% y 50 % (Arvelo et al., 2017).

Repique de los restos vegetales

Consiste en trozar en pequeños pedazos los troncos, ramas y malezas existentes en el área, además, se deben recoger los restos de los árboles y colocarlos en las calles de la plantación para procesos de descomposición (Arvelo et al., 2017).

Drenajes

Se debe seleccionar áreas que no tengan problemas de encharcamiento, en caso de presentarse será necesario la elaboración de canales de drenaje, del mismo modo se debe considerar que exista disponibilidad de agua para riego específicamente para los días de sequía; es así que esta actividad va a depender de las condiciones edafoclimáticas del lugar, topografía, susceptibilidad del área a sufrir inundación y la capacidad propia del suelo para mantener una adecuada retención de humedad y disponer de una adecuada aireación (Quiroz y Agama, 2006).

Trazado y balizado

El trazado y balizado se debe realizar considerando la pendiente del terreno para evitar la erosión del suelo por causa de la lluvia y el viento. Por lo tanto, en terrenos con pendientes, las hileras se ubicarán de manera transversal a la pendiente o si es posible deberán realizarse en curvas a nivel, al efectuar el trazado y balizado se debe considerar también la sombra temporal que puede ser Musáceas y la sombra permanente como especies forestales, de servicio y frutales., Se recomienda las siguientes distancias de siembra (Tabla 1); sin embargo, todo dependerá del área y el objetivo del productor [Ministerio de Agricultura (MA) y Programa para el Desarrollo de la Amazonía (PROAMAZONIA), 2004]

Tabla 1. Distancias de siembra de cacao bajo sistemas agroforestales

Cacao		Sombra temporal		Sombra permanente	
metros	Plantas por ha.	metros	Plantas por ha	metros	Plantas por ha
4 x 4	625	4 x 4	625	8 x 8	156
3 x 3	1.111	6 x 3	555	16 x 16	39

Fuente: Agroforestería sostenible en la Amazonía Ecuatoriana (INIAP 2018).

Sombra temporal

La sombra temporal ayuda a las plantas jóvenes de cacao a obtener un crecimiento más rápido, vigoroso, contribuye a reducir la evapotranspiración y produce una cobertura ante la radiación solar directa. 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 los clones de cacao. Las especies comúnmente utilizadas para este fin son plátano, guineo (*Musa spp*) sembrados a 6 x 6 metros, yuca (*Manihot esculenta*) sembrada a 1,5 x 2 m, frejol de palo (*Cajanus cajan*) sembrado a 1 x 1,5 metros y papaya (*Carica papaya*) a 3,5 x 3,5 metros, cultivos que permanecerán en la plantación hasta que el cacao desarrolle totalmente su follaje. Dependiendo del suelo y las condiciones climáticas, en algunos países la duración de la sombra puede variar entre 2 a 5 años; sin embargo, en la Amazonía ecuatoriana la sombra temporal permanece en los cultivos alrededor de 3 años (MA y PROAMAZONIA, 2004).

Sombra permanente

El cacao es una planta que se desarrolla en su hábitat natural bajo sombra, por lo que se puede considerar que el ambiente más favorable para la producción sostenible es aquel que simula un bosque primario; considerando la regulación de la temperatura y la protección de la biodiversidad dentro del cacaotal. La sombra permanente ejerce varias funciones dentro de las plantaciones de cacao como, por ejemplo, regula la temperatura la humedad y la luz, también, mejora las propiedades del suelo incrementando la materia orgánica lo cual facilita el drenaje. Las principales especies utilizadas y recomendadas para la Amazonía ecuatoriana se detallan a continuación (Tabla 2); sin embargo, dependerá del interés y la zona agroecológica donde se van a sembrar:

Tabla 2. Especies predominantes en las fincas con sistemas agroforestales Cacao

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	DISTANCIA DE SIEMBRA
Cedro	<i>Cedrus sp</i>	18 x 18 m
Capirona	<i>Capirona decorticans</i>	18 x 18 m
Laurel	<i>Laurus novilis</i>	18 x 18 m
Jacaranda	<i>Jacaranda sp</i>	18 x 18 m
Higuerón	<i>Ficus citrifolia Mill</i>	22 x 22 m
Bálsamo	<i>Myroxylon balsamum</i>	16 x 16 m
Caoba	<i>Swietenia macrophylla King</i>	18 x 18 m
Caucho	<i>Ficus elastica Roxb</i>	16 x 16 m
Manzano Colorado	<i>Clethra fimbriata</i>	22 x 22 m

Fuente: Agroforestería sostenible en la Amazonía Ecuatoriana (INIAP 2018).

Arvelo et al. (2017) recomiendan que las plantas empleadas como sombra permanente tengan las siguientes características:

- ✓ *Poseer una copa que permita el ingreso de los rayos solares.*
- ✓ *Disponer 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.*
- ✓ *Preferentemente debe ser una especie leguminosa.*
- ✓ *No debe ser hospederio de plagas que causan daño al cacao.*



Apertura de hoyos

Una vez realizado el trazado y balizado de los puntos donde estarán ubicadas las futuras plantas de las diferentes especies del sistema de producción de cacao, se procede con la apertura de hoyos cuyas dimensiones deben ser de 0,3 x 0,3 x 0,3 m, de ancho, largo y profundidad; de esta manera las plantas pueden desarrollar un buen sistema radicular. Al extraer la tierra de los hoyos se deben separar, los primeros 10 cm con mayor contenido de materia orgánica a un lado y el restante de la parte más profunda a otro lado; de tal forma, que, al momento de sembrar las plantas, el suelo de la parte superior se colocará al fondo del hoyo y el resto del suelo en la parte superior (MA y PROAMAZONIA, 2004).

Siembra

Con la finalidad de asegurar un desarrollo vigoroso de las plantas se debe efectuar una fertilización de base utilizando, previamente a la siembra, entre 150 a 200 g de abono orgánico o a su vez colocar entre 50 a 100 g de un fertilizante químico compuesto, de acuerdo al análisis de suelo. Para facilitar la disponibilidad de nutrientes se debe hacer que la tierra o sustrato de la parte superior con mayor contenido de materia orgánica ingrese al fondo mezclado con el abono orgánico o el fertilizante compuesto. Posteriormente se coloca la planta, retirando previamente la funda plástica y se rellena con la tierra del fondo, haciendo ligeras presiones para no dejar bolsas de aire en el interior de los hoyos y así evitar problemas de encharcamientos que causan la pudrición de las raíces y la posterior muerte de las plantas instaladas. Para realizar estas actividades se deben tomar en cuenta las fases lunares (MA y PROAMAZONIA, 2004).

Asociación temporal y transitoria de cultivos

En la fase inicial de establecimiento del cultivo se sugiere la siembra de al menos tres ciclos de cultivos de ciclo corto, especialmente maíz (*Zea mays*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*) o maní (*Arachis hypogaea*), lo que permitirá reducir la proliferación de arvenses y contribuirá a la generación de ingresos económicos y alimentos para la familia, además mejorará las características biológicas y físicas de la parte superficial del suelo con el aporte de materia orgánica (Arvelo et al., 2017; Paredes, 2009).

Manejo integrado de arvenses

Se conocen varias técnicas para controlar arvenses (malezas): a) control manual, implica el uso de herramientas manuales como machetes, azadones, entre otros; b) control mecánico, donde se utiliza maquinaria como motoguadañas y tractores; c) control con coberturas o mantillo, consiste en el uso de una capa de mantillo de gallinaza, residuos vegetales o la siembra de coberturas con plantas leguminosas; y, d) control químico que se caracteriza por el uso de herbicidas por medio de pulverizadores, aunque, si se realizan estas aplicaciones, es importante que estos no entren en contacto con el cacao, para lo cual se emplean protectores cilíndricos de plástico que protejan a las plantas (Arvelo et al., 2017; Paredes, 2009).

Riego

La región amazónica ecuatoriana se caracteriza por tener una alta precipitación anual; sin embargo, en los últimos años se observan períodos cortos de déficit hídrico en varios meses del año; por lo tanto, algunas plantaciones de cacao pueden requerir riego de mantenimiento o riego suplementario durante estos períodos. En lugares con presencia de períodos secos, un sistema de riego por goteo es lo más adecuado. Además, es importante que el cacao no sufra estrés por agua, pues puede afectar la floración y producir el secado de las flores. 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, la humedad ambiental, la cantidad de las últimas lluvias, etc. (Arvelo et al., 2017)



Fertilización

Es necesario realizar análisis de suelo y análisis foliares antes de iniciar con un plan de fertilización, lo que permitirá conocer los elementos faltantes o hacer enmiendas para una mejor nutrición del cultivo de cacao; sin embargo, para contribuir a la fertilidad del suelo hay que mejorar y mantener el contenido de materia orgánica a través de la aplicación de estiércol, gallinaza u otro abono que se disponga en la zona. Del mismo modo se deben adoptar técnicas de cultivo que reduzcan al mínimo la erosión del suelo; como, por ejemplo, manteniendo una cobertura o un mantillo. En ciertos casos se recomienda la aplicación de cal, para garantizar la buena absorción de nutrientes en suelos muy ácidos, así como, el empleo de medidas adecuadas para reponer los nutrientes agotados en el suelo (Arvelo et al., 2017; Paredes, 2009).



Un esquema general de fertilización incluye un primer abonado de las plantas de cacao, después del segundo mes del trasplante, con alto contenido de fósforo y nitrógeno que deberá replicarse 6 meses después. En el segundo año se aplicará un esquema similar con dos fertilizaciones anuales, pero aumentando la dosis de fertilizante en 20% y a partir del tercer año en adelante se recomienda fertilizar el cacaotal según los resultados obtenidos del análisis químico de suelo y de acuerdo al requerimiento del cultivo. Es recomendable realizar la fertilización después de la poda del cacaotal y de las especies asociadas al cultivo (Arvelo et al., 2017).

Los períodos o momentos específicos de fertilización dependerán de las condiciones climáticas de cada zona, preferiblemente antes de los períodos intensos de lluvia, durante las fases de establecimiento y producción. Los fertilizantes deben aplicarse en un anillo ancho alrededor de cada planta, a una distancia conveniente del tallo para no causar daño; en suelos arenosos y particularmente en climas húmedos, los fertilizantes deben ser fraccionados en cuatro o más dosis en lugar de una sola aplicación (Arvelo et al., 2017).



Podas

La poda consiste en la eliminación de las ramas no deseadas de un árbol de cacao y es muy importante porque puede afectar (positiva o negativamente) el rendimiento del cultivo. A partir de la poda se diseña la forma y estructura del árbol de cacao para el resto de su vida útil. Por otro lado, las plagas y las enfermedades se multiplican más en árboles de cacao sin poda (con densas copas), que en árboles que han sido podados y que presentan copas abiertas y ventiladas. Una poda equilibrada también puede estimular la producción de flores y, por ende, más mazorcas maduras. Esta práctica puede realizarse correctamente utilizando herramientas como la sierra de arco, tijeras podadoras, serruchos de podar y podadoras mecánicas de altura.



El productor de cacao puede realizar cinco tipos de podas: de formación, mantenimiento, sanitaria, rehabilitación y poda de sombrío (Arvelo et al., 2017; Paredes, 2009).

Poda de formación

Esta se realiza durante los dos primeros años del cultivo y el objetivo es orientar la estructura de la planta; de forma tal, que le permita aprovechar todo el espacio que se le ha asignado para su crecimiento, eliminando ramas entrecruzadas, agobiadas o con crecimiento hacia el suelo, es decir procurando un adecuado diseño o arquitectura y balance del árbol. Después de la poda, en los cortes se debe aplicar una pasta cúprica para evitar el

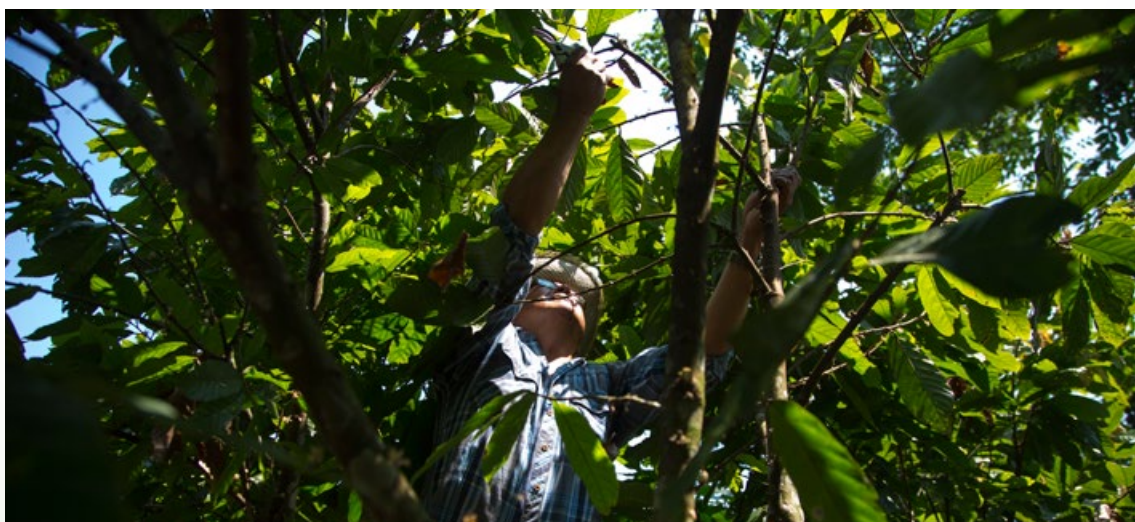
ingreso de hongos causantes de varias enfermedades, también es importante el uso de herramientas adecuadas y desinfectadas con alcohol. Se recomienda no eliminar muchas ramas y hojas durante la poda de formación, para evitar que la planta se estrese; por lo tanto, un follaje bien repartido con muchas hojas que capten luz es garantía para el desarrollo y futuro del cultivo (MA y PROAMAZONIA, 2004).

Poda de mantenimiento

Consiste en eliminar ramas secas o entrecruzadas para mantener una altura y estructura equilibrada del árbol de cacao. En las condiciones de la Amazonía ecuatoriana, es mejor realizar la poda de mantenimiento de tres a cuatro veces al año. Además, se recomienda eliminar chupones y realizar limpiezas generales cada dos meses, con la finalidad de mantener la sanidad, buen desarrollo del árbol y buena producción de mazorcas (Arvelo et al., 2017).

Poda sanitaria

Este tipo de poda consiste en eliminar todas las ramas defectuosas, secas, enfermas, improductivas, desgarradas, cruzadas y las débiles que se presenten muy juntas; esta práctica también comprende la recolección y eliminación de mazorcas dañadas o enfermas. Es recomendable la remoción de mazorcas enfermas cada 7 o 10 días, para realizar un mejor control de la moniliasis (Arvelo et al., 2017).



Poda de rehabilitación

Este tipo de poda se realiza en plantaciones viejas de cacao o mal manejadas, la cual consiste en realizar una poda drástica al árbol con la finalidad de estimular nuevos brotes, para posteriormente seleccionar los más vigorosos. En plantaciones de cacao de propagación sexual donde existen muchas plantas improductivas se recomienda realizar la rehabilitación mediante un cambio de copa, que consiste en realizar un injerto de púa lateral en los brotes del cacao con una vareta de un clon productivo, lo que permitirá recuperar la producción del cacaotal (Quiroz y Agama, 2006).



Poda del sombrío

Esta poda se efectúa en las especies destinadas a proveer sombra al cultivo de cacao, se realiza al menos dos veces al año para favorecer el manejo del cultivo; consiste en cortar las ramas bajas y sobrantes de las plantas de sombra permanente, con el fin de controlar también la altura de las especies de servicio y frutales dentro del sistema agroforestal. Una sombra adecuada es importante para la obtención de buenos rendimientos de cacao, por lo que se recomiendan porcentajes de sombrío del 30% al 50% (Arvelo et al., 2017).

Manejo integrado de plagas y enfermedades del cultivo de cacao

El cultivo de cacao es seriamente afectado por diferentes factores bióticos y abióticos, siendo las enfermedades los principales problemas; sin embargo, el bajo rendimiento de las plantaciones de cacao se debe también a temas genéticos y a la falta de manejo integrado de plagas y enfermedades de manera oportuna (Phillips-Mora et al., 2009). En este sentido, el manejo integrado de plagas (MIP) es una estrategia para reducir el daño causado por plagas y enfermedades, ya que combina varias medidas de control como la preparación del suelo, fertilización, riego y drenaje, el uso de cobertura, el establecimiento de sombra permanente y temporal y sus respectivas podas; además, se realiza seguimientos permanentes para saber el estado del cultivo y la aparición de enfermedades y plagas para tomar decisiones oportunas.

En la Amazonía el desarrollo y diseminación de las enfermedades es más agresivo respecto de la región Costa, especialmente cuando los árboles de cacao no se podan; originando mayor autosombreamiento, lo que produce una menor entrada de luz y elevada humedad relativa dentro de la plantación (Phillips-Mora y Cerda, 2009). Las principales enfermedades en la Amazonía que causan importantes pérdidas en la producción son: la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) y la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*).

Moniliasis (*Moniliophthora roreri*)

La monilla puede provocar pérdidas de hasta el 80% de los frutos de cacao; los síntomas se presentan con puntos aceitosos que al pasar los días se torna en una mancha de color café y sobre esta mancha aparece una pelusa blanca, la misma que se torna cremosa a medida que maduran millones de esporas diminutas. Las esporas o conidios se desprenden a medida que sube la temperatura, secándose el polvillo harinoso (Phillips-Mora y Cerda, 2009)

Medidas de control.

Se recomienda emplear la integración de varios métodos de control, entre ellos las prácticas culturales, que es el método con mayor impacto favorable para el combate de la moniliasis, las labores consisten en:



- ✓ *Disponer de drenajes.*
- ✓ *Aplicación de cal para corregir el pH del suelo.*
- ✓ *Fertilización balanceada.*
- ✓ *Podas de mantenimiento y fitosanitarias con la finalidad de eliminar mazorcas con síntomas iniciales de la enfermedad.*
- ✓ *Remoción de mazorcas cada siete días en condiciones de lluvias frecuentes y cada 22 días en épocas de menor precipitación.*
- ✓ *Se debe realizar un manejo agronómico más sostenible, donde se recomienda la aplicación de fungicidas protectantes a base de azufre y cobre logrando disminuir significativamente la incidencia de *M. roreri* más un control biológico (Anzules et al., 2019) y hongos del género *Trichoderma* (Pico, et al., 2019).*
- ✓ *Es necesario conocer las fases fenológicas que presenta el cultivo de cacao, las mismas que relacionan con las condiciones del clima, para iniciar planes de manejo (Pico et al., 2012).*

**Mazorca negra (*Phytophthora palmivora*)**

Puede atacar diferentes partes de la planta de cacao, pero su mayor impacto se da en los frutos, especialmente en aquellos que están próximos a su maduración. Sus síntomas se presentan con manchas de color café con minúsculos hilos entrecruzados de micelio de color blancuzco y poco denso, que en condiciones de temperatura y humedad producen esporas, que luego por acción de las gotas de lluvia, las corrientes de agua, el viento y las hormigas, afectan a los frutos y tejidos de la planta (Phillips-Mora y Cerda, 2009).

