



FEDERACION
NACIONAL DE
CACAOTEROS
FONDO NACIONAL DEL CACAO

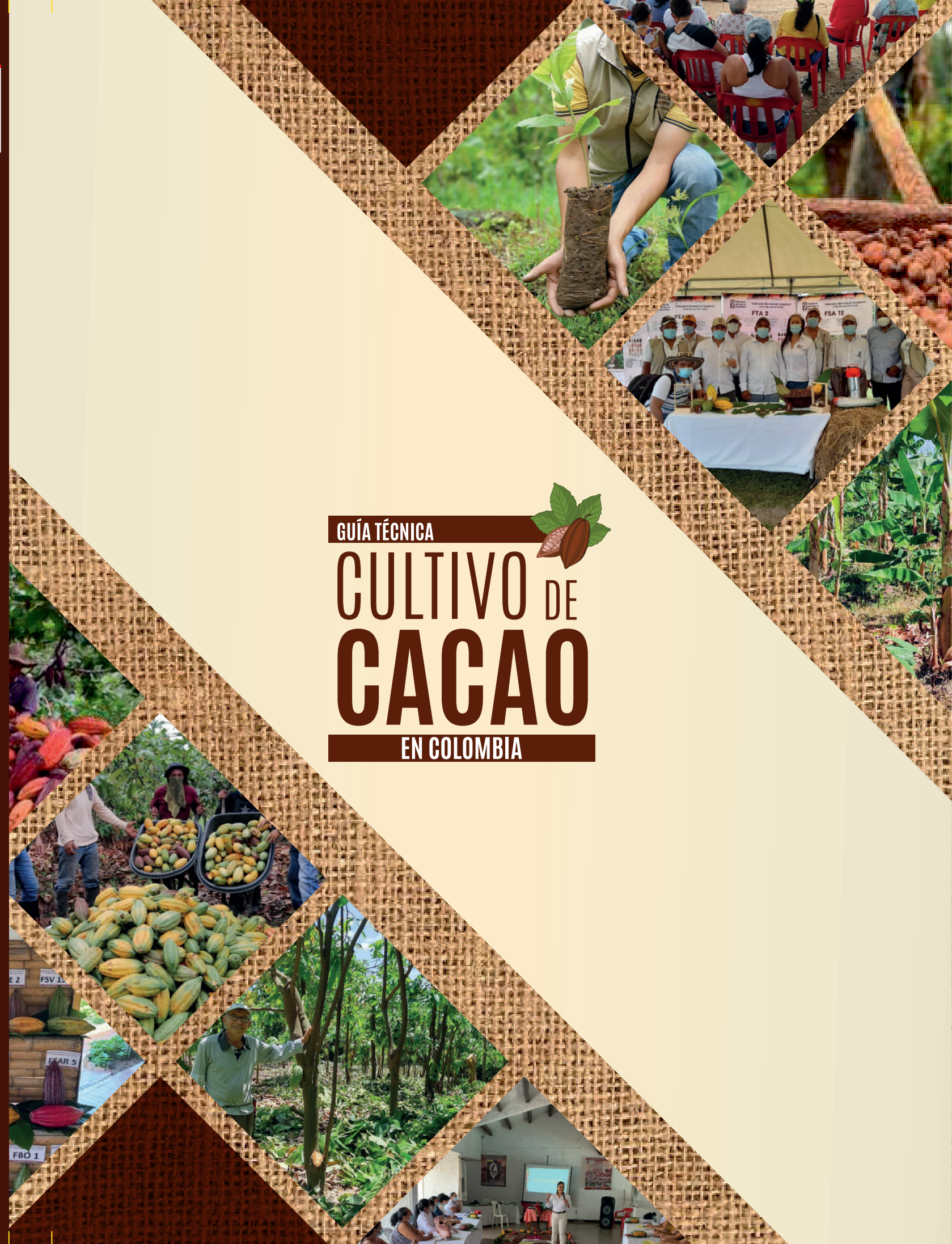


GUÍA TÉCNICA
**CULTIVO DE
CACAO**
EN COLOMBIA

ISBN: 978-958-53849-4-1



9 789585 384941



**CULTIVO DE
CACAO**





FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAOTEROS

Junta Directiva

Cesar Augusto Jaramillo
Marco Tulio Caupaz Ledesma
Benjamín Méndez Pinzón
Saúl Motta García
José Nery Pórtela
Noé Mantilla
Orlando Tirado
Omar Vargas
Isaías Álvarez

Presidente Ejecutivo

Eduard Baquero López

Gerente Técnico

Yedwabnik Yardley Cano

Gerente Administrativo

Nubia Stella Guerrero

www.fedecacao.com.co
info@fedecacao.com.co

PBX 3273000

Calle 31 no. 17-27

Bogotá D.C. Colombia

2021

ÍNDICE

ORIGEN Y RESEÑA HISTÓRICA DEL CACAO	9
Las cualidades y usos del cacao	9
El cacao como alimento	10
Aportes nutricionales	11
PANORAMA NACIONAL E INTERNACIONAL	12
Estadísticas mundiales	12
Producción mundial de cacao en grano año cacaotero 2020/2021	12
Participación en la Producción mundial de cacao en grano por continentes	12
Producción de cacao en grano en América	13
Producción de cacao en grano en África	14
Producción de cacao en grano en Asia y Oceanía	14
Moliendas de cacao por continente	15
Moliendas de cacao en los principales países	16
Exportaciones	17
Importaciones	19
Precio internacional	20
Estadísticas nacionales	21
Área sembrada	21
Producción nacional registrada	23
Producción nacional de cacao en grano por departamentos años 2020 y 2021	25
Precio interno del cacao en grano	26
Exportaciones	27
Exportaciones de cacao a los principales países, años 2015 a 2021	29
Importaciones	30
BOTÁNICA DEL CACAO	31
Taxonomía	31
Morfología	31
Importancia del tipo de cacao cultivado	36
Cacao criollo	37
Cacao forastero	37
Cacao trinitario	38
El Cacao en Colombia	38
Principales híbridos	38
Los clones	39
Materiales sobresalientes de cacao colombianos investigados por FEDECACAO	39
EL CULTIVO DE CACAO COMO UN SISTEMA AGROFORESTAL	56
Sistemas agroforestales practicados con el cacao	57
Ventajas de los sistemas agroforestales	60

PROCESO DEL CULTIVO	61
Regiones agroecológicas en las que se cultiva el cacao	61
Condiciones óptimas para cultivar cacao	62
Suelos	65
Propiedades químicas del suelo	68
Suelos para cacao	69
Muestra de suelo	70
Toma de muestra	70
Análisis químico	64
Sombrío para el cultivo de cacao	71
Los cultivos de ciclo corto	72
Sombrío transitorio o temporal	73
Sombríos permanentes	74
Propagación de plantas	75
Propagación sexual	75
Propagación asexual	76
La injertación	76
Proceso de la injertación	78
Proceso de injertación por aproximación	78
Proceso de injertación de cuña por hendidura	80
Proceso de injertación por parche utilizando una sola yema	81
Propagación en vivero	82
Elementos de que consta el vivero	82
Siembra de la semilla para patronaje	84
Instalación de cultivos de alto rendimiento	87
Selección del terreno	87
Preparación del terreno	87
Densidad de siembra	88
Trazado	88
Fórmulas para conocer el número de plantas que caben por área de terreno	89
Sistema en cuadro	89
Sistema en triángulo o tres bolillos	89
Sistema en rectángulo	89
Sistema en surcos múltiples	90
El trasplante	91
MANEJO DE PLANTACIONES ADULTAS	93
Labores de manejo para un cultivo de cacao	93
EL CONTROL DE MALEZAS	94
PODA DE CACAO	98

Época de la poda	98
A través de la poda se logran los siguientes resultados	99
Tipos de poda	100
Poda de formación	100
Poda de mantenimiento	101
Poda de rehabilitación	102
CONTROL Y MANEJO DE ENFERMEDADES DEL CACAO	103
Manejo de las enfermedades del cacao	103
¿Qué es una enfermedad?	103
Factores que causan enfermedades	103
Síntomas y signos	104
Monilia	107
Distribución geográfica	107
Síntomas en monilia	108
Signos en monilia	109
Ciclo de vida	110
Control	111
La Escoba de Bruja	114
Distribución geográfica	114
Síntomas causados por <i>Moniliophthora perniciosa</i>	114
Ciclo de vida	116
Control	118
Rosellinia	119
Distribución geográfica	120
Síntomas	120
Control	121
Fitoftora	124
Distribución geográfica	124
Síntomas	125
Control	127
Ceratocystis	128
Distribución geográfica	129
Síntomas y signos	129
Control	130
¿Qué es la incidencia?	130
Procedimiento	130
Otras enfermedades de cacao en el mundo	132
MANEJO DE LAS PLAGAS EN EL CULTIVO DEL CACAO	133
En los semilleros o viveros	133
En cultivos adultos	134