Medidas de control.

Se deben eliminar las mazorcas enfermas antes de que se produzcan las esporas.

Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

La escoba de bruja es un hongo que afecta a flores, frutos, brotes, y ramas causando síntomas como: crecimientos anormales en brotes vegetativos, lesiones y en cojinetes florales afectando la producción de frutos sanos (Phillips-Mora y Cerda, 2009).

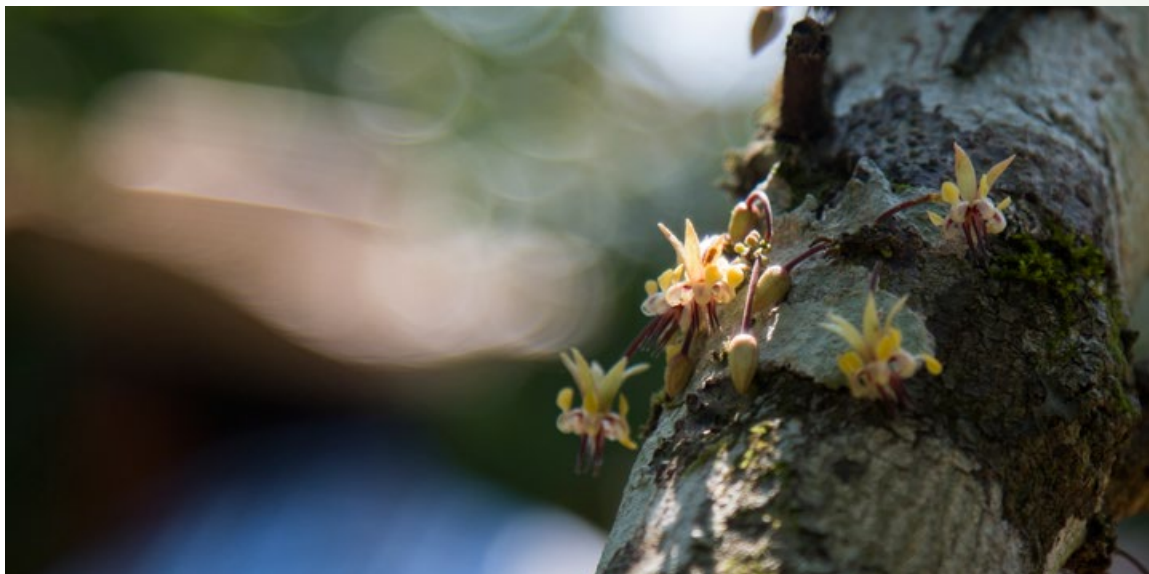
Medidas de control

Se recomienda el uso de clones tolerantes a este patógeno, además de las siguientes actividades:

- ✓ *Mantener la planta de cacao a una altura máxima de 2,5 m, con la finalidad de facilitar el manejo para podas o cosechas.*
- ✓ *Selección adecuada del material de siembra (tolerante o resistente).*
- ✓ *Realizar al menos dos o tres podas de mantenimiento a finales o comienzo de la época seca, es decir, entre los meses de febrero-marzo y julio-agosto.*
- ✓ *Durante y después de las podas se debe hacer una remoción de frutos y tejidos enfermos.*
- ✓ *De existir encharcamiento en el área de la plantación se sugiere hacer drenajes.*
- ✓ *Se sugiere dar un seguimiento semanal a la plantación de cacao, en caso de presentarse la enfermedad proceder a eliminar de inmediato las ramas de cojinetes florales o vegetativos, antes de que se seque.*
- ✓ *No es recomendable el control químico con fungicidas sistémicos, debido a que reducen la diversidad de microorganismos nativos que están ejerciendo un control natural (Flores y Roque, 2017).*



SISTEMAS AGROFORESTALES CON CACAO



Los Sistemas Agroforestales (SAF) se definen como una alternativa de uso de la tierra, donde la introducción, mantenimiento y mezcla de árboles y cultivos se benefician mutuamente de las interacciones biológicas, ecológicas y económicas entre los diferentes componentes (Pando y Lorenzo, 2002). Del mismo modo, desde hace mucho tiempo los indígenas y campesinos han diversificado los sistemas de cultivos; ordenando las especies vegetales en el tiempo y espacio, considerando las características y condiciones de hábitat de cada especie y los requerimientos de manejo cultural. Por otra parte, estos sistemas promueven la captura y almacenamiento de carbono contribuyendo a mitigar la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera (Altieri y Nicholls, 2011; Giraldo et al., 2011; Casanova et al., 2016).

La Amazonía ecuatoriana presenta una fragilidad en sus suelos, por lo que es importante establecer plantaciones y manejarlas bajo un sistema diversificado o sistemas agroforestales con enfoque agroecológico, es decir que en la parcela existan especies forestales, frutales, árboles de servicio y el cultivo principal como generador de recursos como es el cacao. En el caso específico de la provincia de Napo, el cacao está asociado con otras especies comerciales como la vainilla (*Vainilla sp.*), lo que permite tener un sistema diversificado y más sostenible haciendo que sea menos vulnerable y a su vez disponer de paisajes agrícolas resilientes, los mismos que están siendo manejados por pequeños productores de cacao (Torres et al., 2014; Álvarez et al., 2012).

Como una opción, se sugiere la siembra de plantas de cacao donde se incluyan diferentes tipos de clones productivos e inter-compatibles, con el objetivo de diversificar la heterogeneidad de la población, de tal manera que la multiplicidad genética permita estimular la polinización cruzada entre los diferentes clones y esa diversificación se exprese en términos de reducción de riesgos a plagas y enfermedades. Es así que en la zona norte de la Amazonía ecuatoriana existen algunas experiencias con resultados preliminares donde se han establecido sistemas agroforestales con hileras dobles cada 28 m con el chuncho (*Cedrelinga cateniformis*) como especie forestal (4 x 4 m), porotillo (*Erythrina poeppigiana*)

como especie de servicio (*leguminosa*) sembrada a 7 x 7 m y plátano (*Musa sp.*) como sombra temporal a la misma densidad, mientras que las plantas de cacao se establecieron a 3,5 x 3,5 m equivalente a una densidad de 816 plantas por hectárea. Las plantas de laurel (*Cordia alliodora*), jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), cedro (*Cedrela odorata*), naranja (*Citrus sinensis*), toronja (*Citrus paradisi*), aguacate (*Persea americana*), coco (*Cocos nucifera*) y asaí (*Euterpe oleracea*) se siembran en los bordes de las parcelas a distancias de 5 x 5 m. Los cultivos de fréjol (*Phaseolus vulgaris*), yuca y maíz se siembran en las calles del sistema agroforestal (Paredes et al., 2021).



PLAN DE MANEJO DE LA FINCA CON ENFOQUE CLIMÁTICO

El diseño y manejo de finca con enfoque climático busca incorporar aspectos de conservación de los servicios ecosistémicos y manejo ecológico para incrementar su resiliencia. Esta medida requiere identificar áreas fundamentales de la finca para conservación; favorecer el uso de plantas resilientes; e, incorporar prácticas de manejo del suelo (Anexo 1).

De acuerdo a la Cooperación Técnica Alemana [GIZ], (2018), las acciones que requiere esta medida son:

a) Manejo de áreas estratégicas para protección de servicios ecosistémicos de las fincas. Se orienta a planificar el manejo de áreas fundamentales para otorgar resiliencia a la finca, como son:

- **Protección de los bosques remanentes de las fincas.** Con esto se protege la biodiversidad y la presencia de especies importantes para los cultivos como son los polinizadores, se favorece la presencia de controladores naturales de plagas y enfermedades, y son fuente de alimento y hábitat para especies como aves y otros mamíferos menores que ayuden con la dispersión de semillas.

- **Protección de márgenes ribereños;** que consiste en proteger las franjas de vegetación existente a ambos lados de los ríos y esteros que atraviesan las fincas con la siembra de especies locales como el chiparo (*Zizia longifolia*), en anchos que varían entre 5 y 30 m y restaurar vegetación forestal en los sitios con presencia de vegetación herbácea y arbustiva. Esta vegetación la ribereña ayuda a mitigar algunos impactos que pueden llegar a ser severos con la presencia de lluvias muy intensas, en virtud de las siguientes funciones:

- o *Afirma taludes para prevenir o amortiguar deslaves.*
- o *Evita que los desbordamientos sean muy amplios.*
- o *Evita el daño de los cultivos.*
- o *Actúa como un filtro biológico para retener sedimentos, y residuos de agroquímicos que se puedan estar utilizando en los cultivos. Por lo tanto, el agua, tanto para consumo humano como para los peces, tendrá mejor calidad.*
- o *La cobertura forestal a ambos márgenes de esteros y de ríos mantiene el agua más fresca, por lo tanto, ésta será de mejor calidad.*

- **Conformación de corredores de conectividad** para unir parches de bosque y franjas ribereñas. Se trata de cinturones de vegetación nativa y otras funcionales que se puedan planificar al momento de rotar los sistemas de producción entre reales, a fin de conectar los parches de bosques y las franjas de vegetación ribereña, fortaleciendo de esta manera la presencia de especies que brindan beneficios a los cultivos.



b) Uso de especies resilientes. Se orienta a identificar, seleccionar y asegurar en forma natural, especies que tengan resiliencia ante el incremento de temperatura y ante la presencia de lluvias intensas, de tal forma que estén disponibles tanto para la alimentación familiar y/o comercialización, elaboración de artesanías, protección de áreas y para la preparación de medicamentos naturales. Al manejar una base de especies resilientes para los fines propuestos, como medicamentos naturales, artesanías y gastronomía, se estaría beneficiando a la familia y sobre todo transmitiendo el conocimiento de generación en generación.

c) Uso de prácticas de manejo ecológico de suelos.

Aunque es un tema amplio, al menos se podría contemplar como parte de la planificación al considerar el incremento de materia orgánica y la incorporación de nutrientes a partir del cultivo de leguminosas y el manejo del pH del suelo.

COSECHA Y POSCOSECHA

La cosecha corresponde a la recolección de mazorcas de los árboles de cacao, sanas, sin daños y cuando estas han alcanzado una madurez completa, que se da aproximadamente entre 120 a 150 días después de la fecundación, dependiendo de la variedad.

Para realizar una adecuada cosecha se deben considerar los siguientes aspectos:

- ✓ *Para el caso de mazorcas que se encuentran en la parte alta del árbol, se podrá utilizar una podadora bien fila o navaja curva acoplada a una palanca de caña guadua de la altura que sea necesaria.*
- ✓ *La cosecha de las mazorcas colocadas hasta la altura del operador se debe realizar con una tijera de podar. El corte se debe efectuar en la mitad del pedúnculo para evitar dañar el cojín floral y la futura cosecha.*
- ✓ *En lo posible evitar el uso de machete porque se puede dañar el tallo del árbol, otras flores y mazorcas inmaduras.*
- ✓ *Bajo ningún motivo se debe arrancar las mazorcas porque puede desgarrar el tallo y dañar el cojín floral (Compañía Nacional de Chocolates 2019; Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2014; Quiroz 2012).*



Almendras no aptas para fermentar

Se deben evitar mazorcas verdes, sobre maduras, enfermas y atacadas por plagas. Las mazorcas verdes o inmaduras, son las que aún no han desarrollado los azúcares y no contienen mucílago, normalmente las almendras están adheridas a la cáscara, debido a ello presentan dificultad para fermentar, lo que afecta al sabor del chocolate y la calidad de los demás subproductos de cacao (Paredes, 2009; Pérez Piza, 2009; Quiroz, 2012).

Las mazorcas pintonas son las que contienen poco mucílago, y este es pobre en azúcares lo que dificulta la fermentación. Las mazorcas sobre maduras, son las que contienen almendras germinadas con insuficiente cantidad de mucílago para fermentar, la radícula germinada al atravesar la cutícula del grano, crea un espacio por donde se introducen los microorganismos, muchos de los cuales pueden producir sabores desagradables e inclusive toxinas (Afoakwa et al., 2008; Pérez Piza, 2009).

Las mazorcas atacadas por plagas contienen almendras que pueden estar contaminadas por hongos. Se tiene evidencia que algunos de estos hongos producen ocratoxina A y aflatoxinas, compuestos que son tóxicos para la salud humana y que se originan a través de mazorcas o granos dañados. Para reducir cualquier riesgo se recomienda descartar este tipo de mazorcas, inclusive aquellas que han sido dañadas por el machete, al momento de la recolección o partido (Afoakwa et al., 2008; Aguilar, 2017; Pérez Piza, 2009).

Una vez que las mazorcas sanas han sido recolectadas con la ayuda de un machete o con una palanquilla se parten las mazorcas y se extraen los granos que son colocados en recipientes, especialmente de plástico, que no dejen escapar el mucílago o miel para ser trasladados al área de tratamiento de poscosecha y beneficio (Paredes, 2009; Pérez Piza, 2009).





Recomendaciones específicas para la extracción de almendras de la mazorca:

- ✓ *Al momento de abrir las mazorcas evitar dañar las almendras ya que pueden quedar susceptibles al ingreso de insectos y hongos.*
- ✓ *Desprender las almendras de la placenta o maguey.*
- ✓ *Evitar que las almendras caigan al suelo ya que su contacto puede dañar la calidad.*
- ✓ *Las almendras deben colocarse en recipientes limpios y destinados solo para este fin. Tener cuidado de no utilizar sacos, baldes u otros recipientes que hayan sido de productos químicos o fertilizantes (Afoakwa, 2010; Quiroz, 2012).*
- ✓ *Eliminar las almendras que tienen algún tipo de enfermedad o daños físicos como cortes.*
- ✓ *No mezclar cacao de diferentes genotipos como cacao Nacional, CCN51 o Súper árbol.*
- ✓ *No mezclar almendras de diferentes días de cosecha.*
- ✓ *Después de cosechar los frutos se pueden abrir inmediatamente o dejar reposar durante unos días antes de abrirlos, esta es una técnica conocida como almacenamiento de mazorcas, de acuerdo a estudios se ha señalado que tiene efectos beneficiosos significativos en la calidad del sabor del grano durante la fermentación y procesamiento posterior (Afoakwa, 2010). De acuerdo a Teneda (2016) este tiempo las mazorcas pierden un poco de agua y tienen menos jugo, logrando así perder hasta un 40% de los azúcares del hilio, el 50% del volumen y el 4% de la humedad de la pulpa. A continuación, las almendras en baba son transportadas a los sitios de fermentación.*

La poscosecha inicia con:

Fermentación

La fermentación de acuerdo a Cubillos et al. (2008), consiste en amontonar los granos durante algunos días con la finalidad de que 1. Los microorganismos descompongan el mucílago (pulpa blanca y azucarada que rodea a los granos), 2. Aumente la temperatura con el propósito que se muera el embrión y 3. Se inicien los cambios físicos, bioquímicos y reacciones enzimáticas en el interior de las almendras, que van a ser los responsables de la formación de compuestos precursores del sabor y aroma del chocolate. Estos cambios pueden ser:

- ✓ *Cambios en la pigmentación interna del grano, color violeta a marrón claro.*
- ✓ *Transformación a un sabor astringente de los cotiledones.*
- ✓ *Evolución de los azúcares en alcoholes por las levaduras, los cuales son convertidos en ácido acético por las bacterias acéticas.*

Teneda (2016), señala que durante las primeras 24 a 48 horas se produce la transformación del azúcar de la pulpa de los granos en alcohol y dióxido de carbono, aquí el pH y la temperatura se elevan. En esta etapa de fermentación se producen las siguientes transformaciones:

- ✓ *Glucólisis, conversión de glucosa a ácido pirúvico.*
- ✓ *Fermentación alcohólica.*
- ✓ *Fermentación acética: temperatura ideal de 28 a 30°C y pH óptimo de 4,5.*

Así mismo, señala que el período de fermentación dependerá de las condiciones de temperatura del lugar y de la variedad (cacao Criollo de cotiledón blanco, requiere solo tres días para la fermentación; el cacao Forastero de cotiledón morado o púrpura necesita ocho días; y, el cacao Nacional puede durar entre 4 a 5 días). En este tiempo se producen cambios a nivel físico-químico dentro y fuera de los granos de cacao, como la aparición y pérdida de sustancias polifenólicas como: las cianidinas, que en el tercero y quinto día de fermentación desaparecen por completo al integrar parte de las reacciones bioquímicas y las leucocianidinas que aparecen en el segundo y tercer día, pero luego desaparecen cuando se combinan con proteínas.

Para que estos cambios bioquímicos ocurran hay que revolver, mezclar o voltear los granos durante el proceso de fermentación, y así facilitar la aireación, romper granos adheridos ("bolas"), prevenir la formación de mohos y hacer más uniforme el proceso. Cuando la fermentación es muy corta (3-4 días), la masa se volteo cada 24 horas. Cuando la fermentación es más larga (5-6 días) el primer volteo se hace a las 48 horas y después cada 24 horas hasta terminar el proceso. Posterior a la fermentación las almendras poseen algunas características diferenciables (Tabla 3 y 4).



Tabla 3. Características de las almendras fermentadas de cacao

Externas	Internas	Sabor	Calidad granos fermentados
Tamaño constante	Color, castaño a castaño pálido, según la variedad fermentada.	Amargor, debido a la teobromina	Buenos: granos pardos y quebradizos
Forma redondeada o plana	Textura, cotiledones se separan fácilmente de la cutícula o testa	Sabor aromático	Medianos: granos pardos, con textura parecida al queso o dura al cortar
Color, según la variedad: va de rojo-pardo a pardo pálido		Astringencia	Malos: granos con cotiledones púrpuras, con textura parecida al queso o muy dura al cortar
Olor agradable		Sabor frutal	Mohosos: granos con crecimiento fúngico en cotiledones y/o en la cutícula.
Cutícula entera		Sabor a nuez	

Fuente: Teneda (2016).

En la Tabla 4, se detallan las diferencias de un grano fermentado y mal fermentado:

Tabla 4. Características de las almendras de cacao bien y mal fermentadas.

Almendras bien fermentadas	Foto	Almendras mal fermentadas	Foto
Hinchada o más gruesa		Aplanadas	
Cáscara se separa fácilmente de almendra		Cáscara difícilmente se separa de almendra	
Quebradiza		Compacta	
Color marrón y chocolate		Color violeta, púrpura o pizarra	
Medianamente amargo		Sabor amargo	
Aroma agradable		No sabe a chocolate	
Sabor a chocolate		Es atacada por hongos en almacenamiento	
Humedad 7%			

Fuente: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA, 2016) y Ortiz y Guilcapi (2020).

Secado

Las almendras se pueden secar de manera natural o artificialmente, hasta alcanzar el 7% de humedad y para que continúen algunas reacciones bioquímicas que finalmente producirán los precursores del sabor. El contenido de humedad de los granos no debe ser mayor al 8% porque se forma mohos, pero tampoco deben estar por debajo del 6%, porque las almendras se vuelven frágiles y quebradizas.