Monalonion spp	134
Las Hormigas	136
Pasador del tronco o Xileborus	137
Raspadores del follaje trips	137
Anillador de las ramas	137
Chinche negro	138
Pasador del fruto	138
 Perforador de la mazorca del cacao	 138
El ciclo de vida de la Carmenta foraseminis	138
Síntomas	139
Control	140
 EL RIEGO	 144
 Componentes de un sistema de riego	 144
1- CAPTACIÓN	144
2- CONDUCCIÓN	145
3- DISTRIBUCION PREDIAL	146
4-EMISIÓN	146
 FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DEL CACAO	 148
Composición mineral de las plantas	148
Ventajas de la fertilización	149
Requerimientos nutricionales	150
Extracción de nutrimentos por la planta de cacao	151
Composición química de los suelos cacaoteros	152
Claves para diagnóstico de deficiencias nutricionales en cacao	154
 ÍNDICES DE PRODUCCIÓN	 162
Índice de grano	162
Índice de mazorca	162
Número de frutos por árbol	163
Número de granos por mazorca	163
 EL PROCESO DE BENEFICIO DEL CACAO	 164
Recolección	164
Partida de mazorcas	165
Desgranada	165
Fermentación	165
Secado	167
Control de Calidad en la finca	169
Prueba de corte	170
 COMERCIALIZACIÓN	 171
Calidad del cacao	171

REHABILITACIÓN Y RENOVACIÓN DE PLANTACIONES DE CACAO	177
Rehabilitación por reducción de altura y manejo de arquitectura	178
Rehabilitación por chupón basal	178
Rehabilitación por chupón basal con injerto	179
Rehabilitación por renovación de copa con injerto lateral	179
Renovación de plantaciones de cacao	179
POLINIZACIÓN DEL CACAO	185
La flor de cacao	185
¿Quiénes polinizan la flor de cacao?	186
Métodos de polinización	188
Polinización manual, controlada o artificial	189
COSTOS EN EL CULTIVO DE CACAO	192
BIBLIOGRAFÍA	200

ORIGEN Y RESEÑA HISTÓRICA DEL CACAO

Hace miles de años en las regiones tropicales, húmedas y calurosas del continente americano brotó un árbol denominado cacao cuyo nombre científico es (*Theobroma cacao* L), también conocido como alimento de los dioses. El cacao se ha encontrado en vestigios arqueológicos, fue utilizado por culturas ancestrales. Los Mayas y Aztecas lo usaban en rituales sagrados, como alimento y fuente de riqueza. Inicialmente la pulpa de cacao fue consumida directamente, posteriormente fue elaborada una bebida amarga a base de granos de cacao hervidos, la cual denominaron "cacahuatt" y "chocolatl".

Entre los Mayas y Aztecas, el chocolate era una bebida prestigiosa, reservada a la realeza, la nobleza, los mercaderes y los oficiales de alto rango. Con el descubrimiento de América, los españoles llevaron cacao al continente europeo, el cual tuvo gran aceptación y su comercio creció vertiginosamente, lo que motivó sus siembras en áreas distintas a las inicialmente cultivadas por los indígenas americanos. Así fue como llegó a las Islas del Caribe, Asia, Oceanía y África.

Colombia es un país tropical que presenta condiciones incomparables para la siembra de cacao, en una interesante variedad de sistemas agroecológicos, que hacen que este heterogéneo país tenga el más grande potencial para el desarrollo del cultivo. Por sus características, el cacao colombiano es clasificado como finos de sabor y aroma. Su uso principal es en el chocolate de mesa, como bebida tradicional de la alimentación básica de amplios sectores poblacionales que lo consumen caliente, de manera especial en los desayunos, acompañado de variadas preparaciones típicas del país.

Las referencias históricas indican que en Colombia se cultiva cacao desde la época de la colonia, constituyéndose desde entonces en exportador del grano, condición que se mantuvo hasta 1920, cuando dejó de serlo. Posteriormente, a mediados de la década del 80, volvió a comercializarse con éxito en el exterior, manteniéndose en la actualidad y con un gran potencial de crecimiento. El incremento para la exportación es un propósito actual de los productores nacionales, incluyendo valor agregado, al fomentar la transformación o agroindustrialización con el consecuente aporte, en términos de generación de empleo, de flujo permanente de ingresos para la familia cacaocultora.

El sistema de producción de cacao en Colombia se caracteriza por pequeñas unidades productivas en economía campesina, manejo a nivel de finca, arraigo de los agricultores a sus tierras y características proteccionistas del medio ambiente, lo cual repercute en beneficios sociales, ambientales, económicos y una alternativa para el desarrollo de las comunidades rurales colombianas.

Las cualidades y usos del cacao

El cacao es el ingrediente fundamental para la elaboración del chocolate, formando parte de la vida cotidiana y tradiciones de las comunidades. Es un alimento de los más completos nutricionalmente y con propiedades favorables para la salud humana; debido a su poder energético, su aporte en minerales, vitaminas, fibra y sustancias estimulantes. Pero es preciso indicar que el cacao tiene otros usos en la industria mundial, especialmente en productos cosméticos y medicinales.

En este último aspecto del chocolate, estudios científicos determinaron que no sólo es deleite para el paladar, sino que tiene grandes virtudes para la salud, en cuanto que sus derivados tienen la propiedad de ayudar en la prevención de enfermedades cardíacas y el cáncer.



De la flor de cacao a la taza de chocolate. GIIC - FEDECACAO

En efecto, el chocolate tiene polifenoles, compuestos que impiden la oxidación del colesterol LDL (malo), que bloquea las arterias. Según Joe Vinson, profesor de química de la Universidad de Scranton (Pensilvania) se demostró que el chocolate aumenta en 10% los índices de colesterol bueno, lo cual reduce las complicaciones cardíacas en un 20%.

El cacao contiene antioxidantes en niveles superiores al té verde, la corteza del pan, las fresas o el ajo, que según se cree, son determinantes para prevenir el cáncer. Las cualidades nutricionales del chocolate se pueden medir por su color, puesto que cuanto más oscuro sea, más antioxidantes contiene. Otros efectos positivos del chocolate en la salud lo constituyen las propiedades preventivas del cáncer gástrico y del colon.

Esta condición le da fortaleza a la producción cacaotera, pues por ahora todo el grano producido puede ser consumido aquí mismo. Sin embargo, la gran potencialidad del subsector cacaotero colombiano se fundamenta en la posibilidad de exportar, pues cuenta con un amplio mercado internacional.

El cacao como alimento

El principal uso del cacao en el mundo es alimenticio, en especial si se consume como producto natural obtenido con criterio orgánico y sin aplicar a los cultivos ningún tipo de sustancias que pueden resultar nocivas para la salud, tal como ocurre con el cacao producido en Colombia.

En ese sentido, el chocolate es alimento de gran valor nutritivo y energético de rápida metabolización y óptima digestibilidad para el organismo humano.

En países desarrollados, hace parte de la dieta cotidiana familiar, se estima que el consumo per cápita en países europeos supera los 8 kg al año. El chocolate, cuando además de cacao contiene leche, se convierte en el alimento mejor balanceado que existe debido al contenido de proteínas, hidratos de carbono, grasas, albúminas, theobromina, cafeína, minerales y vitaminas; es recomendado por nutricionistas en una combinación con otros alimentos para equilibrar la balanza de la dieta diaria.

La grasa del cacao, llamada manteca de cacao, posee ácido linoleico (indispensable para la nutrición humana), alto valor energético, de digestión lenta y satisfacen al individuo por períodos mayores que los carbohidratos y proteínas, así que permiten que la energía esté disponible por un período largo. Las grasas sirven en el organismo como transportadoras de fosfolípidos y vitaminas.

Aportes nutricionales

PROTEÍNAS: Las proteínas del cacao son similares a las de otros productos vegetales y en su estructura están presentes 14 aminoácidos de los 18 esenciales.

CARBOHIDRATOS: Su contenido es bajo, por lo que deben ser complementados con los compuestos de otros alimentos acompañantes del chocolate.

VITAMINAS: Contiene vitamina A, vitamina B1 (tiamina), vitamina B2 (riboflavina), ácido fólico, vitamina B6 (piroxidina), biotina y vitamina B5 (ácido nicotínico).

MINERALES: Contiene potasio, sodio, calcio, magnesio, hierro, fósforo, cobre y azufre.

ALCALOIDES: Los alcaloides, theobromina y cafeína están presentes en cantidades no perjudiciales para el organismo y, por el contrario, benéficos por el poder estimulante para entablar los quehaceres cotidianos. Considerando estos elementos nutricionales, el chocolate es un excelente alimento para las personas, en especial para el trabajador, el deportista y los estudiantes.

PANORAMA NACIONAL E INTERNACIONAL

El cacao se cultiva en países que geográficamente se ubican en la franja tropical de la tierra, es una especie de origen americano, sin embargo, la mayor producción se encuentra en el continente africano, principalmente en Costa de Marfil, Ghana y Camerún. En Asia y Oceanía se destacan Indonesia, Nueva Guinea e India; mientras que en América tienen mayor participación en la producción países como Ecuador, Brasil, Perú, República Dominicana y Colombia.

Estadísticas mundiales

Producción mundial de cacao en grano año cacaotero 2020/2021

La producción mundial del grano para el año cacaotero 2020/2021 alcanzó un registro histórico de 5.175 millones de toneladas, reflejando un incremento importante en la producción, en comparación con los 4.735 millones de toneladas del año cacaotero inmediatamente anterior.

Según la Organización Internacional del Cacao (ICCO), 12 países representan el 96% de la producción mundial de cacao para el año 2021/2020, con mayor participación de Costa de Marfil con un estimado de producción que ronda los 2.248 millones de toneladas, seguido de: Ghana, Ecuador, Camerún, Nigeria, Brasil, Indonesia, Perú, República Dominicana, Colombia, Nueva Guinea y Uganda.

Si se toma como referencia el período 2015/2016 donde la producción fue de 3.994 millones de toneladas, comparado con el año 2020/2021, se observa una producción de cacao superior en 1.181 millones de toneladas.

Producción mundial de cacao en grano por continentes (Miles de toneladas)

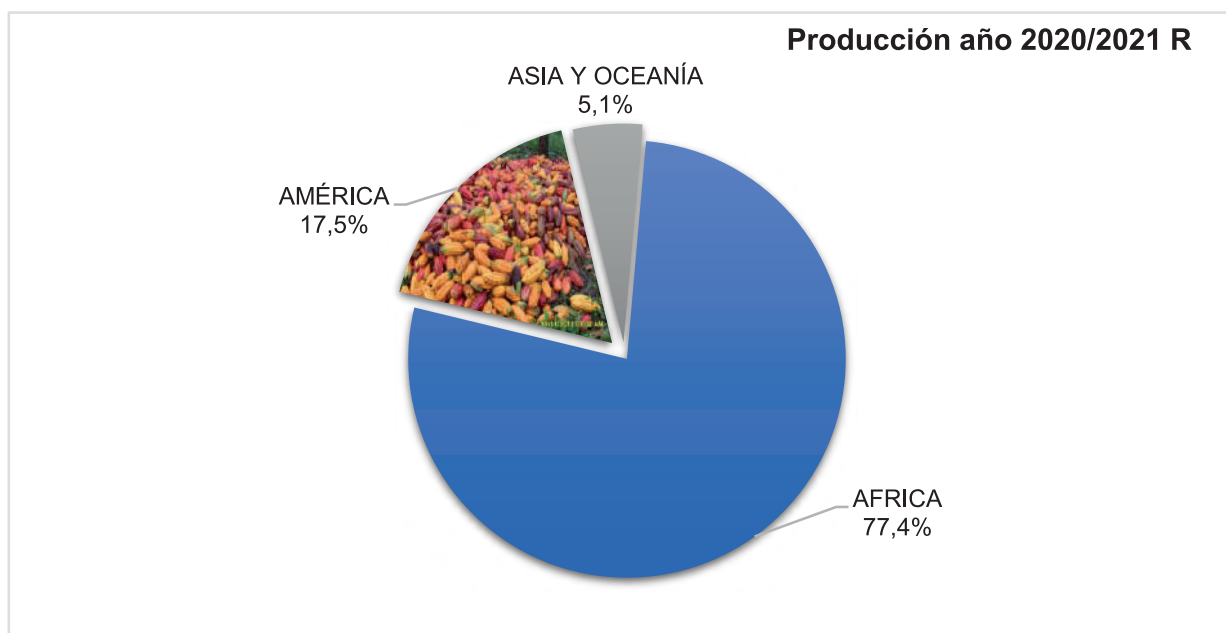
CONTINENTE	AÑO CACAOTERO					
	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020 R	2020/2021 R
ÁFRICA	2.923	3.627	3.494	3.645	3.549	4.005
AMÉRICA	674	767	835	846	903	905
ASIA Y OCEANÍA	397	374	318	303	283	265
TOTAL	3.994	4.768	4.647	4.794	4.735	5.175

Fuente: ICCO. R: Revisado

Año cacaotero: 1 de octubre a 30 de septiembre

Participación en la Producción mundial de cacao en grano por continentes 2020/2021

África ocupa el primer lugar como continente productor de cacao, con 4.005,5 millones de toneladas y un 77,4% de participación, seguido de América con 905 mil toneladas y una participación del 17,5% y en tercer lugar figura Asia y Oceanía con 265 mil toneladas y un 5,1% de participación en la producción reportada para el año cacaotero 2020/2021.



Fuente: ICCO. R: Revisado

Producción de cacao en grano en América

En lo que respecta al continente americano para el año cacaotero 2020/2021 la producción alcanzó las 905 mil toneladas, mientras que para el periodo 2019/2020 el reporte fue de 903 mil toneladas, lo cual indica que la producción para el último periodo incrementó en un 0,2%, gracias a condiciones atmosféricas favorables y buena gestión agrícola.

Con un porcentaje de participación del 38,7%, Ecuador ocupa el primer como país productor del continente americano para el periodo 2020/2021, seguido de Brasil con una participación del 22,1% y en tercer lugar se encuentra Perú con una participación del 16,6%.

Producción de cacao en grano en América (Miles de toneladas)

PAÍS	PRODUCCIÓN					
	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020 R	2020/2021 R
ECUADOR	232	300	287	322	342	350
BRASIL	141	174	204	176	201	200
PERÚ	105	116	135	141	151	150
OTROS PAÍSES	197	177	210	207	209	205
TOTAL AMÉRICA	674	767	835	846	903	905

Fuente: ICCO. R: Revisado

Producción de cacao en grano en África

Para el año cacaotero 2015/2016 la producción de cacao en África se situaba en los 2.923 millones de toneladas, mientras que para el año 2020/2021 la cosecha alcanzó los 4.005,5 millones de toneladas, es decir que la producción registró un incremento del 37,1% en este último año cacaotero respecto al periodo 2015/2016.

Producción de cacao en grano en África (Miles de toneladas)

PAÍS	PRODUCCIÓN					
	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20 R	2020/21 R
COSTA DE MARFIL	1.581	2.020	1.964	2.154	2.105	2.248
GHANA	778	969	905	812	771	1.047
CAMERÚN	211	246	250	280	280	290
OTROS PAISES	353	392	375	399	393	420
TOTAL ÁFRICA	2.923	3.627	3.494	3.645	3.549	4.005,5

Fuente: ICCO. R: Revisado

Para el año cacaotero 2020/2021, Costa de Marfil con un 56,1% de participación en el total de la producción del continente, es el país que ocupa el primer lugar, seguido de Ghana con una participación del 26,1%, en tercer lugar, se ubica Camerún una participación del 7,2%.

Según la ICCO, para el año cacaotero 2020/2021, la producción fue prospera, teniendo en cuenta que presentó un incremento del 12,9% respecto al periodo anterior, debido a factores como: condiciones atmosféricas favorables, adopción de programas de mejora de la productividad e introducción de plántulas mejoradas e híbridas.

Producción de cacao en grano en Asia y Oceanía

En el caso de Asia y Oceanía, para el año cacaotero 2015/2016 la producción tuvo un registro de 397 mil toneladas, mientras que para el año 2020/2021 alcanzó las 265 mil toneladas, es decir que la producción disminuyó en 33,2% en el transcurso de los últimos 5 años cacaoteros.

Para el año cacaotero 2020/2021, la producción de cacao disminuyó en un 6,4% respecto al año anterior, esto debido a condiciones de clima seco presentadas en Indonesia y por la decisión de los productores por otros cultivos.

En cuanto a la participación de los países en la producción del continente, Indonesia ocupa el primer lugar para el periodo 2020/2021, con una participación del 68%, lo sigue Nueva Guinea con una participación del 15,8% y en tercer lugar se encuentra India con un 7,6% de participación.

Producción de cacao en grano en Asia y Oceanía (Miles de toneladas)

PAÍS	PRODUCCIÓN					
	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020 R	2020/2021 R
INDONESIA	320	290	240	220	200	180
NUEVA GUINEA	36	38	37	40	41	42
INDIA	17	20	20	20	20	20
OTROS PAISES	24	26	21	23	22	23
TOTAL ASIA Y OCEANÍA	397	374	318	303	283	265

Fuente: ICCO, R: Revisado

Moliendas de cacao por continente

Las moliendas cacaoteras para el periodo 2020/2021 registraron un incremento del 4,3% respecto al año 2019/2020, pasando de 4.707 millones de toneladas a 4.911, reflejando el esfuerzo de los países productores por fomentar la elaboración de productos, según lo indicó la ICCO en el boletín Vol. XLVII No. 4 Año cacaotero 2020/21.

El continente con mayor participación en las moliendas en el año 2020/2021, fue Europa, seguido por Asia y Oceanía, África, en cuarto lugar, se encuentra el continente americano.

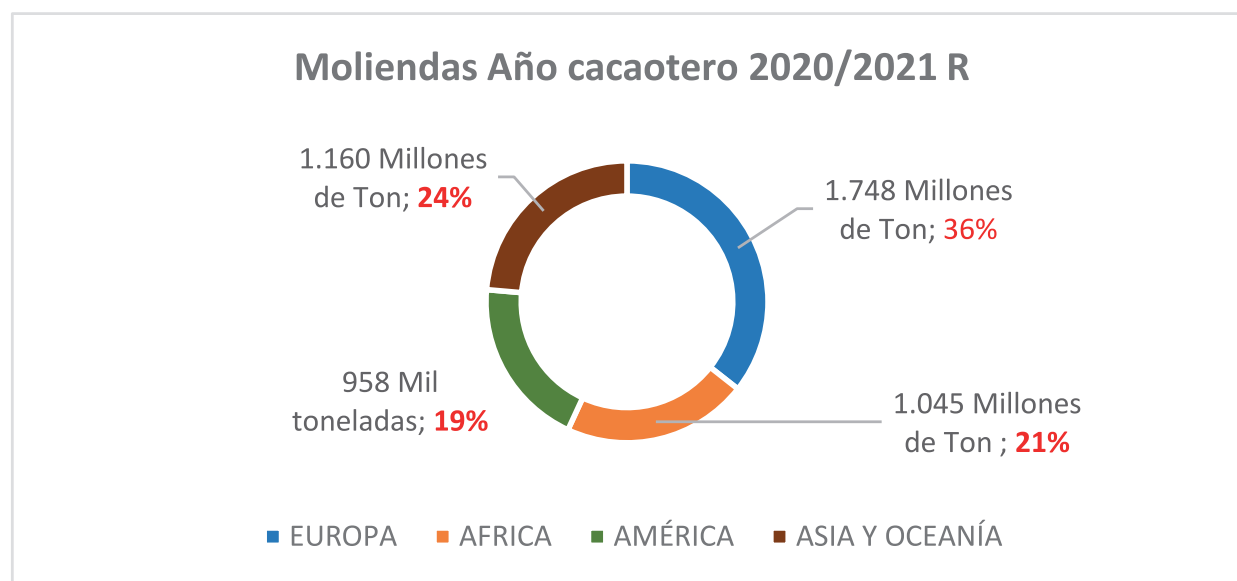
Moliendas de cacao en los principales países (Miles de toneladas)