Secado natural se realiza al sol sobre plataformas de madera o marquesinas. Para que el proceso sea uniforme, el primer día los granos se deben revolver con poca frecuencia y en los días siguientes con mayor frecuencia hasta terminar el proceso. La señal que define que esta fase ha terminado es el crujido que se siente al apretar un puñado de granos. Este proceso dura de 3 a 9 días.

Secado artificial emplea aire caliente. El secador artificial más simple es una plataforma permeable (de madera, metálica o una lámina de aluminio perforada) empotrada horizontalmente sobre una cámara provista de un quemador de carbón o combustible. Aquí también se voltea la masa de granos (12 cm) intercambiando gradualmente su posición para lograr un secado uniforme. En este proceso la temperatura del aire caliente no puede ser mayor de 60 °C (Aguilar, 2017).

Empaque

La almendra seca, limpia y clasificada se coloca en sacos o costales de fique o yute nuevos y en perfecto estado. Posteriormente se pesa 62,5 kilogramos por saco (Cubillos et al., 2008).

Almacenamiento

El almacenamiento del cacao seco se debe realizar en un lugar limpio y fresco, contar con pallet, con organización por lotes, libre de olores, y contaminantes que puedan afectar la calidad. En condiciones de trópico el cacao puede almacenarse por 2 o 3 meses sin dañar su calidad; sin embargo, lo más recomendable es comercializarlo inmediatamente después del empaque en mercados locales (Cubillos et al., 2008).

VALOR AGREGADO

El cacao es un producto del cual no sólo se puede aprovechar las almendras para elaborar chocolates; también es posible utilizar la mazorca con la que se elaboran abonos orgánicos o alimentos para animales; del mucílago se elabora bebidas, mermeladas, jaleas; la cascarilla se puede aprovechar para alimentación de animales y extracción de cenizas para empresas de jabones y productoras de fertilizantes. Productos semielaborados como la manteca es útil para la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica dado sus propiedades humectantes y antioxidantes, entre otros (Escuela Superior Politécnica del Litoral [ESPOL]-Escuela de Negocios [ESPAE], 2016; Gómez-Molina et al., 2019).

PROCESO PARA ELABORACIÓN DE CHOCOLATES

Tostado

El tostado se realiza generalmente por períodos de tiempo relativamente cortos que van desde los 5 a los 50 minutos, con un rango de temperatura de 120 °C a 150°C; generalmente a 130 °C por 30 a 45 minutos para adquirir sabores florales, frutos secos y frutales. En la industria se emplean principalmente tres métodos de tostado: el tostado de almendras enteras, de nibs y de licor, pero generalmente el método que más se usa es el de semillas.

- ✓ *Los granos de cacao se tuestan para desarrollar aún más el sabor del chocolate que existe en forma de precursores generados durante los procesos de fermentación y secado.*
- ✓ *Ocurre el aflojamiento de la cáscara.*
- ✓ *La humedad se reduce a menos del 2%.*
- ✓ *Ocurre la pérdida de ácidos volátiles y otras sustancias que contribuye a la reducción de acidez y amargor.*



Trillado

El trillado consiste en la eliminación de la cascarilla del cacao, este proceso se da generalmente después del tostado; consiste en triturar ligeramente la almendra para aflojar la cascarilla y con aire circulante se realiza la separación de los nibs y la testa (López Castro, 2014).

Molienda

La molienda se realiza para reducir el tamaño de la partícula de cacao a unos milímetros, este paso se realiza con la finalidad de ayudar a las máquinas de conchado para que este proceso sea más rápido. Se puede realizar en un molino manual tradicional (Alvarado y Duville, 2020).

Conchado y refinado

Este proceso consiste en reducir el tamaño de partícula hasta un diámetro menor a 30 μm , a la mezcla de ingredientes, para la cual puede usar desde el 8 al 24% de materia grasa, con ayuda de refinadores de 2 a 5 rodillos. La función del conchado es eliminar los sabores más desagradables como el ácido acético y al mismo tiempo, retener los sabores más deseables. El conchado se lleva a cabo en tres fases: fase seca, fase de pasta y fase de conchado líquido (Afoakwa, 2010; Beckett, 2009).



Fase seca la temperatura aplicada está entre 65 °C a 75 °C para permitir que escape la humedad y minimizar el riesgo de formación de aglomerados. Se estima que el tiempo requerido es de aproximadamente 6 horas. La humedad baja desde 1,6% hasta valores cercanos a 0,6% (es recomendable que esté por debajo del 1%). En esta fase a parte de la humedad se escapan otros compuestos aromáticos no deseados, por eso es fundamental tener una buena ventilación (Beckett, 2009; Bordin et al., 2009).

Fase de pasta es una etapa en la que se desarrolla la textura y el sabor, los precursores formados durante la fermentación y secado continúan reaccionando para formar el sabor deseado de chocolate. Esta fase dura aproximadamente 5 horas y la temperatura debe estar entre 60 °C a 70 °C (Bordin et al., 2009).

Fase líquida todas las partículas se cubren con una fina capa de grasa que dará como resultado una disminución de la viscosidad, lo cual es muy importante para las características sensoriales del chocolate. La lecitina se agrega en la fase líquida finalizando el proceso de conchado dado que el efecto emulsionante es más efectivo bajo los 60 °C. Esta fase se caracteriza por una temperatura más baja entre 45 °C a 60 °C y un tiempo aproximado de 1 hora (Beckett, 2009; Bordin et al., 2009).



Se coloca el 45,8% de manteca de cacao al iniciar el refinado, luego en la fase seca se agrega el 28,2% y por último el 26% restante se adiciona en la fase líquida. Principalmente para los chocolates oscuros, el tiempo de conchado influye en el desarrollo del sabor, generalmente estos se procesan durante 5 a 12 h. Un tiempo adecuado dará como resultado características sensoriales adecuadas, por ello se ha establecido en Suiza que el chocolate debe ser conchado durante 72 h (Beckett, 2009; Bordin et al., 2009).

Atemperado

De este proceso depende el desarrollo de las propiedades físicas deseadas de cristalización de la manteca de cacao, lo que le confiere al chocolate el brillo, crocancia, contracción y resistencia, al

afloramiento de la grasa en la superficie. Existen varias maneras de cristalización de la manteca, pero la forma β es la más deseada. Esta se consigue en cuatro pasos clave: a) fusión hasta su finalización (a 50 °C); b) enfriamiento hasta el punto de cristalización (a 32 °C); c) cristalización (a 27 °C); y, d) conversión de cualquier cristal inestable (a 29-31 °C) (Afoakwa, 2010; Beckett, 2009; Bordin et al., 2009).

Formulación de chocolates

La receta básica está compuesta por pasta de cacao, azúcar, manteca de cacao y un emulsionante. Para satisfacer las preferencias de los consumidores hay muchas variantes a la receta básica como bajo en azúcar, alto en compuestos funcionales o con sabores provenientes de frutos exóticos. A partir de esta formulación general se pueden desarrollar una infinidad de variantes, con mezcla de diferentes genotipos de cacao, inclusión de frutales, entre otros, enfocadas a cumplir con los requerimientos del consumidor.



COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CACAO BAJO SISTEMA Chakra



De acuerdo a los hallazgos identificados en la consultoría “Nichos de Mercado” realizada por la FAO en el marco del proyecto Cacao Climáticamente Inteligente en junio de 2020, se evidencia la ventaja comparativa que tienen los productores de las asociaciones de Napo, al rescatar su cultura agrícola y el sistema Chakra, especialmente para compradores de cacao fino “bean-to-bar”. También se refleja la importancia de conocer el valor que se paga al productor por parte de los compradores, para ello, se requiere entender los costos de producción a fin de determinar la rentabilidad en los contratos existentes o para ingresar a nuevos segmentos de mercado.

Según el ejercicio realizado por FAO en febrero de 2017 (costos de referencia del mismo año), se determinó que el costo de establecimiento de una hectárea de cacao nacional fino de aroma fue de \$ 2.429. Tomando como referencia el año 7, donde se reporta estabilización de la producción (33 qq/ha), y el costo de mantenimiento \$ 1.658/ha (bajo sistema tecnificado, 1.111 plantas/ha), el costo de producir un quintal de cacao seco (Nacional) es de \$ 50,24, deduciendo que el valor de producir un kilogramo de cacao seco es \$ 1,12.

En cuanto a los costos de producción reportados por el (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2018). El establecimiento de una hectárea de cacao tiene un rango de precios entre \$1.972 y \$ 3.132 lo que varía dependiendo de la zona del cultivo; pero en general se puede identificar que el 55% se destina a la siembra (incluye la compra de plantas de cacao y mano de obra), el 15% a la preparación de terreno y el 12% a las labores culturales, con actividades como el control de malezas. El 17% restante es destinado a la fertilización y control fitosanitario. El costo de mantenimiento se sitúa entre \$ 886 y \$ 1.508/ha/año. La cosecha se da a partir del tercer año y esta actividad representa el 22% del costo total de mantenimiento.

Según los datos de producción a nivel nacional, la producción de la variedad de cacao tipo Nacional es de 0,45 toneladas de cacao seco por hectárea, con una densidad de plantas de 877 plantas/ha; bajo estos parámetros, la producción por planta es de aproximadamente 0,51 kg/planta. A nivel de la provincia de Napo el rendimiento es de 0,47 Tm/ha (superior al promedio nacional), con un promedio de 593 plantas/ha, es decir la producción por planta es aproximadamente 0,78 kg/ planta (MAG, 2018).

Los datos referidos determinaron que el costo de producción por kilogramo de cacao seco bajo SAF es de \$ 1,51, con un costo de \$ 1.491/ha en mantenimiento, densidad de siembra de 1.111 plantas/ha y rendimiento de 1000 kg/ha. Bajo el sistema Chakra, el promedio de rendimiento es de 238.6 kg/ha, con una densidad de siembra de 520 plantas/ha; el costo del mantenimiento es de \$ 443/ha, resultando en el costo de producción por kilogramo de cacao seco igual a \$ 1,87. Además, cabe mencionar que bajo las condiciones de manejo del cultivo la mayoría de Chakras tienen certificación orgánica, cuyo valor asumen las organizaciones , pero al integrar este valor al costo de producción por kilogramo de cacao seco este sería de \$ 1,92.

En un estudio realizado por FAO y BASIC (2020), en el análisis de los costos realizados en la cadena de valor del chocolate, el precio al productor de cacao Nacional en Ecuador alcanzó \$ 1,86/ kg (1,63 euros/kg) para cacao sin clasificar y que generalmente proviene de agricultores no asociados y \$ 2,12/ kg (1,86 euros/kg) en el caso de cacao clasificado, mayoritariamente comercializado por productores organizados o asociados que se benefician de compradores privados o de organismos de cooperación internacional (FAO y BASIC, 2020).



Para determinar los costos de producción se destaca la tecnificación como un factor diferencial, en el mantenimiento (limpieza) el uso de maquinaria disminuye los costos de jornales, llegando a ser 2,5 veces menor en comparación con el control manual (machete), además se debe considerar que el valor de la mano de obra varía en cada localidad, por lo tanto, los datos son una aproximación y se deben determinar los costos de acuerdo al contexto socio económico de la organización, comunidad, localidad o grupo y también dependiendo del nivel de tecnificación y manejo de los productores/as (FAO y BASIC, 2020).

En cuanto a la distribución de los costos de producción (Figura 1), se evidencia lo mencionado en el párrafo anterior, en el cual más del 50% corresponde a las labores de mantenimiento (limpieza y podas).

Distribución de costos de producción (mantenimiento)

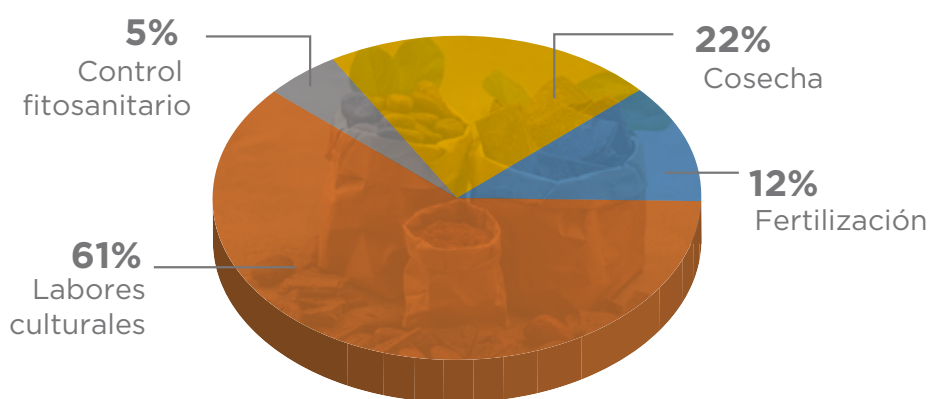


Figura 1. Distribución de costos de producción bajo sistema Chakra

Para determinar los costos de fertilización se tomó en cuenta que existe una mínima aplicación de esta práctica, principalmente debido que se reduce a dejar los residuos sobre el suelo y en algunos sectores están iniciando con la aplicación de bioinsumos.



Aunque aparentemente el cacao en monocultivo representa mayores rendimientos a corto plazo y potenciales mayores ingresos a agricultores, a largo plazo la rentabilidad es menor, debido a las prácticas agrícolas empleadas, muchas veces nocivas con el medio ambiente, la expansión de la frontera agrícola y la dependencia de una sola fuente de ingreso especialmente en pequeños productores, lo cual genera un costo social y ambiental alto que en ocasiones inclusive no se puede determinar. Por el contrario, a pesar que los costos de producción de cacao (mantenimiento) en los sistemas SAF y Chakra son mayores, los sistemas agroforestales son más eficientes en cuanto a la conservación de la biodiversidad y rentabilidad. Esto refleja un estudio realizado en Alto Beni, Bolivia donde los SAF (625 plantas de cacao/ha) con manejo orgánico pueden ser más rentables que los monocultivos con manejo convencional, cuando se analiza de manera integral (Armengot et al., 2016).

Entre las distintas barreras que enfrenta la ACI (Alianza Cooperativa Internacional) para implementar prácticas de sostenibilidad, consta el debilitamiento asociativo para ejercer un poder de negociación en el mercado, lo que les obliga a comercializar con los precios de bolsa de valores, lo cual es insostenible para muchos productores. Esto provoca una limitación de alternativas, dejándoles como única alternativa incrementar volúmenes de producción, muchas veces a costo de mayor deforestación y el uso de variedades de altos rendimientos, pero de baja calidad que desestimulan el uso de tipos nacionales fino de aroma (FAO y BASIC, 2020).

Obstáculos de venta

✓ **Logística de exportación e importación del país productor y el comprador:**

Entre las mayores barreras para los compradores de cacao está el hacer contacto con un proveedor confiable que ofrezca trazabilidad, sumado al funcionamiento general de la logística de exportación e importación de cada país. El control de calidad en el sector productor de cacao es deficiente, debido a que la mayoría de los productores son pequeños y por lo tanto el cacao tiene que mezclarse entre varios productores, además la industria depende en gran medida de los intermediarios.

✓ **Prácticas de procesamiento posterior a la cosecha:**

Otra barrera para los compradores, es la confiabilidad en la calidad, ya que varios productores suelen vender el producto en baba y las mezclas en todos los estados de fermentación y de diferentes variedades hacen que el cacao sea difícil de categorizar.

La industria de cacao fino/"bean-to-bar" busca notas únicas expresadas por variedades particulares de cacao, que muestren sus sabores mediante procesos de fermentación y secado meticulosamente realizados. Esto hace que sea difícil de acceder al mercado de cacao fino/bean-to-bar.

✓ **Falta de transparencia:**

Una de las condiciones más importantes en la industria del cacao fino es la trazabilidad porque los compradores desean conocer las cadenas de suministro y valor.

Los compradores esperan honestidad y transparencia en términos de poder conocer la distribución del dinero y el camino general que toma el cacao desde la finca de un productor hasta que llega a un contenedor. La poca transparencia y el mal mantenimiento de registros también generan inconsistencias en términos de calidad y suministro (Jano y Mainville, 2007).



Atributos que buscan los compradores

✓ Calidad de la almendra

Para los compradores la "calidad" está relacionada con el sabor. La industria del cacao fino se está alejando de depender únicamente de las pruebas de corte para evaluar la efectividad de los protocolos de fermentación y los métodos de secado (PDG, 2019; Martin, 2017).

La industria de cacao fino/bean-to-bar aún no ha establecido estándares internacionales. Sin embargo, los compradores y los fabricantes de chocolate dependen cada vez más de sofisticados perfiles de sabor y análisis sensoriales de licor de cacao y barras de licor de cacao (Martin, 2016).

Nuevamente, es importante conocer que las variedades condicionan la calidad y posteriormente es importante tener en cuenta el tipo de cacao que se recolecta, procesa y vende.

✓ Proveedores

Los compradores de cacao fino/especial buscan proveedores de cacao que puedan proporcionar, más que cantidades consistentes, cualidades consistentes de cacao. La confianza también es muy importante, tanto para los proveedores como para los compradores, en términos de conocerse y comunicarse, sumado a la transparencia que se mencionó antes.



- Atributos adicionales (perfiles, variedades, transparencia, certificaciones, etc.)

Además de la calidad y la transparencia de los proveedores, los compradores consideran que otros atributos son positivos y son ventajas adicionales como determinar el segmento del mercado al cual se enfoca el proveedor (la mayoría atiende al mercado de *commoditie*, otros al segmento de cacaos certificados y la minoría al segmento de nicho que busca sostenibilidad).

Es interesante demostrar parte de la misión e imagen social del proveedor como los sistemas agroforestales o sistemas agrícolas respetuosos con el medio ambiente (no necesariamente en forma de certificación).



Cuando se trata de variedades, los compradores especializados difieren en especificidad y diferenciación. Algunos compradores prefieren variedades individuales, por ejemplo “los trinitarios” es algo que la mayoría de los compradores de cacao fino no aceptarán en absoluto en parte, porque a menudo se asocia con la agricultura que no es amigable con el medio ambiente (Martin, 2016).

Las certificaciones que realmente prefieren los compradores y los fabricantes de chocolate, son certificaciones que indican la transparencia de la cadena de suministro (como una garantía adicional de transparencia). Una tendencia común en la industria del chocolate fino es que se espera que todo el cacao obtenido por los compradores sea orgánico, y se obtenga de productores, cooperativas o grupos de agricultores que practiquen formas responsables de trabajo con un pago justo.

El precio del cacao

La gran mayoría de los productores de cacao en la amazonía ecuatoriana son pequeños agricultores. Como resultado, gran parte del cacao se acumula y se vende en un sistema de intermediación, un problema generalizado es que los productores desconocen los costos de producción por unidad de producto, y encima los precios que reciben no compensan su inversión, lo que deriva en un debilitamiento adicional a su poder de negociación.