PAÍSES	MOLIENDAS					
	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20 R	2020/21 P
PAÍSES BAJOS	534	565	585	600	600	610
ALEMANIA	430	410	448	445	430	450
FRANCIA	138	143	152	150	140	135
OTROS PAÍSES	493	508	518	523	537	553
TOTAL EUROPA	1.595	1.626	1.703	1.718	1.707	1.748
COSTA DE MARFIL	492	577	559	605	614	620
GHANA	202	250	310	320	292	322
CAMERÚN	29	34	53	55	51	60
OTROS PAISES	45	37	37	37	41	43
TOTAL AFRICA	767	898	959	1.017	998	1.045

ESTADOS UNIDOS	398	390	385	400	380	385
BRASIL	225	227	231	235	221	240
CANADA	62	62	62	61	80	100
OTROS PAISES	204	197	197	207	212	233
TOTAL AMERICA	889	876	875	903	893	958
INDONESIA	382	455	483	487	480	490
MALASIA	194	216	236	327	318	338
TURQUIA	84	101	99	100	100	100
OTROS PAISES	217	221	230	232	211	232
TOTAL ASIA Y OCEANÍA	876	994	1.048	1.146	1.109	1.160
TOTAL MUNDIAL	4.127	4.394	4.585	4.784	4.707	4.911

Fuente: ICCO. R: Revisado

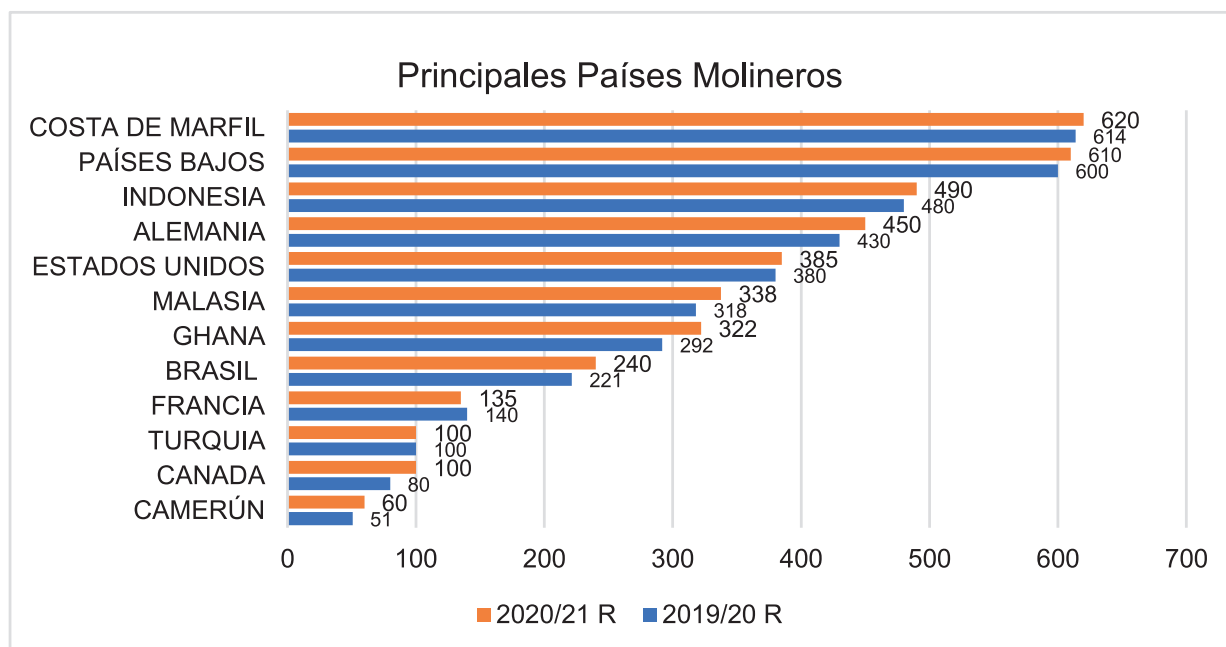
Moliendas de cacao por Continente año 2020/2021(Millones de toneladas)



Moliendas de cacao en los principales países

En lo que respecta a los principales países molineros, para los años cacaoteros 2019/2020 y 2020/2021, se encuentra en primera posición Costa de Marfil, con 614 mil toneladas de cacao y 620 mil toneladas, los demás países se pueden observar en la siguiente gráfica:

Moliendas de cacao en los principales países (Miles de toneladas)



Fuente: ICCO. R: Revisado

Dentro de los 5 países que reportan moliendas y que aumentaron la cantidad de estas para el año cacaotero 2020/2021 en comparación con las reportadas en el año anterior se encuentran Alemania, Ghana, Canadá, Malasia y Brasil.

Países que reportaron moliendas año 2020/2021

PAÍS	2019/20	2020/21	INCREMENTO
ALEMANIA	430	450	20
GHANA	292	322	30
CANADA	80	100	20
MALASIA	318	338	20
BRASIL	221	240	19

Fuente: ICCO.

Exportaciones

Para el año cacaotero 2019/2020, las exportaciones de cacao en grano son encabezadas por Costa de Marfil con 1.699.513 toneladas, seguido de Ghana con 537.002 toneladas y en tercer lugar se ubica Camerún con 333.257 toneladas.

Con una cifra de 3.544.267 toneladas de cacao exportadas para el periodo 2019/2020, las exportaciones de cacao registraron un incremento del 30,3% respecto al año cacaotero 2015/2016; mientras que en comparación con el periodo anterior sufrieron una disminución del 2,1%.

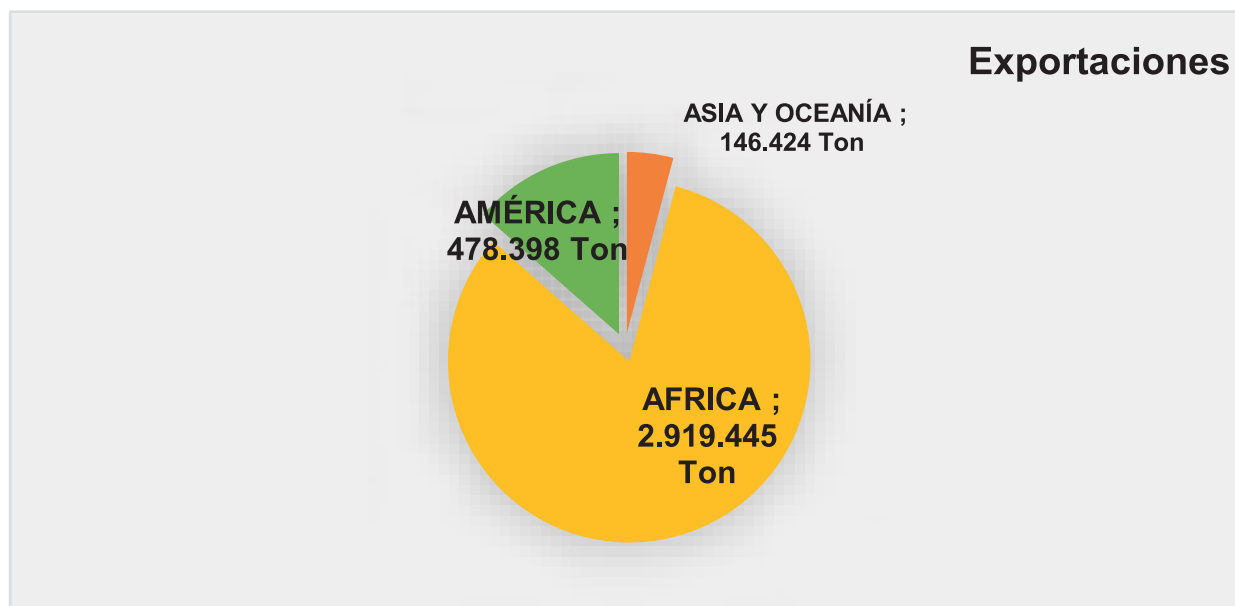
Exportación de cacao en los principales países 2015/2016 a 2019/2020

CONTINENTE	PAÍS	EXPORTACIONES (Toneladas)				
		2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20
ÁFRICA	COSTA DE MARFIL	1.088.800	1.562.070	1.530.513	1.567.327	1.699.513
	GHANA	582.017	611.373	524.912	649.397	537.002
	CAMERÚN	176.227	235.915	177.675	272.933	333.257
	OTROS PAÍSES	322.938	444.842	310.484	460.260	349.673
	TOTAL	2.169.982	2.854.200	2.543.584	2.949.917	2.919.445
AMÉRICA	ECUADOR	207.152	284.580	287.584	313.677	313.196
	PERU	62.268	77.753	65.809	64.107	53.088
	REP. DOMINICANA	76.951	65.954	81.603	65.066	77.713
	OTROS PAÍSES	38.595	33.956	30.072	36.247	34.401
	TOTAL	384.966	462.243	465.068	479.097	478.398
ASIA Y OCEANÍA	MALASIA	86.525	89.606	104.001	109.198	70.666
	INDONESIA	29.947	30.215	29.616	43.706	34.701
	NUEVA GUINEA	37.148	38.741	31.244	27.597	29.766
	OTROS PAÍSES	11.563	12.120	9.455	11.985	11.291
	TOTAL	165.183	170.682	174.316	192.486	146.424
TOTAL MUNDIAL		2.720.131	3.487.125	3.182.968	3.621.500	3.544.267

Fuente: ICCO

En cuanto a la participación que presentan los continentes en el total de las exportaciones correspondientes al año cacaotero 2019/2020, África ocupa el primer lugar con una participación del 82,4%, seguido de América con un 13,5% y en tercer lugar figura Asia y Oceanía con un 4,1% de participación.

Exportaciones 2019/2020. Participación por continente

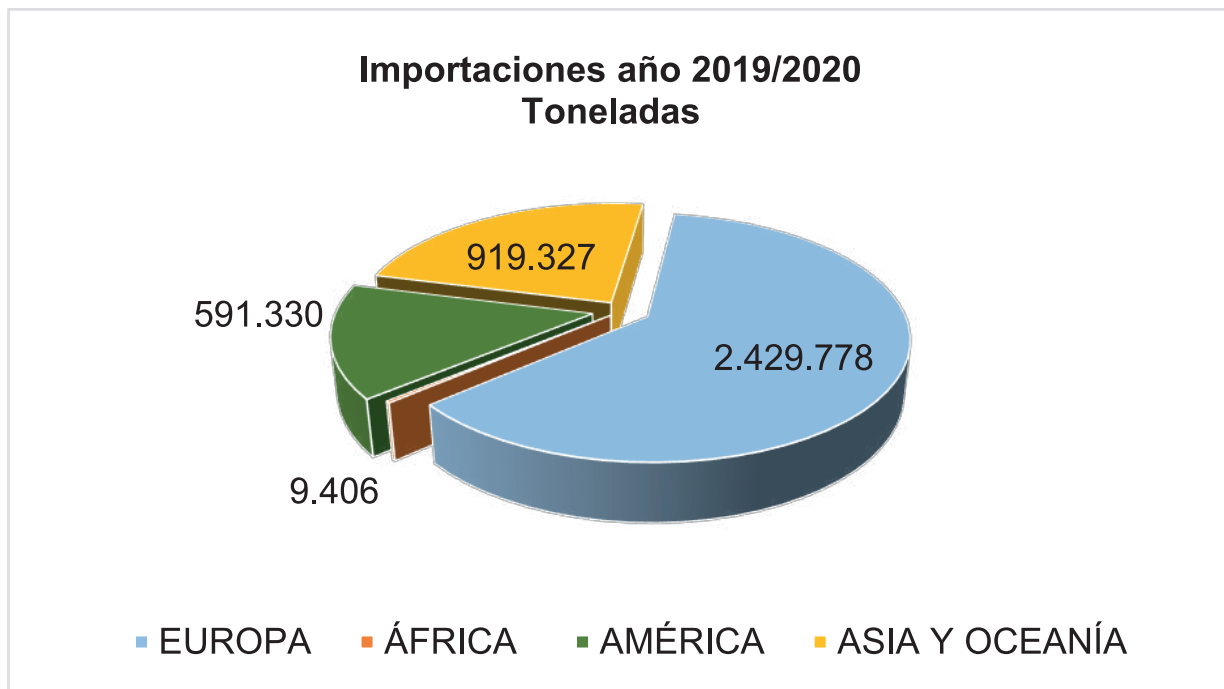


Fuente: ICCO

Importaciones

En referencia a la participación que tienen los continentes en el total de importaciones registradas para el año cacaotero 2019/2020 situadas en 3.949.841 toneladas, Europa ocupa el primer lugar con una participación de 61,5%, seguido de Asia y Oceanía con un 23,3%, en tercer lugar, figura América con un 15% y por último se encuentra África con una participación de un 0,2%

Importaciones 2019/2020. Participación por continente



Fuente: ICCO

También se observa que las importaciones presentaron una disminución del 2,03% para el año cacaotero 2019/2020 donde el reporte mundial fue de 3.949.841 toneladas de cacao, en comparación con el periodo anterior donde se registraron 4.031.522 toneladas.

Importaciones de cacao en los principales países 2015/2016 a 2019/2020

CONTINENTE	PAÍS	IMPORTACIONES (Toneladas)				
		2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20
EUROPA	PAÍSES BAJOS	794.643	906.120	827.097	1.181.385	951.189
	ALEMANIA	406.899	554.799	410.979	462.156	422.082
	BELGICA	296.538	301.094	211.018	257.151	307.579
	OTROS PAÍSES	590.115	661.887	624.144	640.719	748.928
	TOTAL	2.088.195	2.423.900	2.073.238	2.541.411	2.429.778
ÁFRICA	ARGELIA	2.422	1.297	2.504	701	1.765
	TÚNEZ	3.550	4.276	3.000	3.623	3.952
	SUDÁFRICA	73	176	158	122	81
	OTROS PAÍSES	8	5.015	2	6.706	3.608
	TOTAL	6.053	10.765	5.664	11.152	9.406
AMÉRICA	ESTADOS UNIDOS	387.401	503.274	339.915	372.552	377.069
	CANADA	66.182	61.837	96.259	72.705	100.096
	MÉXICO	33.264	44.264	40.417	45.708	44.998
	OTROS PAÍSES	59.845	57.717	50.265	48.605	69.167
	TOTAL	546.692	667.092	526.856	539.570	591.330

ASIA Y OCEANÍA	MALASIA	229.226	302.396	314.083	363.899	382.828
	INDONESIA	47.322	190.445	259.500	258.611	199.741
	TURQUIA	86.146	97.267	93.850	111.281	134.874
	OTROS PAÍSES	192.026	200.324	198.875	205.598	201.884
	TOTAL	554.720	790.432	866.308	939.389	919.327
TOTAL MUNDIAL		3.195.660	3.892.189	3.472.066	4.031.522	3.949.841

Fuente: ICCO

De las cifras de importaciones globales reportadas para el año 2019/2020 a nivel país, quienes tienen mayor participación: Países Bajos (Europa) con 951.189 toneladas, Alemania con 422.082 toneladas, Malasia con 382.828 toneladas y Estados Unidos con 377.069 toneladas.

Precio internacional

El cacao siendo un commodity a nivel internacional se cotiza en las bolsas de Londres y Nueva York, siendo el precio de esta última el más utilizado como referente a nivel mundial.

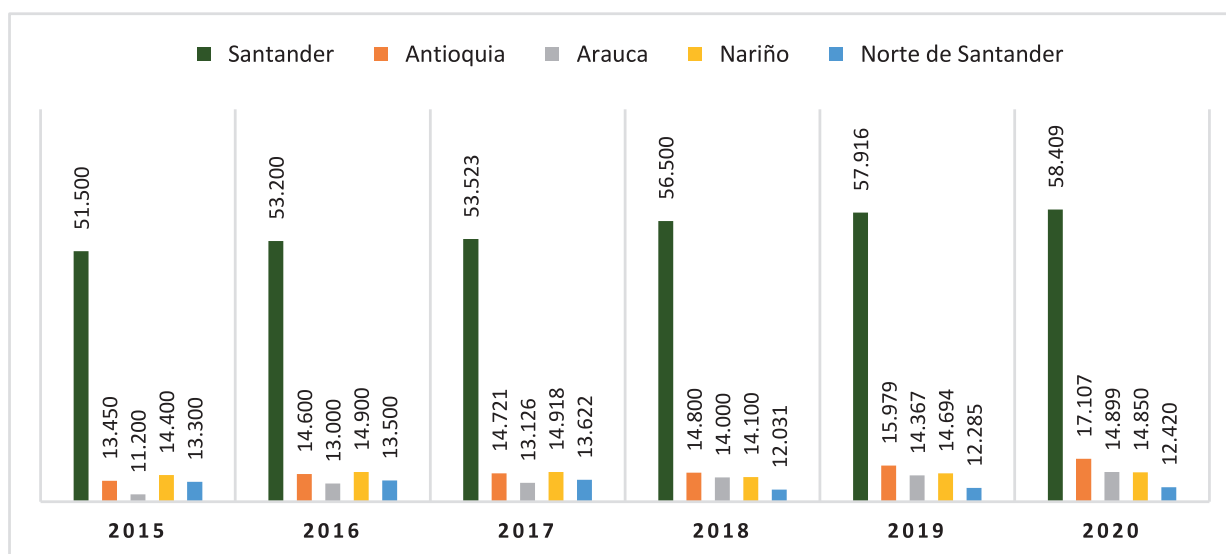
Para el año 2016 el precio promedio por tonelada de cacao cerró en 2.838 dólares, mientras que para el año 2017, cerró en 2.012 dólares, es decir que disminuyó alrededor de un 29,1% respecto al año anterior; para los siguientes años desde 2018 a 2021 el precio ha venido incrementando, con un crecimiento del 15,8%, 3%, 3% y 1,5% respectivamente.