Los mercados de cacao fino, ofrecen a los productores la posibilidad de ganar más con un aporte en el control de calidad y una mayor comunicación con su comprador. Logísticamente, es muy atractivo para los compradores encontrar productores, cooperativas y centros de acopio/procesamiento que tengan una estructura para colocar su producto FOB (Free On Board, es decir, en puerto). Pero muchas veces el manejo del idioma en términos de negociación, también representa una barrera.

El significado de la sostenibilidad para el cliente

La sostenibilidad desde la perspectiva de los compradores está principalmente basada en crear condiciones en el mercado para que los productores tengan una vida estable y ganen un salario justo con su cacao.

Formas y modelos de gestión de la comercialización del cacao a nivel nacional



Para mejorar la comercialización en el marco de los principios de la Alianza Cooperativa Internacional (ACI), se recomienda tener muy claro los costos de producción en su propio sistema productivo agroforestal. Una buena práctica en la determinación de los costos de producción es la de comparar los costos del SAF con otros sistemas productivos como el convencional o el orgánico.

También se recomienda tener bien definidos los ciclos productivos y las actividades críticas del cultivo en un calendario cacaotero, diseñado para cada localidad en consenso con otros productores del sector.

Se recomienda levantar un mapeo de actores, de toda la cadena productiva con la finalidad de mejorar la negociación del producto en forma asociativa, evitando actores intermediarios.

Para alcanzar tratos más directos con los compradores en mercados diferenciados, se recomienda trazar una hoja de ruta o plan de mejora, abordando las siguientes características con su información descriptiva:

CARACTERÍSTICAS O INFORMACIÓN QUE AL CLIENTE LE INTERESA CONOCER:

EXOTICIDAD

La demanda de perfiles de sabor exóticos y únicos, y el conocimiento del cacao.

TRAZABILIDAD

Componente clave de la industria y la demanda del consumidor.

EXCLUSIVIDAD

Desarrollar la exclusividad a través de factores particulares como la producción y el procesamiento.

IMPACTO SOCIAL

Los compradores quieren generar un impacto positivo a nivel de origen.

Comercialización asociativa

En el caso de los productores cacaoteros que cultivan bajo un sistema agroforestal, se debe tener en cuenta las diferencias productivas con los cacaoteros industrializados que practican una agricultura convencional. Primero diferenciar la densidad de siembra (número de plantas por hectárea), lo que conlleva a una diferencia en la productividad y por ende en el volumen productivo disponible para la negociación (FAO y BASIC, 2020).

Rol de las organizaciones en el proceso de comercialización

Las organizaciones que más abundan, son generalmente las más débiles, en vista que su motivación inicial ha sido acceder a servicios institucionales que brindan los gobiernos o los programas de cooperación, lo que desemboca en socios con baja participación y muchas veces en grandes endeudamientos de las organizaciones ante el incumplimiento de sus obligaciones legales. Más allá del compromiso social de las organizaciones con sus socios en ámbitos como: compra segura del producto, adelantos en efectivo, cajas de ahorro y crédito, provisión de insumos agrícolas, vialidad, salud, educación, asistencia técnica, etc. también aportan a la conservación ambiental y protección de la biodiversidad, de esta manera logran conservar la calidad de su producto y facilitar los procesos de comercialización con sus clientes (FAO y BASIC, 2020).



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afoakwa, E. O. (2010). Chocolate Science and Technology. In *Chocolate Science and Technology*. <https://doi.org/10.1002/9781444319880>
- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Ryan, A. (2008). Flavor formation and character in cocoa and chocolate: A critical review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(9), 840–857. <https://doi.org/10.1080/10408390701719272>
- Aguilar, H. (2017). *Guía de Buenas Prácticas de Poscosecha de Cacao* (pp. 1–38). http://passthrough.fw-notify.net/download/637292/http://www.fhia.org.hn/downloads/caao_pdfs/Guia_buenas_practicas_de_poscosecha_de_cacao.pdf
- Almeida de AAF, Valle RR. (2007). Ecophysiology of the cacao tree. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 19(4): 425-448.
- Altieri, M, y C Nicholls. (2008). Los impactos del Cambio Climático sobre las comunidades. Agroecología.
- Altieri, M., & Nicholls. (2011). El potencial agroecológico de los sistemas agroforestales en América Latina. *Revista Agroecológica Leisa*, 27(2), 32-35.
- Alvarado, M., & Duville, K. (2020). Guía Técnica Para La Elaboración De Chocolate. In *Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdoba* (pp. 1–36). www.centa.gov.sv
- Álvarez-Carrillo, F., Rojas-Molina, J., y Suarez-Salazar, J. (2012). Simulación de arreglos agroforestales de cacao como una estrategia de diagnóstico y planificación para productores. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(2), 145-150.
- ANECACAO (2021). Exportación de cacao y semielaborados en divisas
- AnzulesToala, Vicente, Borjas Ventura, Ricardo, Alvarado Huamán, Leonel, Castro-Cepero, Viviana, & Julca-Otiniano, Alberto. (2019). Control cultural, biológico y químico de *Moniliophthora roreri* y *Phytophthora* spp en *Theobroma cacao* 'CCN-51'. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 511-520. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.08>
- 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.
- Armengot, L., Barbieri, P., Andres, C., Milz, J., Schneider, M. (2016). Cacao agroforestry systems have higher return on labor compared to full-sun monocultures. *Agron. Sustain. Dev.* 36 <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0406-6>.
- Arvelo, M., González D., Maroto S., Delgado, T., Montoya P. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latinoamericanas / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. ISBN: 978-92-9248-732-4
- Bartley, B.G.D. (2005). The genetic diversity of cacao and its utilization. London, UK. CABI Publishing. 341 p.
- Beckett, S. T. (2009). Industrial Chocolate manufacture and use. In Wiley-Blackwell (Ed.), *Industrial Chocolate Manufacture and Use* (Fourth). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781444301588Bartley, B.G.D. 2005. The genetic diversity of cacao and its utilization. London, UK. CABI Publishing. 341 p.>
- Bordin Schumacher, A., Brandelli, A., Schumacher, E. W., Carrion MacEdo, F., Pieta, L., Venzke Klug, T., & Vogt De Jong, E. (2009). Development and evaluation of a laboratory scale conch for chocolate production. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(3), 616–622. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01877.x>

- Brenes, O. (1983). Evaluación de la resistencia a *Monilia roleri* y su relación con algunas características morfológicas del fruto de cultivares de cacao *Theobroma cacao* L. Turrialba, Costa Rica.
- Caicedo Vargas, C. (2019). Agroecología: un enfoque para la Sustentabilidad Rural. 2018-2019. Sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.), en la Amazonía ecuatoriana: Un enfoque agroecológico (Tesis de Final de Máster). Universidad de Córdoba Máster Oficial de Posgrado.
- Calle, A. et. al. (2013). Agroecología Política: La Transición Social hacia Sistemas Agroalimentarios Sustentables. ISEC. Universidad de Córdoba. 34 p.
- Carrion, S. J. (2012). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN-51, Jama-Manabí. Quito: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
- Casanova-Lugo, F., Ramírez-Avilés, L., Parsons, D., Caamal-Maldonado, A., Piñeiro-Vázquez, A. T., Díaz-Echeverría, V., ... Díaz-Echeverría, V. (2016). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. *Revista Chapingo serie ciencias agroforestales y del ambiente*, 22(3), 269-284. doi: 10.5154/r.rchscfa.2015.06.029
- CATIE. (2012). Catálogo de clones seleccionados por CATIE para siembras comerciales. 1° ed. Turrialba, C. R. 68 p.
- Compañía Nacional de Chocolates. (2019). *Cosecha, beneficio y calidad del grano de cacao (Theobroma cacao L.)*. <https://www.chocolates.com.co/wp-content/uploads/2019/09/Cartilla-Cosecha-Benef-Calidad-SEP-2019.pdf>
- Coq-Huelva, Daniel, Angie Higuchi, Rafaela Alfalla -Luque, Ricardo Burgos-Morán, y Ruth Arias Gutiérrez. (2017). Co-Evolution and Bio-Social Construction: The Kichwa Agroforestry Systems (Chakras) in the Ecuadorian Amazonia. Sustainability.
- Daza, Esteban, Tamara Artacker, y Ronni Lizano (2020). *Cambio climático, biodiversidad y sistemas agroalimentarios. Avances y retos a 10 años de la Ley Orgánica de Régimen de la Soberanía Alimentaria en Ecuador*. Quito: Abya Yala.
- Durán, E., & Dubón, A. (2016). Tipos genéticos de cacao y distribución geográfica en Honduras. Primera.
- Enriquez, G. (2010). *Cacao Orgánico, guía para el productor ecuatoriano*. Quito, Ecuador.
- ESPAC. (2020). Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf
- ESPOL-ESPAE. (2016). Estudios industriales y orientación estratégica para la toma de decisiones para la Industria de cacao. In *Escuela Politécnica del Litoral*.
- Estrada, W., Romero, X., & Moreno, J. (2011). Guía Técnica del Cultivo de Cacao Manejada con Técnicas Agroecológicas. El Salvador: CATIE.
- FAO & BASIC. (2020, Julio 03). *Comparative study on the distribution of value in European chocolate chains*. Paris. Retrieved from <https://www.eurococoa.com/wp-content/uploads/Comparative-study-on-the-distribution-of-the-value-in-the-European-chocolate-chains-Full-report.pdf>
- FAO. (2016). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria.
- FAO. (2021). Guía para la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas enfocadas a la Agricultura Climáticamente Inteligente. Caso piloto Napo – Ecuador. <https://drive.google.com/file/d/1n-ZO54CSvqBuNvjec2i5UvFVQrPArgGtZ/view?usp=sharing>
- Flores, Mario., & Roque, Erick. (2017). Aislamiento y caracterización microbiana (microbiológica y molecular) en la búsqueda de *Bacillus subtilis* a partir de bioinsumos comerciales y pruebas de antagonismo frente a hongos fitopatógenos. Trabajo Monográfico para optar al Título de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua

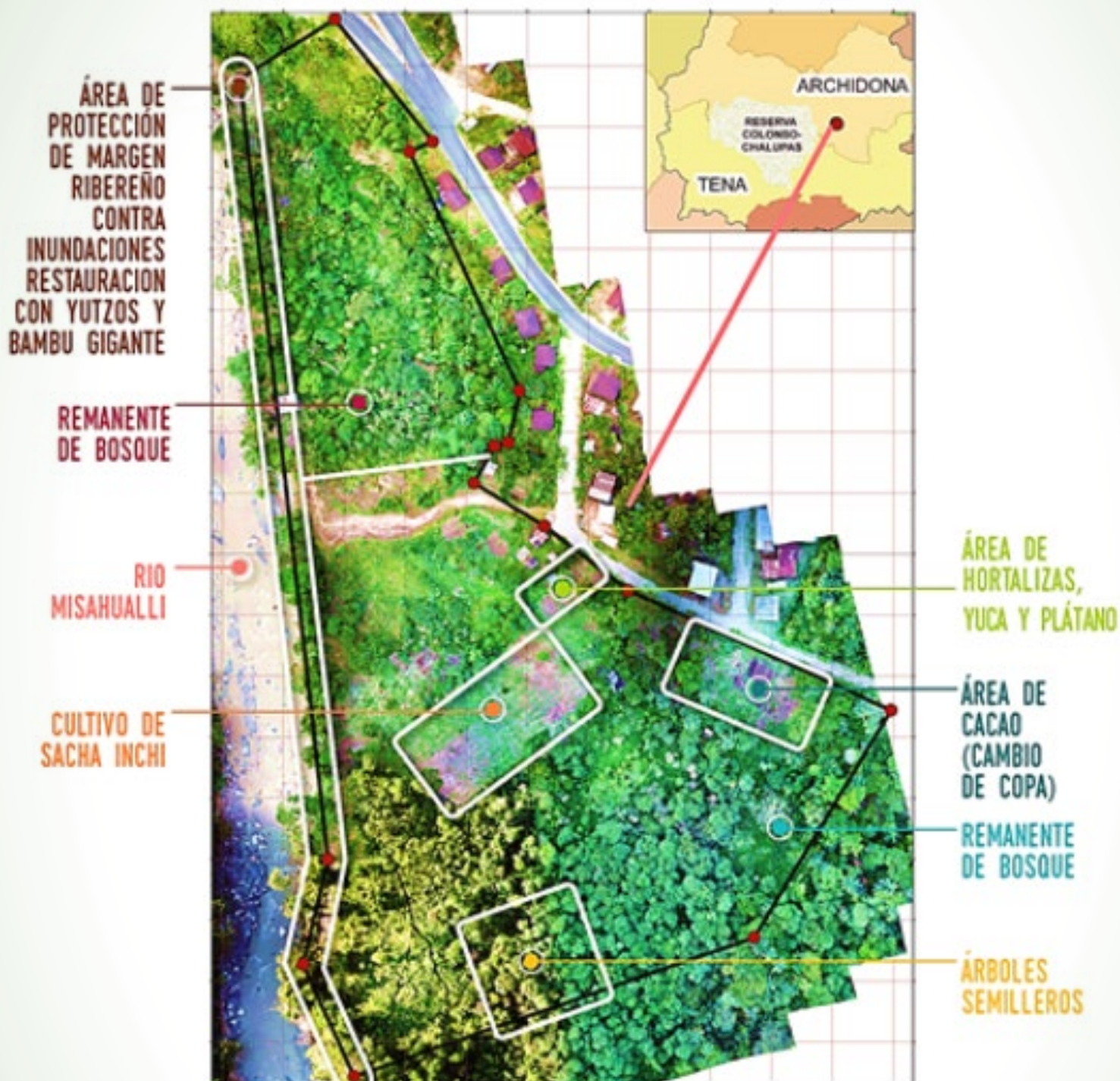
- Giraldo, J., Siniterra, J., y Muergueitio, E. (2011). Árboles y arbustos forrajeros en policultivos para la producción campesina: Bancos Forrajeros Mixtos. *Revista Agroecológica Leisa*, 27(2), 15-18.
- GIZ. (2018). Diseño y Manejo de Chakras con Lente Climático.
- Gliessman, S. (2002). "Agroecología: un enfoque sustentable de la agricultura ecológica" desde una agricultura sostenible a sistemas agroalimentarios sostenibles1. Lectura N° 1 del módulo de trabajo personal: programa interuniversitario oficial de posgrado. 11 p.
- Gómez-Molina, R., Villanueva, S., & Henríquez, M. (2019). Tendencia mundial en la elaboración de productos derivados del cacao. *Revista Ingeniería UC*, 26(2), 213-222. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/707/70760276010/html/index.html>
- Hall H, Yuncong Li, Comerford N, Arévalo Gardini E, Zuniga Cernades L, Baligar V, Popenoe H. (2010). Cover crops alter phosphorus soil fractions and organic matter accumulation in a Peruvian cacao agroforestry system. *Agroforestry Systems* 80(3):447-455
- Hii, C., Law, C., Suzannah, S., Misnawi, & Cloke, M. (2009). Polyphenols in cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Asian Journal of Food Agro-Industry*, 2(04), 702-722. www.ajofai.info
- Holt-Giménez, Eric. (2009). Crisis alimentarias, movimiento alimentario y cambio de régimen. *Ecología Política*, pag 73-79. <https://url2.cl/1Ug8n>
- ICCO. (2010). Informes Anuales del Cacao. Londres, Inglaterra
- INIAP. (2014). *Cosecha y poscosecha* (p. 1). <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/cacao/cosecha.pdf>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. ESPAC (2020). „Visualizador de Estadísticas Agropecuarias del Ecuador ESPAC.“ (Consultado 22 de septiembre de 2021). Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2018), Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana, N° 2, Fragilidad de los suelos en la Amazonía ecuatoriana y potenciales alternativas agroforestales para el manejo sostenible. Sacha, EC: INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía, 2018
- Jano, P., Mainville, D. (2007). 'The Cacao Marketing Chain in Ecuador: Analysis of Chain Constraints to the Development of Markets for High-Quality Cacao'. IAMA Conference submission,
- Lanaud C; Loor R; Zarrillo S; Valdez F. (2016). Origen de la domesticación del cacao y su uso temprano en Ecuador. *Yaguarzongo*, 55, 12-14.
- López Castro, V. (2014). *El tratamiento de desechos sólidos de derivados del cacao y productividad en la planta de chocolates Más Choco*. Universidad Técnica de Ambato.
- MAG. (2018). *Boletín Situacional Cacao*. Quito: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cacao/boletines-situacionales-cacao-ecuador>.
- Martin, C. (2016) 'Cacao quality evaluation: lessons from social science and producer-centric approaches'. Presentación para conferencia de ICCO. Accesado mayo 2020:
- Martin, C. (2017). 'Sizing the craft chocolate market'. Fine Cacao and ChocolateInstitute. Accesado mayo 2020: https://chocolateinstitute.org/blog/sizing-the-craft-https://www.icco.org/about-us/international-cocoaagreements/doc_download/3101-carla-martin.html
- Martínez, Andrea, y Érika Zárate Baca. (2020). Los circuitos alternativos de comercialización en el Ecuador: política para el acceso a mercados de la Agricultura Familiar Campesina.» En *Cambio climático, biodiversidad y sistemas agroalimentarios. Avances y retos a 10 años de la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria*, de Esteban Daza, Tamara Artacker y Ronnie Lizano.

Abya-Yala.