Precio promedio mensual en dólares por tonelada de cacao en la bolsa de Nueva York años 2016 a 2021

Año/ Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octub.	Noviem.	Diciem.	Prom. Anual
2016	2.904	2.855	3.006	3.014	3.019	3.053	2.984	2.979	2.827	2.681	2.464	2.267	2.838
2017	2.179	2.011	2.055	1.945	1.955	1.975	1.961	1.964	1.978	2.091	2.126	1.907	2.012
2018	1.951	2.122	2.520	2.674	2.716	2.451	2.396	2.216	2.253	2.156	2.231	2.274	2.330
2019	2.337	2.284	2.214	2.372	2.376	2.481	2.485	2.262	2.376	2.484	2.592	2.527	2.399
2020	2.689	2.833	2.407	2.329	2.368	2.311	2.206	2.477	2.586	2.417	2.491	2.539	2.471
2021	2.493	2.477	2.528	2.442	2.479	2.424	2.380	2.557	2.643	2.661	2.502	2.498	2.507

Fuente: Fedecacao - Estadísticas e ICCO.

Departamentos con mayor área en siembra de cacao 2015/2020



Estadísticas nacionales

Área sembrada

Al finalizar el año 2020 en Colombia aproximadamente había un total de 188.335 hectáreas sembradas en cacao, lo cual representa un aumento del 2,6% en las áreas sembradas en comparación con el año 2019, y del 14,1 % en los últimos seis años.

Los 5 departamentos que presentan mayor área en siembra de cacao para el año 2020, en su orden de participación corresponden a: Santander, Antioquia, Arauca, Nariño y Norte de Santander.

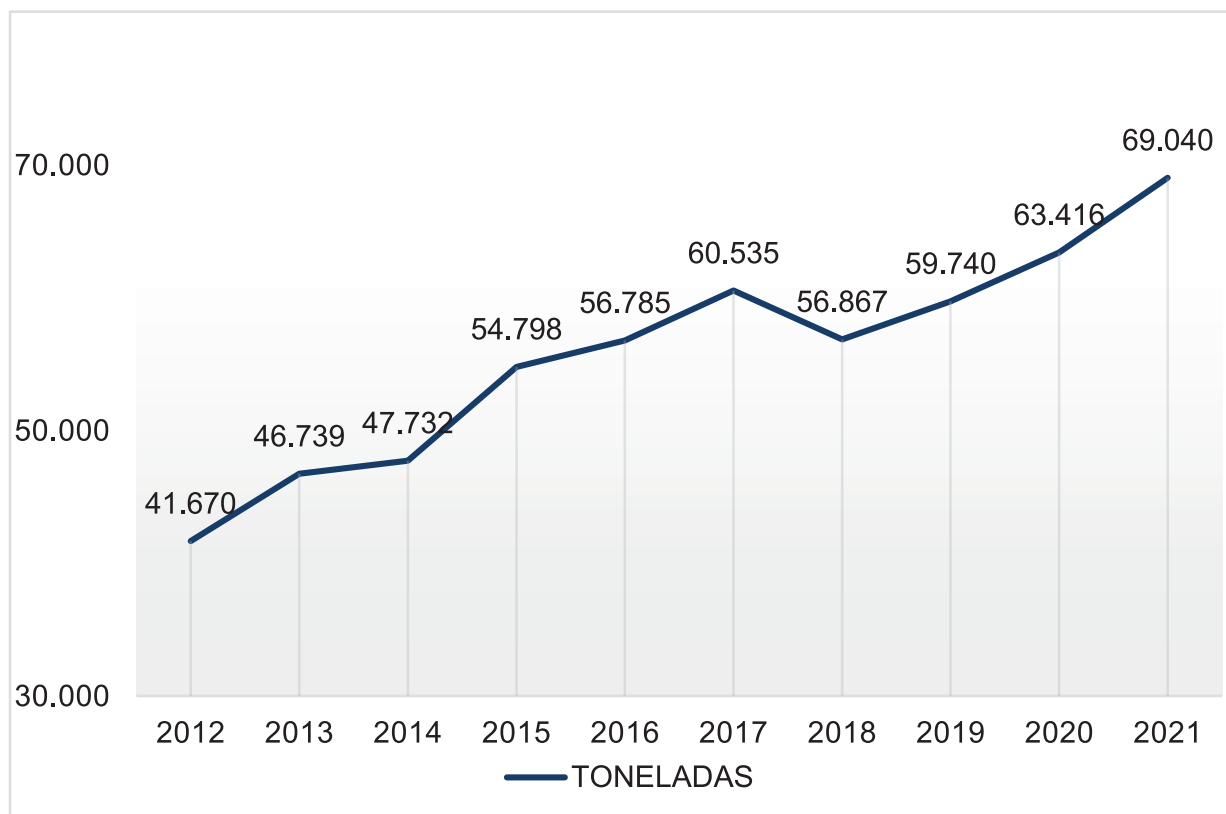
Áreas sembradas en cacao años 2015 a 2020 (Hectáreas)

DEPARTAMENTO	AÑO					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Santander	51.500	53.200	53.523	56.500	57.916	58.409
Antioquia	13.450	14.600	14.721	14.800	15.979	17.107
Nariño	14.400	14.900	14.918	14.100	14.694	14.850
Arauca	11.200	13.000	13.126	14.000	14.367	14.899
Norte de	13.300	13.500	13.622	12.031	12.285	12.420
Huila	13.100	13.200	13.250	11.800	11.930	12.076
Tolima	10.700	11.100	11.139	11.300	11.740	11.940
Meta	6.100	6.400	6.562	6.700	6.812	7.010
Cesar	4.500	4.700	4.859	4.850	5.911	6.262
Cundinamarca	4.300	4.500	4.554	4.868	5.095	5.211
Caldas	3.150	3.250	3.293	3.300	3.592	3.614
Bolívar	3.450	3.480	3.492	3.400	3.466	3.486
Boyacá	2.300	2.470	2.479	2.520	2.750	2.878
Risaralda	2.250	2.350	2.370	2.370	2.559	2.570
Chocó	1.990	2.140	2.161	2.100	2.133	2.176
Córdoba	2.115	2.125	2.139	2.050	2.086	2.087
Putumayo	815	1.215	1.251	1.450	1.925	1.970
Cauca	1.588	1.618	1.866	1.700	1.730	1.942
Valle del Cauca	1.330	1.380	1.549	1.549	1.608	1.861
Caquetá	1.250	1.350	1.396	1.400	1.438	1.606
Magdalena	1.000	1.050	1.085	1.085	1.114	1.144
La Guajira	390	410	438	480	534	175
Casanare	350	390	390	450	454	604
Guaviare	220	240	282	400	424	608
Quindío	90	120	129	300	404	418
Vichada		80	80	220	224	274
Guainía	95	165	165	165	165	534
Vaupés	60	65	65	65	65	65
Sucre	13	18	62	62	62	65
Amazonas	-	-	35	35	35	35
Atlántico						40
TOTAL	165.006	173.016	175.000	176.050	183.497	188.335

Producción nacional registrada

Durante la última década la producción nacional de cacao ha presentado un crecimiento constante e importante, esto se ve reflejado en el incremento del 65,7% que presentó la producción en el año 2021, con una cosecha de 69.040 toneladas, en comparación con el año 2012 periodo en donde fueron reportadas 41.670 toneladas de cacao.

Histórico Producción Nacional de Cacao Año 2012 a 2021 (Ton)



Con 69.040 toneladas de cacao, la producción nacional para el año 2021 presentó un crecimiento del 8,9 % en comparación con lo registrado en el año 2020, periodo en donde la producción fue de 63.416 toneladas; históricamente en el año 2021 se registró la cifra más alta de producción de cacao en Colombia.

Producción nacional de cacao en grano por meses para los años 2020 y 2021



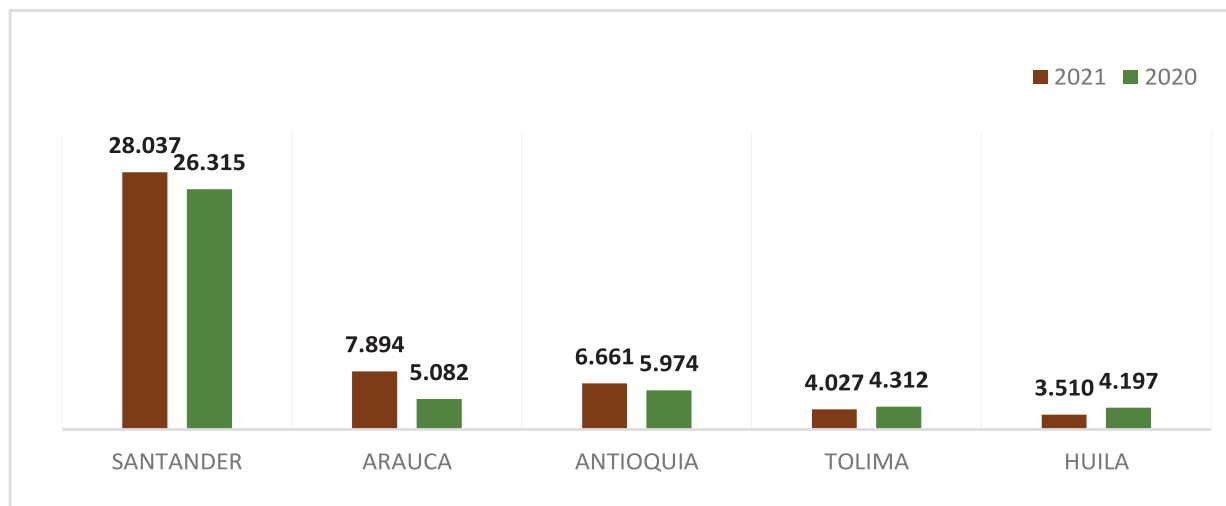
Como se puede apreciar en la gráfica anterior para los meses de mayo y junio, al inicio y al final del año se registran los mayores picos de producción de cacao, coincidiendo con los meses de diciembre, enero, abril, mayo y junio. Esta situación se debe principalmente al hecho de que en las principales zonas productoras se presente un régimen bimodal de lluvias el cual incide directamente sobre la cosecha de cacao.