- Ministerio de Agricultura (MA) y Programa para el Desarrollo de la Amazonía (PROAMAZONIA), (2004). Manual del cultivo de cacao. Perú. Rwecuperado de <http://passthrough.fw-notify.net/download/967508/http://canacacao.org/wp-content/uploads/Cultivo-del-Cacao-Amazonas-Peru-2004.pdf>
- Motamayor JC, Lachenaud P, da Silva e Mota JW, Loor R, Kuhn DN, et al. (2008) Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L). PLoS ONE 3(10): e3311. doi:10.1371/journal.pone.0003311
- Motamayor, J.C., Risterucci, A.M., Lopez, P.A., Ortiz, C.F., Moreno, A. y Lanaud, C. (2002). Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. *Heredity* 89:380–386.
- Nieto, C. (2018). Agroecología, Desafíos y Oportunidades en Ecuador. En: I Congreso Internacional de Tecnologías Agropecuarias Sostenibles en la Amazonía ecuatoriana. INIAP-EECA. pp. 18-25
- Nieto, C.; Caicedo, C. (2012). Análisis reflexivo para el Desarrollo Sostenible de la Amazonía Ecuatoriana. INIAP. Estación Experimental Central de la Amazonía. 24 p. (Publicación Miscelánea no. 405).
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). (2016). Manual Regional de Buenas Prácticas Agrícolas, de proceso y empaque de cacao. El Salvador. 78 p.
- Ortiz, K., Guilcapi, M. (2020). Manual de Procesos de Centro de Acopio de Cacao. Ed. La Ince. Quito, Ecuador. 52 pp.
- Pando, F., y Lorenzo, M. (2002). Agroforestería, prácticas agroforestales, uso múltiple: una definición un concepto. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Agroforestales, (14), 9-22.
- Paredes Nelly, Monteros-Altamirano Álvaro, Pico Jimmy, Caicedo Carlos, Lima Luis F, Chimbo Porfirio. (2019). Biodiversidad De Especies Asociadas A Los Sistemas De Producción De Cacao (*Theobroma cacao* L). En I Simposio Internacional "Innovaciones Tecnológicas para fortalecer la cadena de cacao en la Amazonía ecuatoriana. País. Ecuador.
- Paredes, Nelly. (2009). Manual de cultivo de cacao para la Amazonía ecuatoriana. Manual, (76), consultado (6 de octubre de 2021), disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4786/7/iniapeecam76.pdf>
- Paredes-Andrade, N., Monteros-Altamirano, Álvaro, Paredes-Tapia, A.- del-R., Caicedo-Vargas, C., & Lima-Tandazo, L. (2021). Restauración de áreas agrícolas degradadas a través de sistemas agroforestales de cacao en Amazonía Ecuatoriana. *CIENCIAMATRIA*, 7(1), 134-151. <https://doi.org/10.35381/cm.v7i1.486>.
- Pérez Piza, R. (2009). La calidad del cacao: Programa de capacitación a facilitadores y agricultores en la cadena de cacao (pp. 1–77). <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4141>
- Phillips-Mora, W; Castillo, J; Arciniegas, A; Mata, A; Sánchez, A; Leandro, M; Astorga, C; Motamayor, J; Guyton, B; Seguíne, E; Schnell, R. (2009). Overcoming the main limiting factors of cacao production in Central America through the use of improved clones developed at CATIE. In: Proceedings of the 16th International Cocoa Research Conference, COPAL; 16-21th Nov 2009, Bali, ID. p. 93-99.
- Phillips-Mora, W; Cerda, R. (2009). Catálogo Enfermedades del cacao en Centroamérica. Turrialba, CR. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 24 p. (Serie Técnica. Manual técnico n°93).
- Pico, J; Calderon, D; Fernández, F; Díaz, A. (2012). Guía del manejo integrado de enfermedades del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en la Amazonía

- Pico, Jimmy; Paredes, Nelly; Moncayo, Luis; Calderon, Dario; Lima, Luis; Fernández, Fabián; Sabando, Gladys; Chimbo, Porfirio; Caicedo, C. (2019). Manejo Integrado de la Monilia (*Moniliophthora rozeri* (Cif & Par) en el Cultivo de Cacao en La Joya de los Sachas. Primer Simposio Internacional Innovaciones Tecnológicas para Fortalecer la Cadena de Cacao en la Amazonía Ecuatoriana “Contribuyendo a la Sostenibilidad del Cultivo de Cacao en la Región” (pp. 12). Sacha, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía.
- Quezada-Ramón, L. A., Quevedo-Guerrero, J. N., & García-Batista, R. M. (2017). Determinación del efecto del grado de madurez de las mazorcas en la producción y la calidad sensorial de (*Theobroma cacao* L.). *Revista Científica Agro-ecosistemas*, 5(1-Ext), 36-46. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>
- Quiroz, J. (2012). Influencia de la agronomía y cosecha sobre la calidad del cacao (pp. 1–12).
- Quiroz, J., Agama, J. (2006). Programa de capacitación en la cadena de cacao. Modulo Producción. Unidad 2. Quito.
- Rodríguez, A. (2016). Lineamientos estratégicos para las agendas de innovación en las cadenas de café y cacao. Asistencia técnica para la Estrategia Nacional de Cambio de la Matriz Productiva de la República del Ecuador (Proyecto ECU/14/001). CEPAL, Quito.
- Sevilla, E. (2003). La Agroecología como estrategia metodológica de transformación social. ISEC. Universidad de Córdoba. 7 p
- Torres, B; Jadán, O; Aguirre, P; Hinojosa, L; Günter, S. (2014). The Contribution of Traditional Agroforestry to Climate Change Adaptation in the Ecuadorian Amazon: The Chakra System. Handbook of Climate Change Adaptation.: 1-19
- Vega, F., Rodríguez, J., Escalona, H., & Lugo, E. (2016). Optimización del proceso de tostado de *Theobroma cacao* variedad criollo en la función del perfil cromatográfico. *Academia Mexicana de Investigación y Docencia En Ingeniería Química*, 181–186.
- Vera, Roy, Hugo Cota -Sánchez, y Jorge E. Grijalva Olmedo. (2019). Biodiversity, dynamics, and impact of Chakras on the Ecuadorian Amazon.» *Journal of Plant Ecology*.
- Virginia Tech. Accesado mayo (2020): <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Cacao-Marketing-Chain-in-Ecuador-%3A-Analysis-of-JanMainville/13b2e125575d030dbca3fe45b41e1b7c3481d291>
- Zhang D, Boccara M, Motilal L, Mischke S, Johnson ES, Butler DR, Bailey B, Meinhardt L. (2009). Molecular characterization of an earliest cacao (*Theobroma cacao* L.) collection from Upper Amazon using microsatellite DNA markers. *Tree Genetics & Genomes* 5(4):595-607.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Central de la Amazonía, Programa de Cacao y Café. (2018). Informe anual 2018. Joya de los Sachas, Ecuador: Autor

Anexo 1. E Ejemplo de diseño de finca con enfoque climático



Fuente: GIZ. Ejemplificación del Plan de Manejo Integral de Finca (PMIF) en la implementación de la iniciativa “Agenda de la transformación productiva amazónica MAG-ATPA. 2018

Anexo 2. Costos de establecimiento y producción de 1 hectárea de cacao

a) Costo de producción de una hectárea de cacao con sistema tecnificado

ACTIVIDADES	UNIDAD	ESTABLECIMIENTO		AÑO 1	AÑO
A. Cultivo de cacao					
Análisis de suelo	unidad	\$ 30,00		\$ 30,00	\$ 30,00
Toma de submuestras para análisis de suelo	Jornal	\$ 10,00		\$ 10,00	\$ 10,00
1. Preparación del terreno					
Limpieza/despalizada	Jornal	\$ 75,00			
Roza y tumba con machete	Jornal	\$ 30,00			
Tumbe con motosierra	Jornal	\$ 30,00			
Hoyado	Jornal	\$ 45,00			
Trazado y balizado	Jornal	\$ 45,00			
2. Siembra					
Siembra de plántulas de cacao nacional fino de aroma	Jornal	\$ 60,00			
Plántulas de cacao nacional fino de aroma certificadas (+10%resiembra)	Unidad	\$ 1.222,00			
Plantas para sombra temporal	Jornal	\$ 48,88			
2. Labores del cultivo					
<i>Herbicidas</i>					
Glifosato	litro	\$ 8,00	800	\$ 22,00 22,00	\$ 22,00 22,00
Aplicación de herbicidas / Control de malezas	Jornal	\$ 60,00		\$ 60,00	\$ 60,00
<i>Insecticidas</i>					
Cipermetrina	litro	\$ 12,25	12,25	\$ 12,25 12,25	\$ 18,38 18,38
<i>Fungicidas</i>					
Triazol	litro	\$ 25,00		\$ 50,00	\$ 50,00
Productos a base de cobre	kg	\$ 10,00		\$ 32,00	\$ 32,00
Aplicación de insumos	Jornal	\$ 60,00		\$ 60,00	\$ 60,00
Combustible para la bomba de motor	galones	\$ 132,00	132,00	\$ 132,00	\$ 132,00
<i>Fertilizantes Edáficos</i>					
Kit Establecimiento ¹	kit/ha	\$ 65,00			
Kit Desarrollo ²	kit/ha	\$ -		\$ 225,00	
Kit Producción ³	kit/ha				\$ -
Aplicación de fertilizantes edáficos + fertirriego	Jornal	\$ 30,00		\$ 30,00	\$ 30,00
<i>Labores Culturales</i>					
Control mecánico de malezas (motoguadaña)	Jornal	\$ 120,00		\$ 15,00	\$ 15,00
Podas	Jornal	\$ -		\$ 75,00	\$ 105,00
4. Cosecha					
Sacos	unidad				\$ 3,00 3,00
Mano de obra para la cosecha	Jornal			\$ 90,00	\$ 180,00
5. Poscosecha					
Poscosecha (fermentado y secado)	Jornal			\$ 45,00	\$ 60,00
5. Transporte					
Traslado al centro de acopio (cacao seco)	\$			\$ 1,00	\$ 2,00
6. Productividad					
Rendimiento cacao seco	qq			1	2
7. Inversión		\$ 207,50	207,50	\$ 207,50	\$ 207,50
TOTAL COSTOS VARIABLES	\$	\$ 2.325,63	2.325,63	\$ 1.096,75	\$ 1.016,88
Costo Administrativo	3% CV	\$ 69,77		\$ 32,90	\$ 30,51
Costo Financiero	11.2% interés, 365 días en 80% C.V.	\$ 166,70		\$ 78,62	\$ 72,89
TOTAL COSTOS FIJOS	\$	\$ 236,47		\$ 111,52	\$ 103,40
TOTAL		\$ 2.562,10		\$ 1.208,27	\$ 1.120,27

2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	TOTAL
	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 300,00
	\$ 10,00	\$ 10,00	\$ 10,00	\$ 10,00	\$ 10,00	\$ 10,00	\$ 10,00	\$ 100,00
								\$ 75,00
								\$ 30,00
								\$ 30,00
								\$ 45,00
								\$ 45,00
								\$ 60,00
								\$ 1.222,00
								\$ 48,88
								-
	\$ 22,00 22,00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 74,00
	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 60,00	\$ 600,00
								\$ -
	\$ 24,50 24,50	\$ 24,50 24,50	\$ 24,50 24,50	\$ 24,50 24,50	\$ 24,50 24,50	\$ 24,50 24,50	\$ 24,50 24,50	\$ 214,38 214,38
	\$ 75,00	\$ 75,00	\$ 75,00	\$ 75,00	\$ 75,00	\$ 75,00	\$ 75,00	\$ 650,00
	\$ 48,00	\$ 48,00	\$ 48,00	\$ 48,00	\$ 48,00	\$ 48,00	\$ 48,00	\$ 410,00
	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 810,00
	\$ 132,00	\$ 132,00	\$ 132,00	\$ 132,00	\$ 132,00	\$ 132,00	\$ 132,00	\$ 1.320,00
								\$ 65,00
								\$ 225,00
	\$ 380,00	\$ 380,00	\$ 380,00	\$ 380,00	\$ 380,00	\$ 48,00	\$ 48,00	\$ 1.996,00
	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 300,00
	\$ 15,00	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 90,00	\$ 705,00
	\$ 135,00	\$ 135,00	\$ 225,00	\$ 135,00	\$ 225,00	\$ 225,00	\$ 225,00	\$ 1.485,00
	\$ 6,00 6,00	\$ 12,00 12,00	\$ 12,00 12,00	\$ 12,00 12,00	\$ 12,00 12,00	\$ 12,00 12,00	\$ 12,00 12,00	\$ 81,00 81,00
	\$ 180,00	\$ 270,00	\$ 270,00	\$ 270,00	\$ 270,00	\$ 270,00	\$ 270,00	\$ 2.070,00
	\$ 90,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 915,00
	\$ 8,00	\$ 20,00	\$ 27,00	\$ 27,00	\$ 33,00	\$ 33,00	\$ 33,00	\$ 184,00
	8	20	27	27	33	33	33	184
	\$ 207,50	\$ 207,50	\$ 207,50	\$ 207,50	\$ 207,50	\$ 207,50	\$ 207,50	\$ 2.075,00
	\$ 1.543,00	\$ 1.734,00	\$ 1.831,00	\$ 1.741,00	\$ 1.837,00	\$ 1.505,00	\$ 1.505,00	\$ 16.135,26
	\$ 46,29	\$ 52,02	\$ 54,93	\$ 52,23	\$ 55,11	\$ 45,15	\$ 45,15	\$ 484,06
	\$ 110,60	\$ 124,29	\$ 131,68	\$ 124,79	\$ 131,68	\$ 107,88	\$ 107,88	\$ 1.157,01
	\$ 156,89	\$ 176,21	\$ 186,61	\$ 177,02	\$ 186,79	\$ 133,03	\$ 153,03	\$ 1.641,06
	\$ 1.699,89	\$ 1.910,31	\$ 2.017,61	\$ 1.918,02	\$ 2.023,79	\$ 1.658,03	\$ 1.658,03	\$ 17.776,32



Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
Estación Experimental Central de la Amazonía

Costos de Producción, Ingresos y Rentabilidad de 1 ha de cacao bajo sistemas agroforestales con manejo orgánico

Datos Generales			
Cultivo Principal:	Cacao	Densidad de siembra (m):	3 x 3
Especies Asociados:	Plátano		6 x 6
	Especie de servicio		12 x 12
	Especie forestal		12 x
	Arroz		
	Maíz		
Superficie (ha):	1	Moneda:	USD Dólares

CONTINUA EN LA SIGUIENTE PÁGINA >

b) Costos de Producción, Ingresos y Rentabilidad de 1 ha de cacao bajo sistemas agroforestales con manejo orgánico

ID	Actividades/Insumos (Descripción)	Unidad	Costo unitario	AÑOS										
				1		2		3		4		5		
				Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad		
1.	MATERIAL DE SIEMBRA				1.150,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1.1	Plantas de cacao	Plantas	0,70	1.150,0	805,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1.2	Colinos de plátano	Colinos	0,50	280,0	140,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1.3	Plantas de servicio (Guaba, poró, etc)	Plantas	0,50	40,0	20,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1.4	Plantas maderables (chuncho, bálsamo, laurel, etc)	Plantas	1,00	40,0	40,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1.5	Semilla de ciclo corto (arroz)	kg	1,00	40,0	40,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
1.6	Semilla de ciclo corto (maíz)	kg	7,00	15,0	105,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2.	PREPARACIÓN DE SUELO				435,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2.1	Limpieza del rastrojo	Jornal	15,00	6,0	90,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2.2	Repique	Jornal	15,00	3,0	45,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2.3	Nivelado y construcción de drenajes	Hora/máquina	40,00	6,0	240,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2.4	Control de malezas pre-emergente	Jornal	15,00	2,0	30,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2.5	Análisis de suelos	Análisis	30,00	1,0	30,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
3.	SIEMBRA				720,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
3.1	Elaboración de balizas	Jornal	15,00	5,0	75,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
3.2	Trazado y balizado	Jornal	15,00	7,0	105,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
3.3	Hoyado	Jornal	15,00	6,0	90,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
3.4	Siembra del sistema agroforestal (café, plátano, árboles, etc)	Jornal	15,00	10,0	150,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
3.5	Siembra de ciclo corto arroz y maíz en 2 ciclos	Jornal	15,00	20,0	300,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
4.	MANEJO DEL SISTEMA				540,0		630,0		645,0		645,0		645,0	
4.1	Control mecanizado de malezas	Jornal+motoguadaña	30,00	6,0	180,0	6,0	180,0	6,0	180,0	6,0	180,0	6,0	180,0	6,0
4.2	Control químico de malezas	Jornal	15,00	4,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.3	Aplicación de abono	Jornal	15,00	2,0	30,0	2,0	30,0	2,0	30,0	2,0	30,0	2,0	30,0	2,0
4.4	Encalado	Jornal	15,00	2,0	30,0	2,0	30,0	2,0	30,0	2,0	30,0	2,0	30,0	2,0
4.5	Poda	Jornal	15,00	4,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.6	Deshoje y deshije Plátano	Jornal	15,00	3,0	45,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0
4.7	Regulación de sombra	Jornal	15,00	1,0	15,0	2,0	30,0	3,0	45,0	3,0	45,0	3,0	45,0	3,0
4.8	Control fitosanitario	Jornal	15,00	1,0	15,0	5,0	75,0	5,0	75,0	5,0	75,0	5,0	75,0	5,0
4.9	Mantenimiento de drenajes	Jornal	15,00	1,0	15,0	1,0	15,0	1,0	15,0	1,0	15,0	1,0	15,0	1,0
4.10	Coronas del cacao	Jornal	15,00	4,0	60,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0
4.11	Deshije del cacao	Jornal	15,00	2,0	30,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0
5.	INSUMOS				804,0		304,0		348,0		348,0		348,0	
5.1	Nitrato de amonio	Saco 50 kg	32,00	6,0	192,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5.2	Abono orgánico (ECOABONAZA)	Saco 50 kg	7,00	23,0	161,0	23,0	161,0	23,0	161,0	23,0	161,0	23,0	161,0	23,0
5.3	Muriato de potasio	Saco 50 kg	28,00	12,0	336,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5.4	Herbicidas Nicosan	sobre (30 g)	7,00	4,0	28,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5.5	Enmiendas (Cal)	Saco 50 kg	7,50	10,0	75,0	10,0	75,0	10,0	75,0	10,0	75,0	10,0	75,0	10,0
5.6	Trichoderma	kg	3,00	2,0	6,0	8,0	24,0	8,0	24,0	8,0	24,0	8,0	24,0	8,0
5.7	Fungicidas Oxicloruro Cu	kg	11,00	2,0	22,0	4,0	44,0	8,0	88,0	8,0	88,0	8,0	88,0	8,0
6.	COSECHAS		0,00		345,0		255,0		498,0		498,0		498,0	
6.1	Cosecha de plátano	jornal	15,00	3,0	45,0	4,0	60,0	5,0	75,0	5,0	75,0	5,0	75,0	5,0
6.2	Cosecha de maíz	Jornal	15,00	8,0	120,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6.3	Cosecha de arroz	Jornal	15,00	12,0	180,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6.4	Cosecha de cacao	Jornal	15,00	0,0	0,0	8,0	120,0	18,0	270,0	18,0	270,0	18,0	270,0	18,0
6.5	Poscosecha de cacao (secado)	qq	3,00	0,0	0,0	25,0	75,0	51,0	153,0	51,0	153,0	51,0	153,0	51,0
TOTAL COSTOS DIRECTOS (A)					3.994,0		1.189,0		1.491,0		1.491,0		1.491,0	
7.	COSTOS INDIRECTOS				599,1		178,4		223,7		223,7		223,7	
7.1	Costos Administrativos (10%)				399,4		118,9		149,1		149,1		149,1	
7.2	Imprevistos (5%)				199,7		59,5		74,6		74,6		74,6	
TOTAL COSTOS INDIRECTOS (B)					599,1		178,4		223,7		223,7		223,7	
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN (A+B)					4.593,1		1.367,4		1.714,7		1.714,7		1.714,7	
COSTOS ACUMULADOS							5.960,5		7.675,1		9.389,8			

6		7		8		9		10		
Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
645,0		645,0		645,0		645,0		645,0		645,0
180,0	6,0	180,0	6,0	180,0	6,0	180,0	6,0	180,0	6,0	180,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30,0	2,0	30,0	2,0	30,0	2,0	30,0	2,0	30,0	2,0	30,0
30,0	2,0	30,0	2,0	30,0	2,0	30,0	2,0	30,0	2,0	30,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0
45,0	3,0	45,0	3,0	45,0	3,0	45,0	3,0	45,0	3,0	45,0
75,0	5,0	75,0	5,0	75,0	5,0	75,0	5,0	75,0	5,0	75,0
15,0	1,0	15,0	1,0	15,0	1,0	15,0	1,0	15,0	1,0	15,0
90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0
90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0	6,0	90,0
348,0		348,0		348,0		348,0		348,0		348,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
161,0	23,0	161,0	23,0	161,0	23,0	161,0	23,0	161,0	23,0	161,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
75,0	10,0	75,0	10,0	75,0	10,0	75,0	10,0	75,0	10,0	75,0
24,0	8,0	24,0	8,0	24,0	8,0	24,0	8,0	24,0	8,0	24,0
88,0	8,0	88,0	8,0	88,0	8,0	88,0	8,0	88,0	8,0	88,0
498,0		498,0		498,0		498,0		498,0		498,0
75,0	5,0	75,0	5,0	75,0	5,0	75,0	5,0	75,0	5,0	75,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
270,0	18,0	270,0	18,0	270,0	18,0	270,0	18,0	270,0	18,0	270,0
153,0	51,0	153,0	51,0	153,0	51,0	153,0	51,0	153,0	51,0	153,0
1.491,0		1.491,0		1.491,0		1.491,0		1.491,0		1.491,0
223,7		223,7		223,7		223,7		223,7		223,7
149,1		149,1		149,1		149,1		149,1		149,1
74,6		74,6		74,6		74,6		74,6		74,6
223,7		223,7		223,7		223,7		223,7		223,7
1.714,7		1.714,7		1.714,7		1.714,7		1.714,7		1.714,7
11.104,4		12.819,1		14.533,7		16.248,4		17.963,0		19.677,7

INGRESOS												
ID	PRODUCTO	Unidad	Costo unitario	AÑOS								
				1		2		3		4		5
				Cantidad producida	Ingreso	Cantidad producida	Ingreso	Cantidad producida	Ingreso	Cantidad producida	Ingreso	C
1	Plátano	racimos	2,50	200,0	500,0	500,0	1.250,0	230,0	575,0	0,0	0,0	0,0
2	Maíz	qq	16,00	50,0	800,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Arroz	sacas de 220 lb	30,00	30,0	900,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	cacao	qq seco	120,00	0,0	0,0	3,0	360,0	17,0	2.040,0	22,0	2.640,0	2,0
TOTAL INGRESOS (C)					2.200,0		1.610,0		2.615,0		2.640,0	
INGRESOS ACUMULADOS							3.810,0		6.425,0		9.065,0	
UTILIDAD												
UTILIDAD (C-(A+B))					-2.393,1		242,7		900,4		925,4	
UTILIDAD ACUMULADA							-2.150,5		-1.250,1		-324,8	
RENTABILIDAD												
B/C (ANUAL)					0,5		1,2		1,5		1,5	
B/C (MULTIANUAL)				1,3								
VAN				1.703,5								
TIR				28,06%								



		6		7		8		9		10	
Cantidad producida	Ingreso	Cantidad producida	Ingreso	Cantidad producida	Ingreso	Cantidad producida	Ingreso	Cantidad producida	Ingreso	Cantidad producida	Ingreso
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,0	2.640,0	22,0	2.640,0	22,0	2.640,0	22,0	2.640,0	22,0	2.640,0	22,0	2.640,0
	2.640,0		2.640,0		2.640,0		2.640,0		2.640,0		2.640,0
	11.705,0		14.345,0		16.985,0		19.625,0		22.265,0		24.905,0
	925,4		925,4		925,4		925,4		925,4		925,4
	600,6		1.526,0		2.451,3		3.376,7		4.302,0		5.227,4
	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5		1,5



ESTUDIO DE CASO. LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS EN NAPO Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS

Autores:

Servio Bastidas, Manuel Carrillo, Raúl Jaramillo, Cristian Subía, Carlos Caicedo, Nelly Paredes

Diagnóstico general de los resultados de análisis de suelo en la provincia de Napo

Se realizó un estudio general de los suelos en el área de interés, para lo que se tomaron muestras de 36 fincas pertenecientes a los cantones de Archidona, Carlos Julio Arosemena Tola y Tena (Tabla 1). Las muestras fueron tomadas en 4 sitios y a tres profundidades en cada finca, las que fueron enviadas al laboratorio para su análisis físico químico, que reportó la composición de macro y microelementos, acidez, materia orgánica y la textura del suelo.

Tabla 1. Cantones y comunidades donde se realizó el estudio de análisis de suelo

Cantones	Comunidades
Carlos Julio Arosemena Tola	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Flor del Bosque, ✓ San Francisco de Chucapi, ✓ Bajo Ila, ✓ Tsawata
Archidona	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kashayaku, ✓ Kuri Muyu, ✓ Kinti Urku, ✓ San Bernardo, ✓ Santo Domingo de Hollin, ✓ Bajo Shicama, ✓ San Rafael
Tena	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inchillaqui, ✓ Colonia Bolivar, ✓ Cinco de Enero, ✓ Shandia, ✓ Sumak Samay, ✓ Guinea Chimbana, ✓ Puni Bocana, ✓ Mirador, ✓ Sumak Kausay, ✓ Isalas Apaai)

Estudios realizados indican que estructuralmente los suelos de la provincia de Napo, son rocosos o arenosos, poco o nada evolucionados, limosos, sueltos, inestables, de color negro a pardo amarillento (Astorga, et al. 2018).

Se observó que los suelos muestreados presentan características físicas y químicas, propias de suelos tropicales, particularmente de texturas francos, franco arenosos, franco arcillosos y franco limosos.

Los contenidos de materia orgánica en un 59% de las muestras se encuentra en niveles altos, el 14% en niveles medios y un 27% en niveles bajos, a mayor profundidad el contenido de materia orgánica desciende a niveles mínimos, debido a que los procesos de descomposición y mineralización de restos vegetales se llevan a cabo en la superficie del suelo, con ayuda de microorganismos más temperatura y humedad.

Se determinaron niveles de potencial hidrogeno (pH) desde muy ácido (<5) en el 32% de las muestras, ácido (entre 5 y 5,5) en el 44%, suelos medianamente ácidos (entre 5,5 y 6) en el 16% y niveles ligeramente ácidos (entre 6 y 6,5) en el 8% de las muestras analizadas. Niveles de pH muy ácido y ácido no permiten una adsorción de coloides en los sitios de intercambio y tampoco permiten una absorción de nutrientes por parte del cultivo de cacao, por lo que es necesario incrementar los niveles de acidez de los suelos hasta medianamente ácidos, con el propósito de incrementar la disponibilidad de nutrientes para el cultivo de cacao.

Con el fin de explicar la distribución de las variables relacionadas con la composición química de los suelos se consideraron las muestras entre 0 y 30 cm de profundidad, las que fueron diagramadas en cajas y se observaron los siguientes comportamientos:

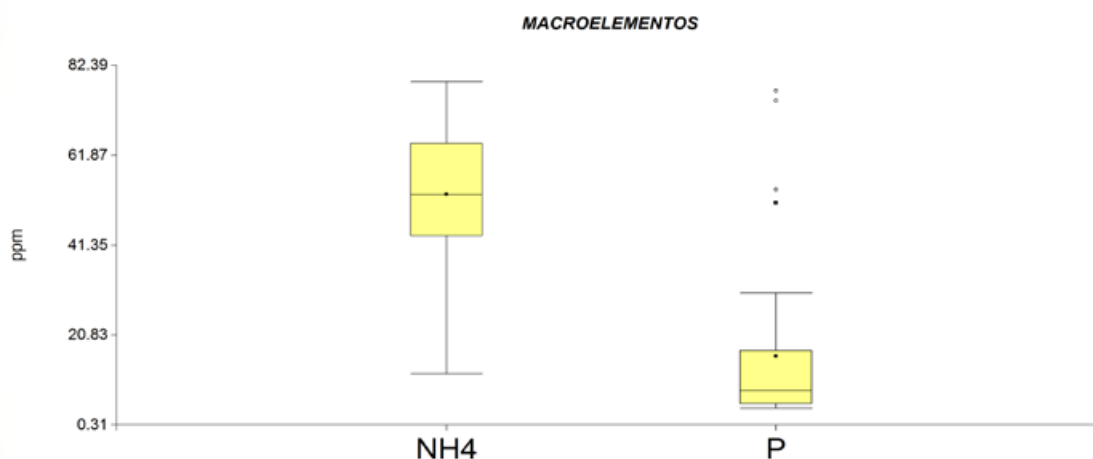


Gráfico 1. Distribución de Nitrógeno y Fósforo en muestras de suelo de Napo.

Los contenidos de nitrógeno en forma amoniacal (NH₄) se encuentran en niveles altos en un 53%, en niveles medios en un 38% y niveles bajos tenemos un 9%; sin embargo, al ser el nitrógeno un elemento muy inestable en el suelo es importante considerar el contenido de nitrógeno total (N) en el suelo como base para realizar planes de fertilización al cultivo de cacao, el cual requiere de una disponibilidad de 0,2% a 0,4% de nitrógeno total en el suelo. La mayoría de los suelos presentan valores de NH₄ distribuidos asimétricamente alrededor de la media 52.9 ppm, considerado un nivel alto dentro de los niveles de referencia (Gráfico 1).

El contenido de fósforo elemental (P) se encuentran en niveles bajos en un 63% del total de muestras, el 19% de muestras presentan niveles medios; sin embargo, existe un 18% que muestra niveles altos de fósforo que corresponden a datos atípicos dentro de la distribución (Gráfico 1), a estos lotes se deberá poner mayor atención a la hora de realizar un plan de fertilización, debido al antagonismo que presenta el fósforo con el hierro.

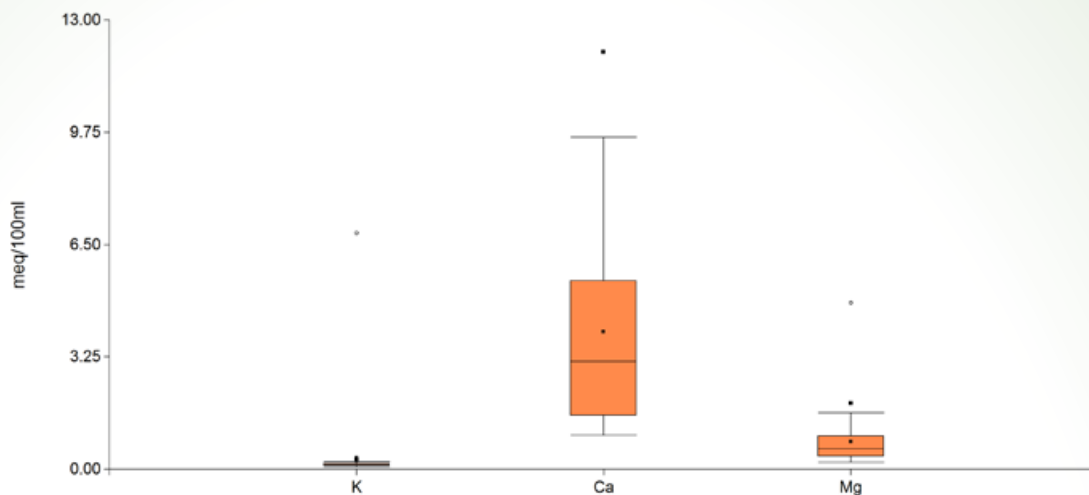


Gráfico 2. Distribución de Macroelementos en muestras de suelo de Napo.

Los contenidos de potasio elemental (K) en estos suelos se muestran con poca variabilidad en niveles bajos correspondiente al 85% de muestras, un 10% muestran niveles medios y existe un 5% de muestras con niveles altos de potasio identificados como datos atípicos (Gráfica 2), identificadas como muestras también con altos niveles de fósforo, lo que debe ser considerado por el efecto antagónico con nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio.

Los contenidos de calcio elemental (Ca) se muestran con mayor variabilidad y distribución simétrica en niveles bajos (<4 meq/100ml) en un 68% de las muestras, existiendo lotes con niveles medios en un 21% y niveles altos que representan un 11%.

Los contenidos de magnesio elemental (Mg) se muestran en niveles bajos (< 1 meq/100ml) en un 76% distribuidos alrededor de la media igual a 0.80; un 17% presenta niveles medios; sin embargo, existe un 7% de muestras con niveles altos similar a su composición en calcio altamente correlacionados ($R = 0.8$) por lo que se debe tomar en cuenta estos lotes antes de una enmienda edáfica, debido al efecto antagónico de magnesio con potasio y calcio.

En resumen, los macroelementos P y K se encuentran en niveles aceptables de acuerdo a la Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Cacao (Agrocalidad, 2012), mientras que Ca y Mg son deficientes en los suelos estudiados. Esto se corrobora al indicar que la sumatoria de bases (\sum Bases K-Ca-Mg) debe resultar entre 6 y 12 meq/100ml para tener una buena disponibilidad bases; sin embargo, en los suelos de Napo el 75% se encuentra con una sumatoria de bases por debajo de 6 lo cual indica una pobre disponibilidad de potasio, calcio y magnesio, elementos esenciales para el cultivo de cacao; el 18% de lotes se encuentra en niveles óptimos y el 7 % muestra una sumatoria de bases por encima de 12.

Un factor que se debe considerar además son las relaciones catiónicas (K-Ca-Mg), en este aspecto los suelos de Napo muestran en un 69% una relación Ca/Mg óptima, en la cual la oferta de calcio frente al magnesio es balanceada, y un 30% se encuentra con desbalance ya sea por deficiencia o exceso de uno de estos elementos; sin embargo, se debe tomar en cuenta los niveles de cada uno y al momento de realizar una enmienda con Ca y Mg.

Referente a la relación Mg/K, los suelos de Napo presentan en un 78% un balance entre estos elementos, y un 22% se encuentra en desbalance, siendo necesario tomar en cuenta los requerimientos de estos elementos por parte del cultivo de cacao en el plan de fertilización.

En lo que respecta a la relación Ca+Mg/K, los suelos de Napo presentan en un 59% un balance adecuado; sin embargo, existe un 41% que muestra desbalance ya sea por deficiencia o exceso de los elementos, por tal razón es importante a la hora de elaborar un plan de fertilización tomar en cuenta las parcelas en las que se determinó desbalances catiónicos, niveles de acidez bajos y niveles de materia orgánica bajos.

La distribución de los valores de Azufre (S), Zinc (Zn), Cobre (Cu) y Boro (B) de las muestras estudiadas indican estrecha variabilidad y sin valores atípicos, que permitiría generalizar recomendaciones de fertilización para estos elementos; lo contrario sucede con el Manganeso (Mn) que reportaron valores de 3.9 ppm y 61.6 ppm como mínimo y máximo, respectivamente (Gráfico 3).

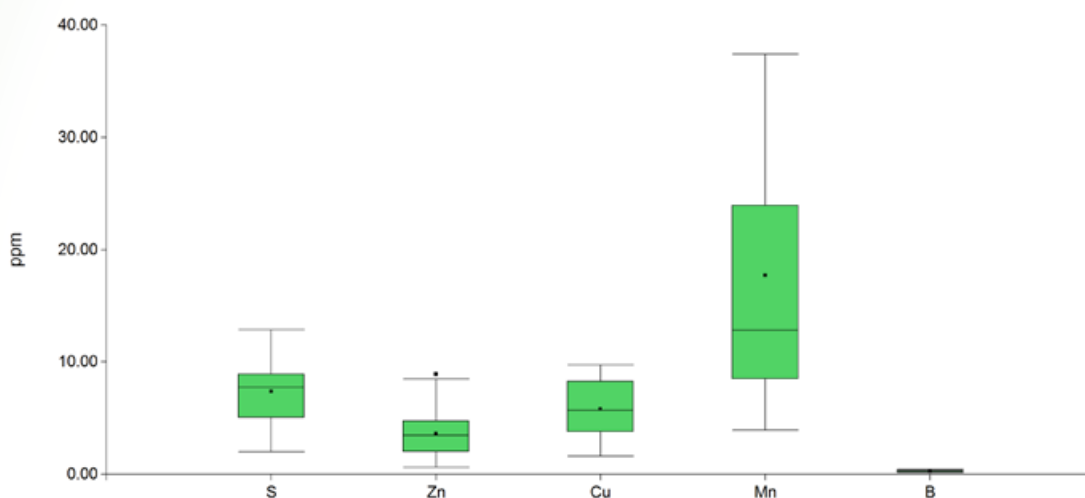


Gráfico 3. Distribución de Microelementos en muestras de suelo de Napo.

En el caso particular del azufre elemental los suelos de Napo presentan niveles bajos en un 83% de los sitios muestreados, el 16% presentan niveles medios y solo el 1% presenta niveles altos. Es importante indicar que la demanda de este elemento por parte del cultivo de cacao está por debajo de los 15kg/ha/año, por lo que no hay necesidad de realizar aportes de azufre como fertilizante, al hacerlo se podría alterar la acidez intercambiable.

Para el caso de los micronutrientes, el zinc se encuentra en un 42% en niveles bajos, el 50% de las muestras presentan niveles medios y un 8% presentan niveles altos. Para el cobre únicamente el 1% de las muestras presentan niveles bajos, un 33% presentan niveles medios y el 66% presentan niveles altos. El 19% de las muestras presentan niveles bajos de manganeso, 44% niveles medios y el 38% niveles altos. Finalmente, el boro, que es un elemento indispensable para el cultivo de cacao en todas las fases fenológicas se encuentra en niveles bajos en el 95% y solo el 5% presenta niveles medios, por lo que es importante tomar en cuenta esta particularidad para un plan de fertilización.

El hierro (Fe) se muestra con niveles bajos en un 3% del total de muestras y un 97% de las muestras presentan niveles altos y no existen muestras con niveles medios en hierro.

Al final se realizó el análisis de conglomerados donde claramente se identificaron dos muestras de suelo que se diferenciaron notablemente del grupo analizado, uno de ellos registró los mayores valores de pH, Ca y Mg, mientras que el otro se discriminó por los altos contenidos de Materia Orgánica, Cu y K.

Recomendaciones de fertilización para cacao según el contexto nutricional de los suelos en la provincia de Napo.

Una vez realizado el diagnóstico general de todas las muestras en las diferentes localidades, se determinó la fertilidad actual de los suelos en Napo; sin embargo, se debe tomar en cuenta la extracción de nutrientes por parte del cultivo de cacao, extracción requerida para cumplir con su ciclo fenológico; por consiguiente, debe considerarse la eficiencia de las fuentes de fertilizante, o a su vez tomar en cuenta que fracción de la dosis aplicada es aprovechada por la planta. En este punto es importante indicar que a través del tiempo se ha determinado que la eficiencia de las fuentes de fertilizante en suelos tropicales es directamente proporcional al fraccionamiento de la dosis.

Es conocido que el cultivo de cacao por cada 1000 kg/ha/año de almendra seca extrae aproximadamente del suelo 44 kg de nitrógeno(N), 10 kg de fósforo (P₂O₅) y 77 Kg de potasio (K₂O); nutrientes que deben ser restituidos al suelo (Enríquez, 2010).