Comparativo entre los años 2020 vs 2021 de la producción nacional

Mes	Periodo		Variación	
	Año 2020	Año 2021	Relativa	Porcentual
Enero	6.250	7.832	1.582	25%
Febrero	3.796	7.595	3.799	100%
Marzo	4.127	5.409	1.282	31%
Abril	5.863	5.661	-202	-3%
Mayo	7.730	5.645	-2.085	-27%
Junio	7.105	6.431	-674	-9%
Julio	5.077	6.232	1.155	23%
Agosto	3.152	3.920	768	24%
Septiembre	2.514	3.678	1.164	46%
Octubre	3.940	4.496	556	14%
Noviembre	5.777	5.989	212	4%
Diciembre	8.084	6.152	-1.932	-24%
Total	63.416	69.040	5.624	8,9%

Producción nacional de cacao en grano por departamentos años 2020 y 2021

Principales Departamentos Productores de cacao Ton.



Respecto a la producción registrada por departamentos, para el año 2021 Santander ocupó el primer lugar con 28.037 toneladas y una participación de un 40,6% del total nacional, seguido de Arauca con 7.894 toneladas y una participación de 11,4%; En tercer lugar, se encuentra Antioquia con una participación del 9,6% lo que corresponde a 6.661 toneladas, en cuarto lugar se encuentra Tolima con 4.027 toneladas y una participación del 5,8% y Huila en quinto lugar con 3.510 toneladas, cifra que representa una participación del 5,1% en la producción nacional de cacao.

Producción nacional de cacao en grano por departamentos años 2020 y 2021 (Toneladas)

DEPARTAMENTO	AÑO	
	2020	2021
SANTANDER	26.315	28.037
ARAUCA	5.082	7.894
ANTIOQUIA	5.974	6.661
TOLIMA	4.312	4.027
HUILA	4.197	3.510
NARIÑO	2.980	3.480
CUNDINAMARCA	2.127	2.608
META	1.949	2.239
CESAR	1.543	2.006
NORTE DE SANTANDER	1.606	1.803
CALDAS	1.343	1.344

BOYACÁ	1.280	1.005
CORDOBA	791	843
PUTUMAYO	1.133	769
CAUCA	485	558
BOLÍVAR	505	552
CASANARE	89	392
VALLE DEL CAUCA	339	325
QUINDÍO	339	295
MAGDALENA	233	160
GUAVIARE	103	138
CHOCO	133	122
CAQUETA	447	112
GUAINÍA	0	74
RISARALDA	79	46
VICHADA	13,9	33
LA GUAJIRA	3	2,4
SUCRE	4	2,1
ATLANTICO	10,3	2,1
AMAZONAS	0,9	0,2
TOTALES	63.416	69.040

Precio interno del cacao en grano

El precio interno de cacao en grano se establece de acuerdo con el balance entre la oferta y la demanda de grano y está también fuertemente influenciado por los precios internacionales que se negocian en las bolsas de Londres y Nueva York.

El precio promedio por tonelada de cacao en grano para el año 2021 disminuyó en un **3,2%** con respecto al precio del año 2020, ya que cerró en **\$ 8.147.596** pesos.

A continuación, se presentan los precios promedio por tonelada de cacao, discriminados de manera mensual:

Precios promedio nacionales de cacao en grano. Años 2020 y 2021 (Pesos)

Mes	Año		Diferencia	
	2020	2021	Pesos	%
Enero	\$ 7.673.778	\$ 8.327.236	\$ 653.458	9%
Febrero	\$ 8.505.640	\$ 8.099.247	-\$ 406.393	-5%
Marzo	\$ 8.663.997	\$ 8.094.060	-\$ 569.936	-7%
Abril	\$ 8.493.000	\$ 7.701.605	-\$ 791.395	-9%
Mayo	\$ 8.796.359	\$ 7.774.944	-\$ 1.021.415	-12%
Junio	\$ 8.231.120	\$ 7.595.882	-\$ 635.238	-8%
Julio	\$ 7.409.543	\$ 7.212.438	-\$ 197.104	-3%
Agosto	\$ 8.130.340	\$ 8.072.385	-\$ 57.955	-1%
Septiembre	\$ 8.716.821	\$ 8.660.133	-\$ 56.688	-1%
Octubre	\$ 8.939.810	\$ 8.986.947	\$ 47.137	1%
Noviembre	\$ 8.689.937	\$ 8.595.083	-\$ 94.854	-1%
Diciembre	\$ 8.775.013	\$ 8.651.189	-\$ 123.824	-1%
Promedio	\$ 8.418.780	\$ 8.147.596	-\$ 271.184	-3,2%

Para el periodo enero – diciembre de 2021, en el mes de octubre se presenta el precio más alto, con un valor promedio por tonelada de \$ 8.986.947 pesos, así mismo sucede con el año 2020; Aunque sufrió disminución en el mes de noviembre de 2021, en el mes de diciembre, se recuperó y registró un precio por tonelada de cacao por valor de \$ 8.651.189 pesos.

Exportaciones

Exportaciones de cacao en grano y sus derivados 2015 a 2021 (Ton)

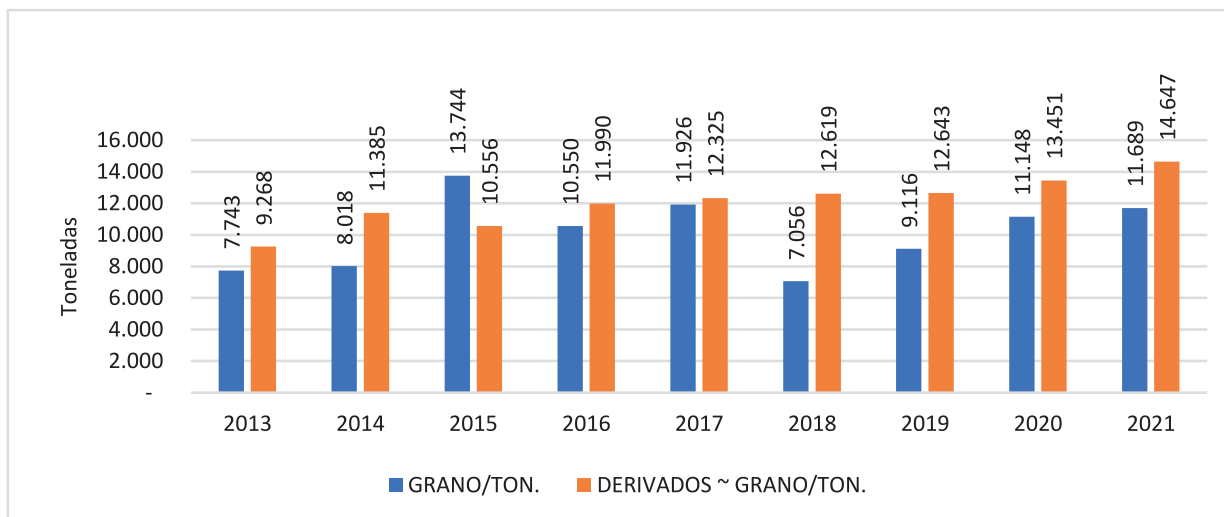
AÑO/PARTIDA	1801	1802	1803	1804	1805	1806	TOTAL
2015	13.744	4	2.356	3.274	869	4.052	24.300
2016	10.550	16	2.045	4.487	1.183	4.258	22.539
2017	11.926	62	2.200	3.983	1.265	4.814	24.250
2018	7.056	16	2.045	4.655	1.012	4.892	19.675
2019	9.116		1.766	4.791	1.482	4.603	21.758
2020	11.148	47	1.786	5.853	1.442	4.323	24.599
2021	11.689	32	1.638	5.478	1.720	5.779	26.336

Fuente: Fedecacao - Quintero y Hermanos SICEX - Fepecacao
EXPORTACIONES CONVERTIDAS A GRANO DE LAS PARTIDAS (1801 HASTA 1806) - CIFRAS EN TONELADAS

Colombia registro para el año 2021, exportaciones en grano de cacao por 11.689 toneladas, mientras que se exportaron 14.647 toneladas de derivados, para un total de exportaciones del grano más derivados de 26.336 toneladas, cuyo valor FOB fue de USD 125.412.179.