Antes de elaborar un plan de fertilización, se debe tomar en cuenta el pH de los suelos y como se indicó anteriormente la mayoría de estos suelos presentan niveles de acidez por debajo de 5.5 por lo que es imperativo aplicar enmiendas con el propósito de incrementar acidez de los suelos hasta niveles adecuados para el cultivo de cacao. En este sentido es recomendable aplicar cal dolomita por planta en las fincas según el pH del suelo (Tabla 2).

Tabla 2. Dosis de cal dolomita y frecuencias de aplicación según pH del suelo

Nivel de Acidez	Dosis de cal dolomita en gramos/planta/año	Frecuencia de aplicación	Observaciones
Muy ácido (0 -5)	1500	Cada 3 meses	Cambiar de dosis según resultado de análisis de suelo realizado cada dos años.
Ácido (5-5,5)	1250	Cada 3 meses	Cambiar de dosis según resultado de análisis de suelo realizado cada dos años.
Medianamente Ácido (5,5-6)	1000	Cada 3 meses	Cambiar de dosis según resultado de análisis de suelo realizado cada dos años.
Ligeramente Ácido (6.6,5)	750	Cada 3 meses	Bajar a dosis de mantenimiento 300g/planta/año según resultado de análisis de suelo realizado cada dos años.

Fuente: DPS-INIAP-EECA-2021.

Para el caso de N-P-K-Ca-Mg se debe realizar aplicaciones de dosis de mantenimiento, tomando como base el requerimiento de nutrientes en kg/ha por parte del cultivo de cacao, la oferta de nutrientes del suelo determinada con el análisis y la eficiencia de la fuente del fertilizante; sin embargo, es necesario enfatizar en la importancia de regular acidez del suelo con enmiendas edáficas que a su vez aportan calcio, magnesio, observados como deficientes en el sistema, con la aplicación de cal dolomita.

Respecto a micronutrientes, priorizar el aporte de boro que se encuentra en niveles bajos en un 95% de las muestras, la dosis por planta debe ser mayor a 4 gramos por planta, considerando que su aplicación es más eficiente de forma líquida.

Para maximizar los rendimientos en el cultivo de cacao se deben considerar dos factores muy importantes: a) las fuentes de nutrientes a utilizar deben mostrar mayor eficiencia agronómica, lo que significa mayor rendimiento de almendras de cacao por cada kilogramo de aplicado y b) el fraccionamiento de la dosis anual. Cuando se utilizan fuentes de nutrientes adecuadas y se fracciona la dosis anual, en un mayor número de aplicaciones, se obtiene mayor eficiencia, permitiendo al cultivo expresar su rendimiento potencial, lo que se traduce en rentabilidad para el productor.

Cadmio (Cd) en los suelos de Napo

De las mismas fincas evaluadas en la composición física y química de sus suelos, se tomaron muestras tanto de suelo como de hojarasca dentro de sus cultivos de cacao, las que fueron enviadas al laboratorio para determinar el contenido de Cadmio que pueda afectar a la calidad de la producción.

No se registró correlación entre los contenidos de los nutrientes con la presencia de Cadmio en el suelo que registró valores menores a 0.9 mg/kg con 0.2 de promedio.

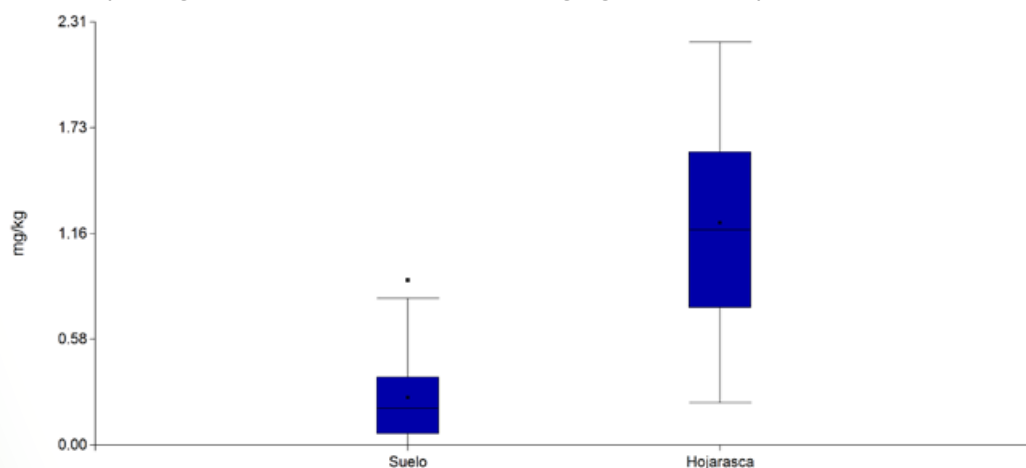
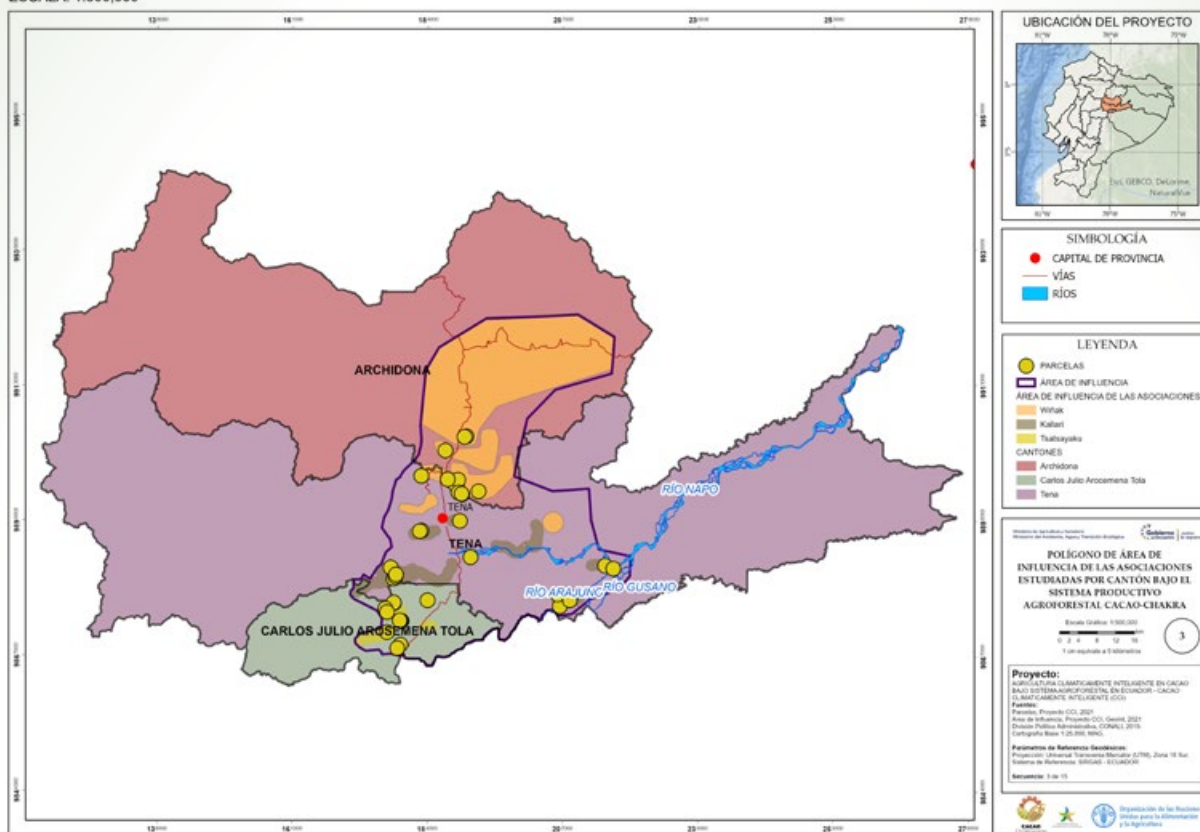


Gráfico 4. Distribución del contenido de cadmio en muestras de suelo y hojarasca de Napo.

Se observa mayor contenido de Cd en la hojarasca respecto del suelo (Gráfico 4) con mayor amplitud de su distribución en los análisis realizados, registrándose también muestras de suelo con valores muy bajos y no detectables por el método de determinación. Es importante indicar que la presencia de Cd en el suelo no es un indicador muy utilizado en la relación que podría existir con su presencia en las almendras de cacao, ya que es sólo una de las fuentes y su absorción depende de otros factores como las propiedades del suelo, las variedades cultivadas, entre otras (Meter, et al., 2019)

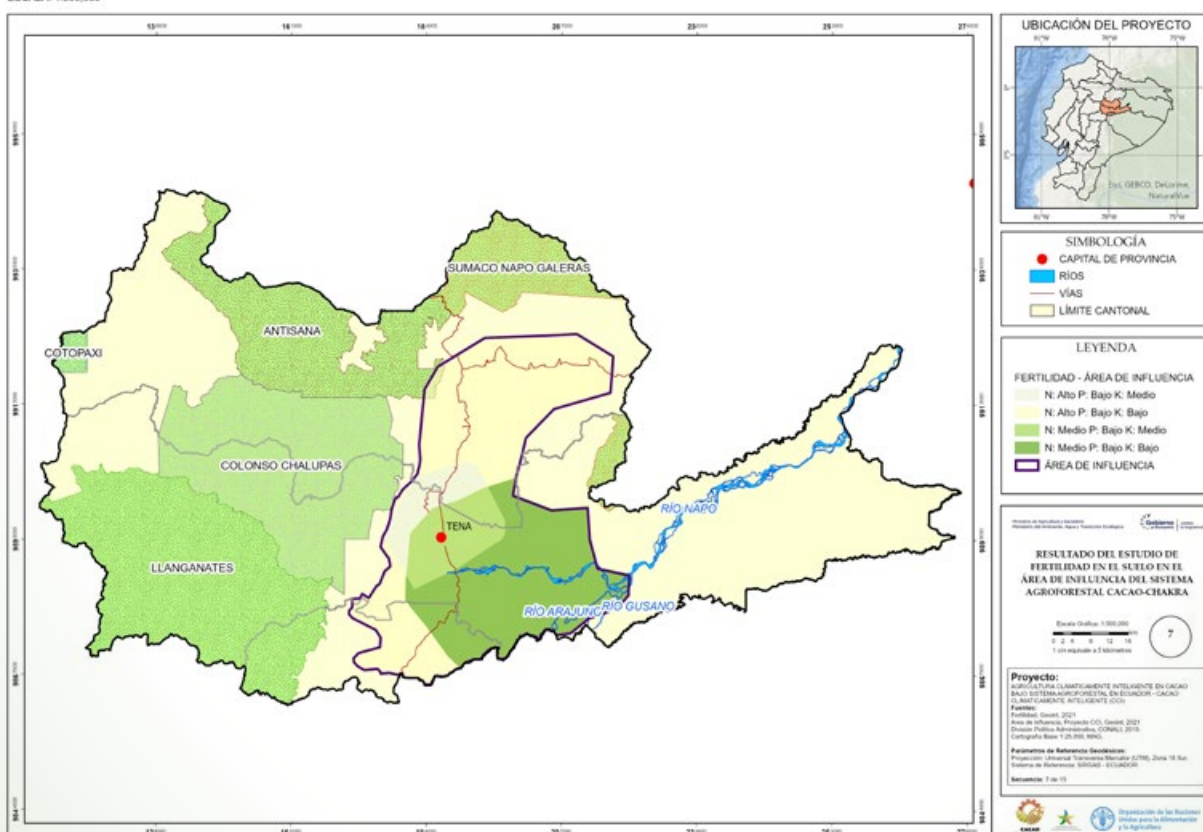
POLÍGONO DE ÁREA DE INFLUENCIA

ESCALA: 1:500,000



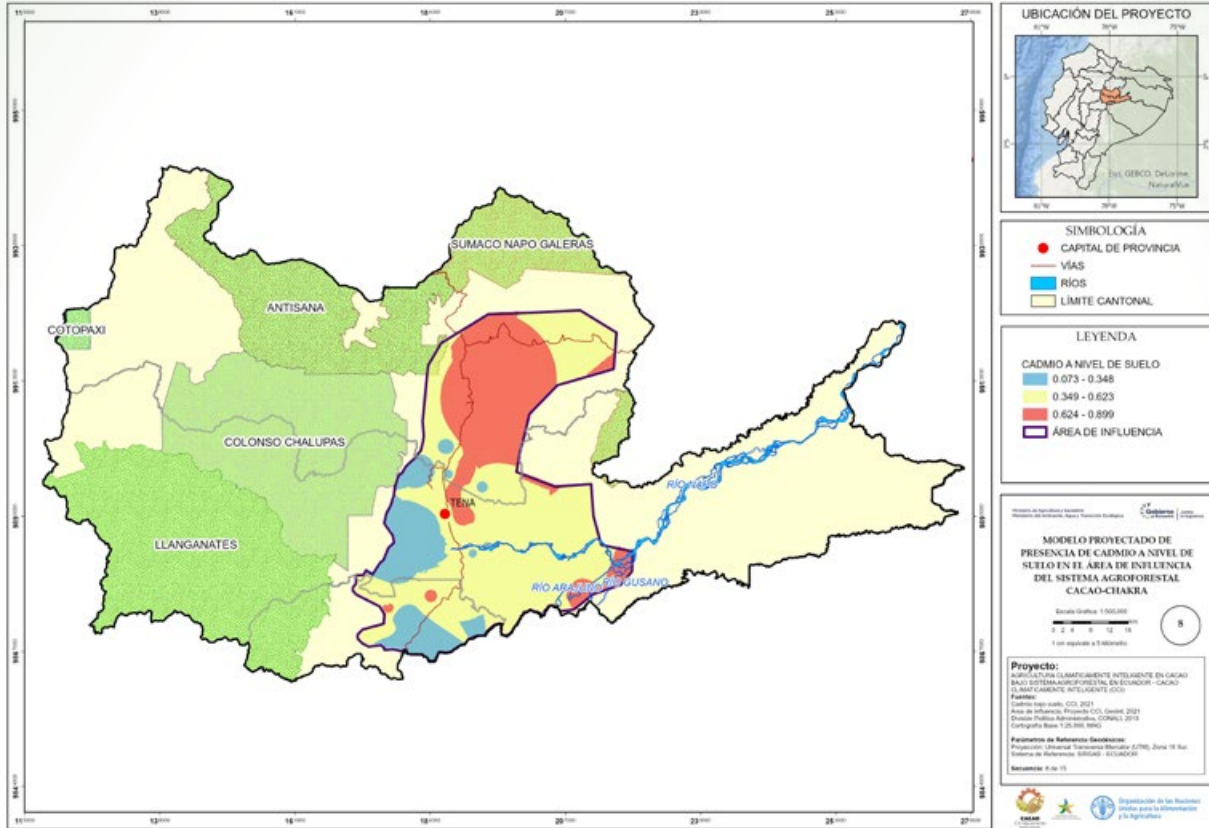
RESULTADO DEL ESTUDIO DE FERTILIDAD DEL SUELO

ESCALA: 1:500,000

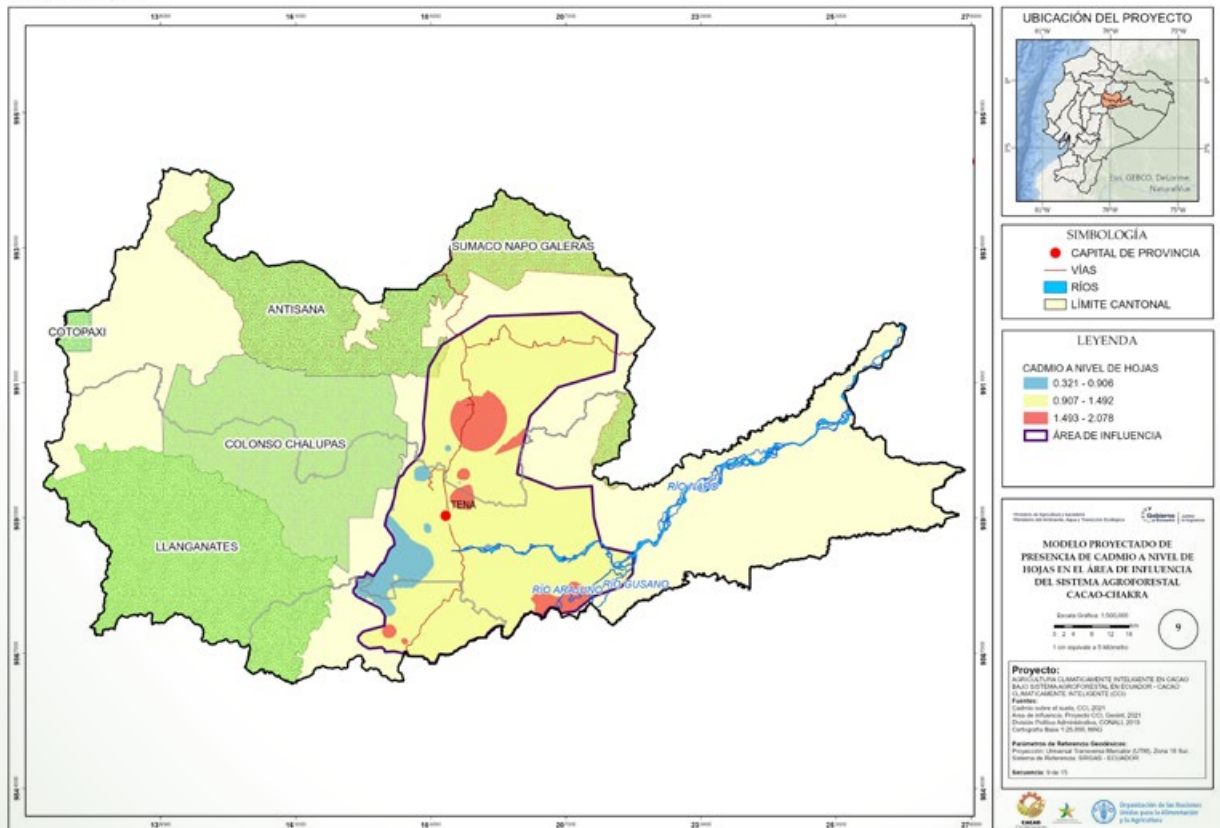


MODELOS PROYECTADOS EN PRESENCIA DE CADMIO

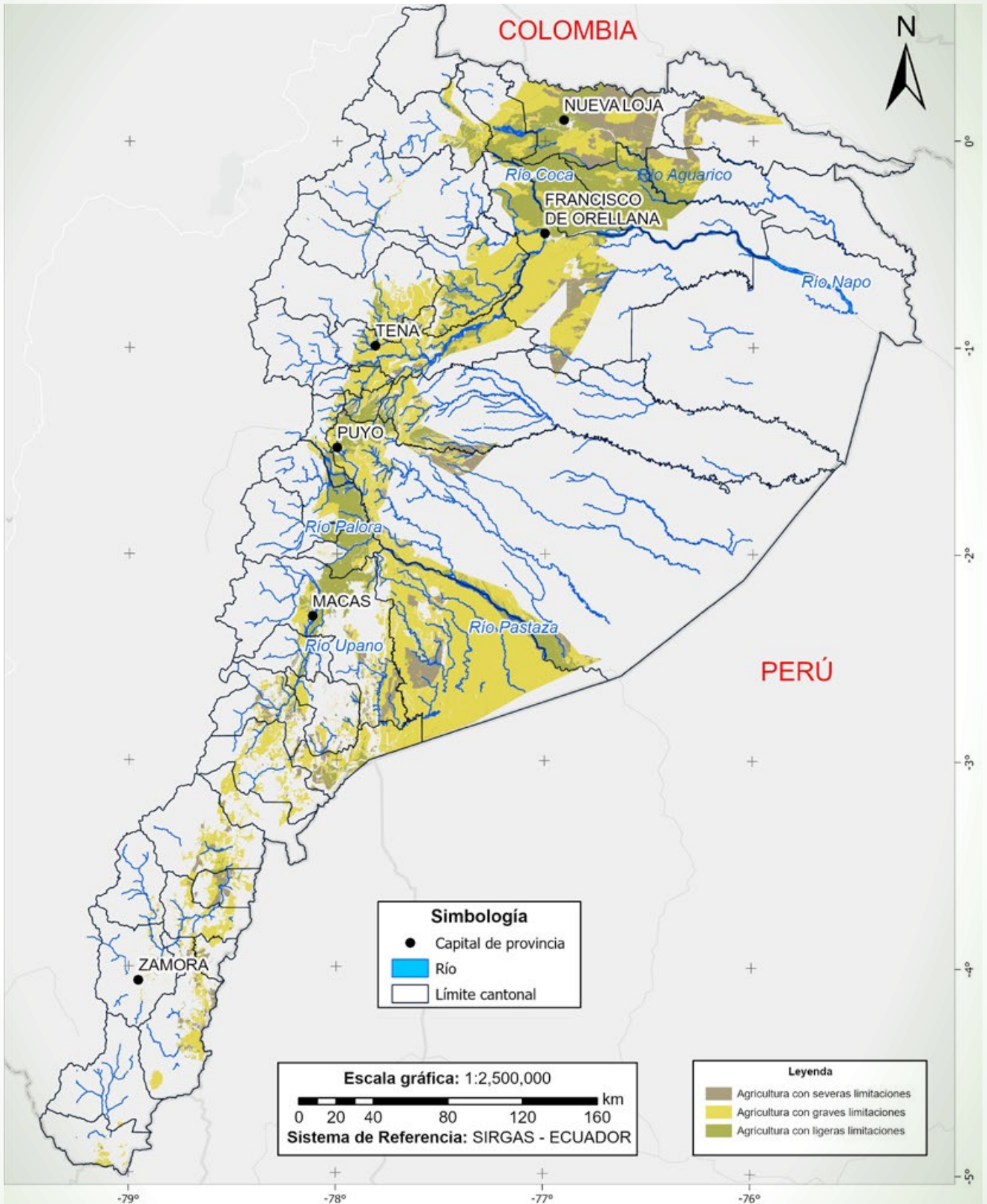
ESCALA: 1:500,000



ESCALA: 1:500,000

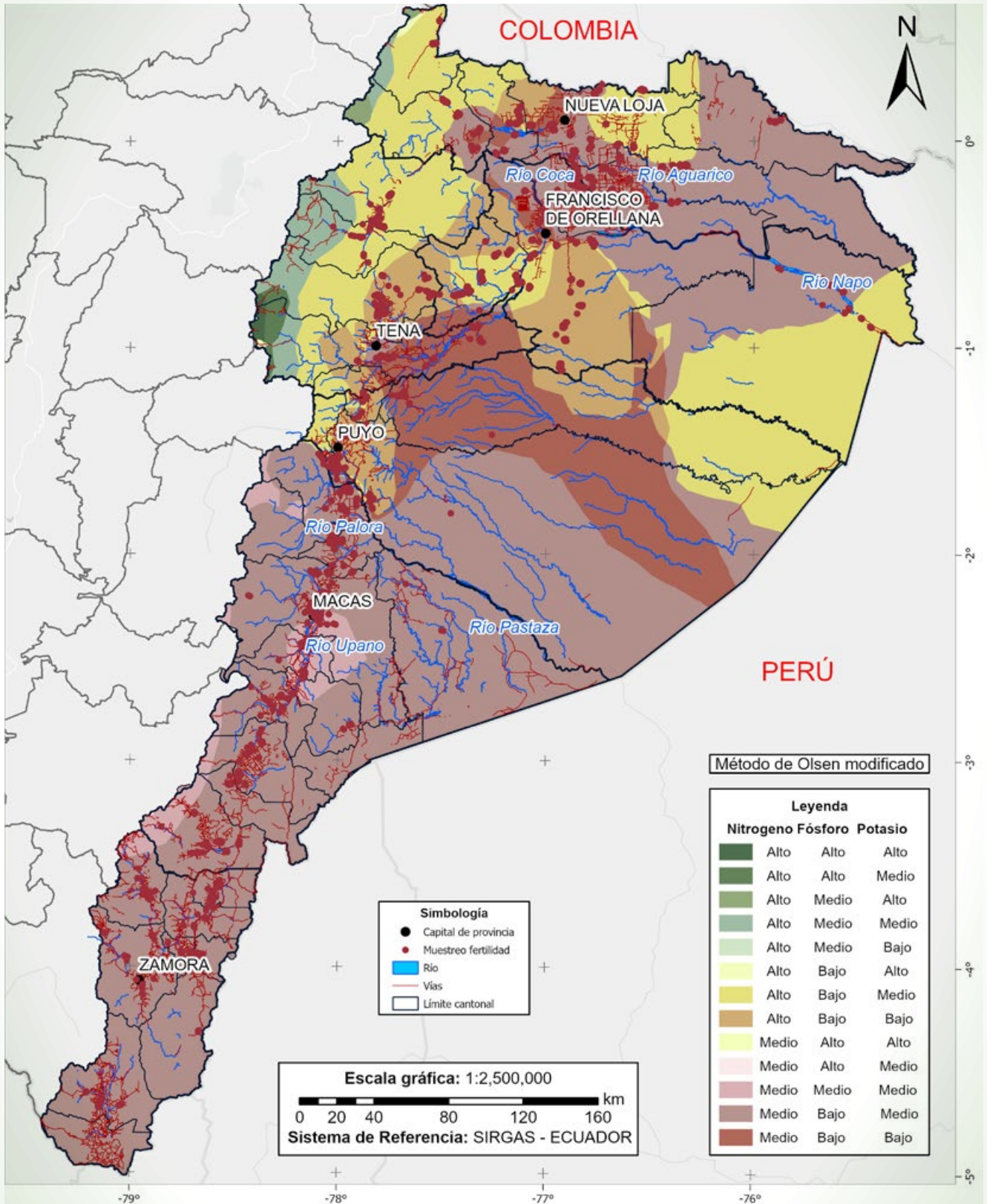


MAPA DE APTITUD AGRÍCOLA DEL SUELO PARA CULTIVO DE CACAO EN LA PROVINCIAS DEL ORIENTE ECUATORIANO



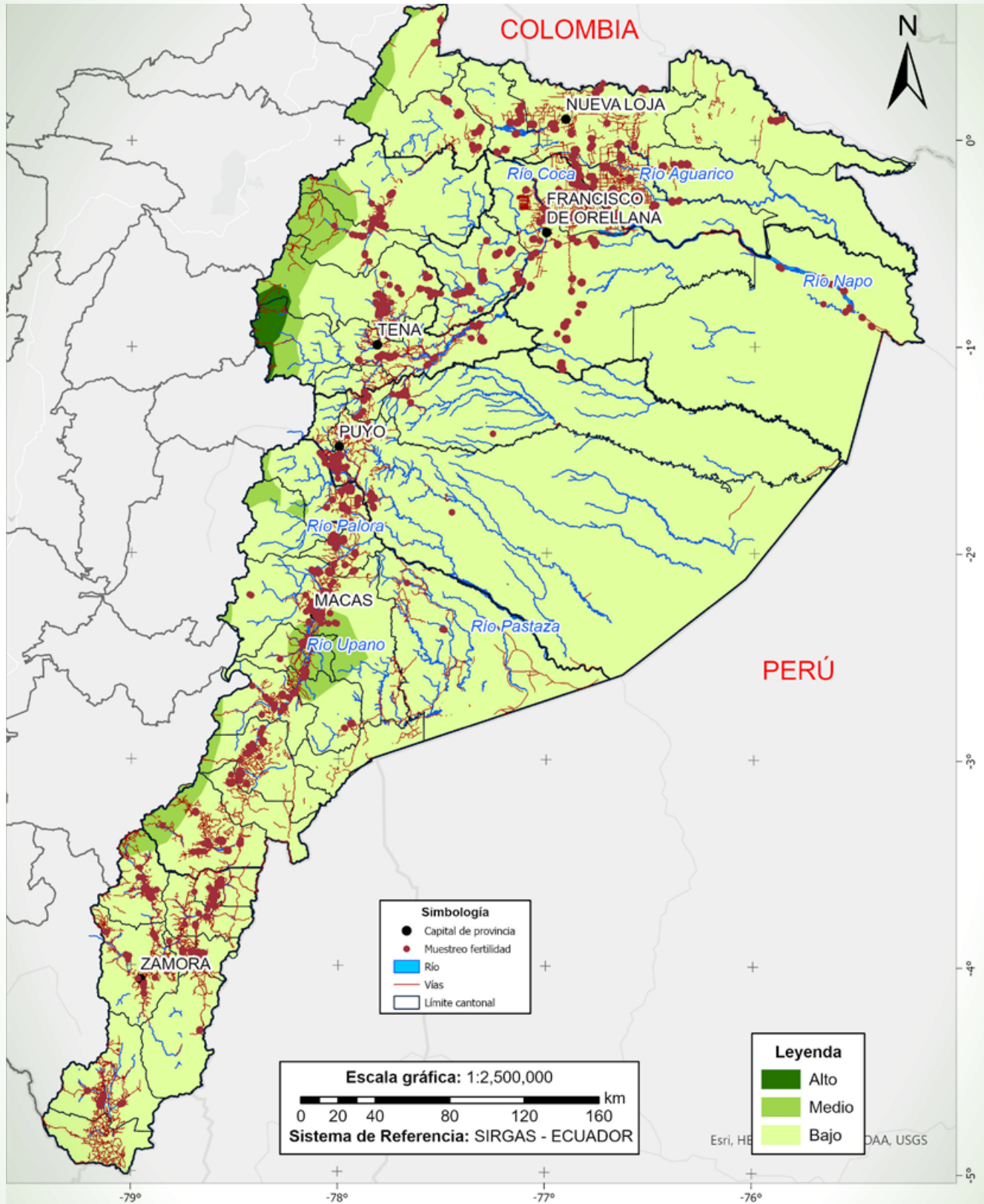
FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA

MAPA DE FERTILIDAD DE LOS SUELOS EN EL PRIMER HORIZONTE MINERAL DE LAS PROVINCIAS DEL ORIENTE ECUATORIANO



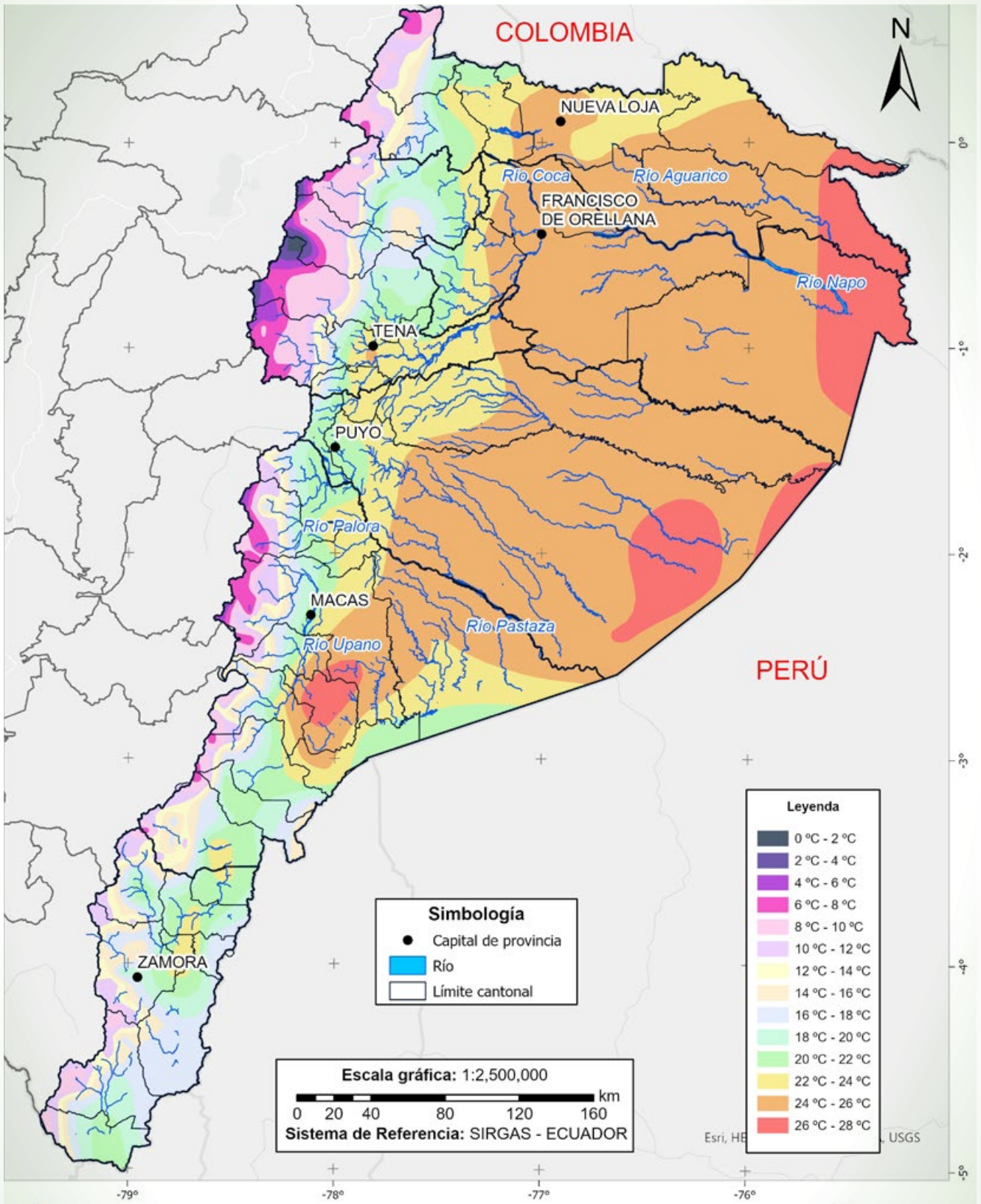
FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA

MAPA DE FERTILIDAD GENERALIZADO DE LOS SUELOS EN EL PRIMER HORIZONTE MINERAL DE LAS PROVINCIAS DEL ORIENTE ECUATORIANO



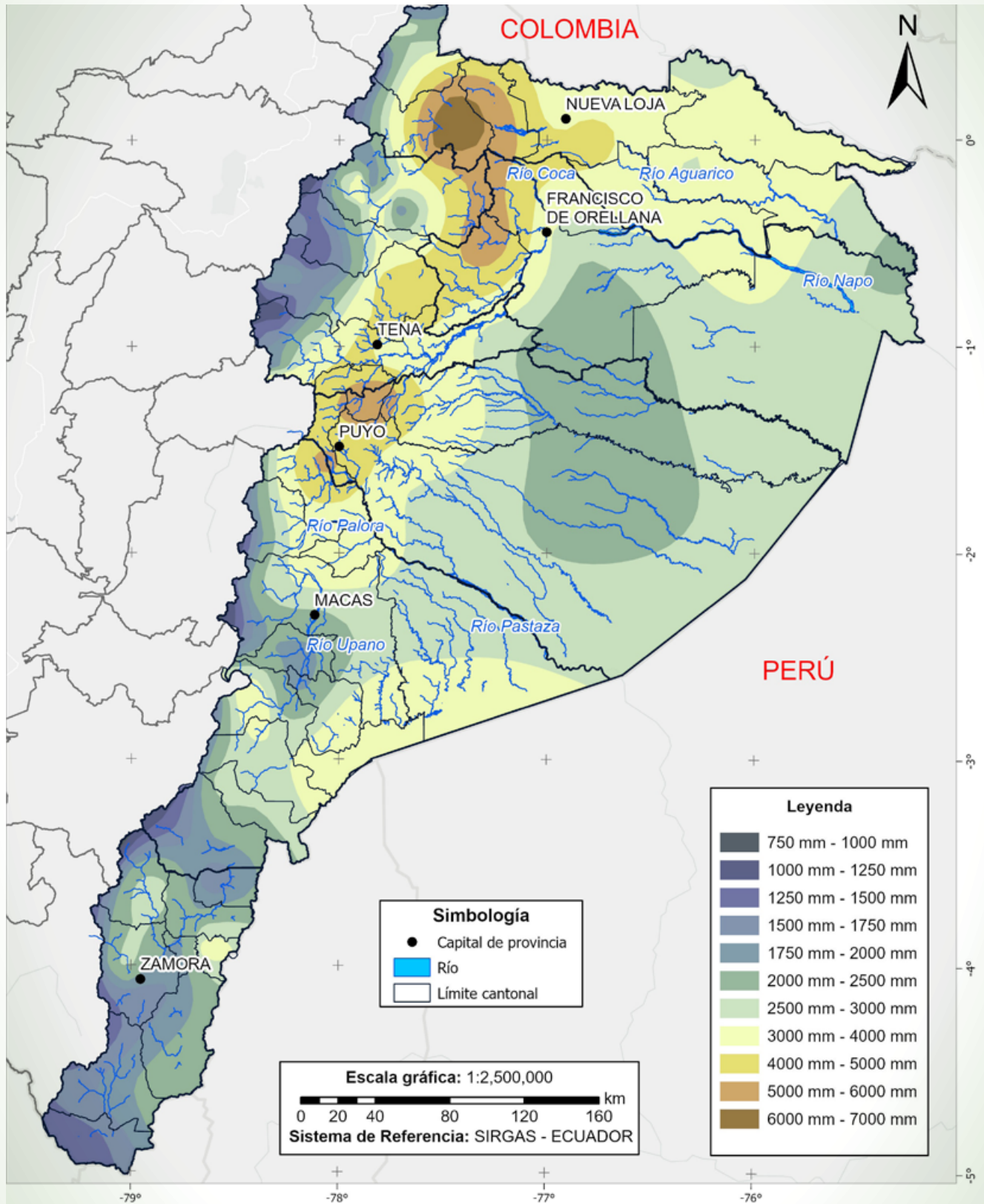
FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA

MAPA DE ISOTERMAS DE LAS PROVINCIAS DEL ORIENTE ECUATORIANO



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA

MAPA DE ISOTÉYAS DE LAS PROVINCIAS DEL ORIENTE ECUATORIANO



FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA





www.iniap.gob.ec



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura



@agroinvestigacionecuador



@iniapecuador



@iniapecuador

Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias



República
del Ecuador



Juntos
lo logramos