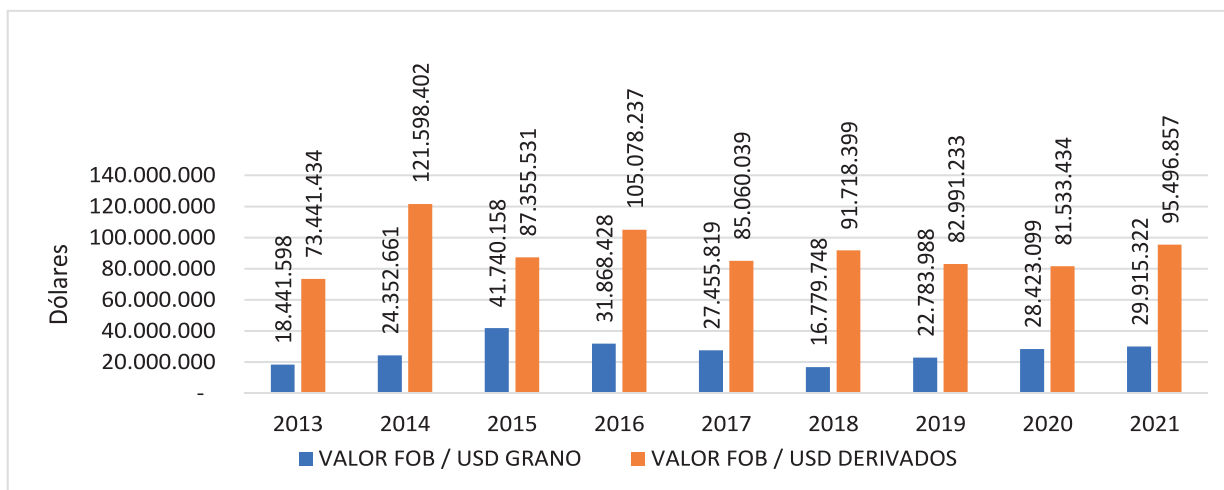
Al observar las cifras del grano exportado en el 2021, se evidencia que incrementaron en un 4,9% respecto al año anterior, periodo en donde se habían exportado 11.148 toneladas.

Exportaciones de cacao en grano y Derivados en equivalencia en grano



Fuente: Fedecacao - Quintero y Hermanos SICEX – Fepecacao

Valor FOB de las exportaciones de cacao/\$US



Fuente: Fedecacao - Quintero y Hermanos SICEX - Fepecacao

En cuanto a las exportaciones según país destino del año 2021, entre los cinco países con mayor participación se encuentran: en primer lugar, México con un 65,7%, seguido de Bélgica con un 15,2%, Estonia con un 7,7%, Estados Unidos con un 2,9%, y en quinto lugar se ubica Argentina con un 2,4% de participación en el total de las exportaciones.

PAÍS DESTINO	TONELADAS	PARTIC.
MÉXICO	7.685	65,7%
BÉLGICA	1.780	15,2%
ESTONIA	901	7,7%
ESTADOS UNIDOS	340	2,9%
ARGENTINA	275	2,4%
OTROS DESTINOS	709	6,1%
TOTAL EXPORTACIONES	11.689	100%

Fuente: Fedecacao - Quintero y Hermanos SICEX - Fepecacao

Exportaciones de cacao a los principales países, años 2015 a 2021

Para el periodo 2015 a 2021, México ha venido creciendo en posición como destino favorito de las exportaciones, pasando de 2.481 toneladas de cacao registrada en el año 2015 a 7.685 toneladas en el año 2021, cifras que representan un crecimiento del 209,7%.

Exportaciones de cacao a los principales países, años 2015 a 2021 (Toneladas)

DESTINO DE LAS EXPORTACIONES DE CACAO EN GRANO PARTIDA ARANCELARIA 1801 (CIFRAS EN TONELADAS)								
No.	PAÍS/AÑO	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	MEXICO	2.481	1.224	2.972	1.974	4.948	8.902	7.685
2	BELGICA	703	1.857	630	414	877	412	1.780
3	ESTONIA	1.878	525	100	50		200	901
4	ESTADOS UNIDOS	685	37	109	394	464	229	340
5	ARGENTINA	173	250	250	300	275	253	275
6	PAÍSES BAJOS	1.914	499	1.939	435	257	283	194
7	MALASIA	2.055	1.670	1.627	1.584	1.850	175	150
8	ALEMANIA	14	25	37	13	39	71	124
9	ITALIA	552	860	1.864	155	34	483	51
10	INDONESIA				175	250	25	51
11	REINO UNIDO	23	29	20	39	26	24	44
12	JAPON	26	15	15	2	24	24	31
13	ECUADOR		100	15				30
14	SUIZA	15	0			13		15
15	FRANCIA	13		0	14	15	6	10
16	REPUBLICA CHECA				1		1	3
17	ESPAÑA	2.991	2.351	1.801	576	26	31	3
18	OTROS PAISES	222	1.109	547	930	18	29	3
	TOTAL	13.744	10.550	11.926	7.056	9.116	11.148	11.689

Fuente: Fedecacao - Quintero y Hermanos SICEX – Fepecacao

Bélgica también ha tenido una participación importante como país destino de las exportaciones del grano colombiano, en el año 2015 fueron exportadas 703 toneladas, siendo esta cifra incrementada para el año 2021 en 1.077 toneladas.

Importaciones

Las importaciones del grano en el año 2021 se situaron en 133 toneladas, provenientes de Perú, Ecuador y Honduras. Como se puede observar las importaciones disminuyeron en un 26,1% respecto al año 2020, en donde fueron importadas 180 toneladas.

También fueron importadas en la vigencia 2021, 9.401 toneladas entre producto semielaborado y terminado.

De manera general, las importaciones del grano y sus derivados en el periodo 2016 a 2021 disminuyeron en un 25,2%, pasando de 12.743 toneladas importadas en 2016 a 9.534 toneladas en 2021.

Importaciones de cacao años 2016 a 2021 (Toneladas)

IMPORTACIONES BRUTAS DE CACAO EN GRANO (1801) Y DERIVADOS DE CACAO (1802-1806) SIN CONVERTIR A GRANO (Cifras en toneladas)							
AÑO/PARTIDA	1801	1802	1803	1804	1805	1806	TOTAL
2016	4.643	0,044	1.095	20	4.308	2.676	12.743
2017	488		194	17	4.494	2.608	7.802
2018	670		174	23	4.872	3.210	8.949
2019	402		121	16	6.052	3.548	10.139
2020	180		205	5	5.804	3.244	9.438
2021	133		121	6	5.860	3.414	9.534

Fuente: Fedecacao - Quintero y Hermanos SICEX - Fepecacao

(*) Partidas arancelarias 1801- Cacao en grano, 1803- 05 Semielaborado

BOTÁNICA DEL CACAO

Taxonomía

ORDEN: Malvales
FAMILIA: Malvaceae
GENERO: Theobroma
ESPECIE: *Theobroma cacao* L

Su denominación científica fue dada por el eminente botánico Carlos Linneo. *Theobroma cacao* L., es una de las veintidós especies que constituyen el género *Theobroma*. El cacao es un árbol leñoso, fuerte, de porte relativamente bajo, sin embargo, en algunos países pueden alcanzar una altura entre los 6 a los 12 metros, como Ecuador y África Occidental, que puede estar relacionado a las condiciones donde se encuentre, a libre exposición crece menos que aquellos que se encuentran bajo sombra.

Morfología

La raíz

Posee dos tipos de raíces, la raíz pivotante o primaria y las raíces secundarias, de donde se desprenden los pelos absorbentes.

La raíz principal es la encargada de perforar el suelo, darle un buen anclaje y sostenimiento a la planta, la cual crece en forma recta hacia el interior del suelo, su longitud y forma puede variar de acuerdo a la estructura, textura y consistencia del suelo.

En suelos bien aireados la raíz puede alcanzar hasta 2 metros de profundidad; en suelos pedregosos la raíz puede crecer torcida; en suelos uniformes y arcillosos la raíz crece recta y en suelos compactos o con nivel freático alto la mayor parte del año, la raíz no penetra mucho.

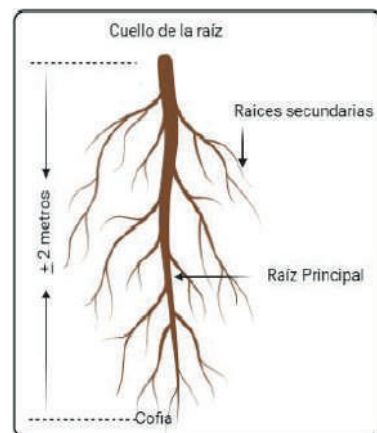
Las raíces secundarias se encuentran entre los primeros 25 a 30 centímetros del suelo, son las encargadas de tomar los nutrientes y el agua que la planta necesita para su normal desarrollo, a través de los pelos absorbentes constituidos por abundante cantidad de pequeñas raíces que se distribuyen por la superficie del suelo alrededor del árbol, cubriendo aproximadamente el área de su copa de forma irregular. Algunas de estas raíces se encuentran expuestas superficialmente, corriendo el riesgo de ser dañadas fácilmente cuando se ejecutan labores culturales dentro del cultivo.

El tronco y sus ramas

Las ramas del árbol de cacao son dimórficas, quiere decir que unas crecen verticalmente o crecimiento ortotrópico y otras crecen de forma lateral o con crecimiento plagiotrópico.

Cuando la planta se origina a partir de una semilla, el tronco o tallo principal se desarrolla verticalmente hasta una altura de 0,80 a 1,50 metros. Posteriormente, se abre dando origen a 3, 4 ó 5 ramas, distribuidas al mismo nivel formando la mesa, molinillo o verticilo.

Morfología radicular del cacao



Las primeras ramas que se desprenden del tronco principal se llaman primarias de las cuales se derivan otras llamadas secundarias y de éstas las terciarias. Las ramas primarias y secundarias forman la copa del árbol.

Del tallo principal, se desprenden otro tipo de órganos leñosos llamados chupones, estos chupones en ocasiones se elevan por encima de la ramificación primaria del tallo principal, formando estratos y produciendo el crecimiento indeseable de la planta.

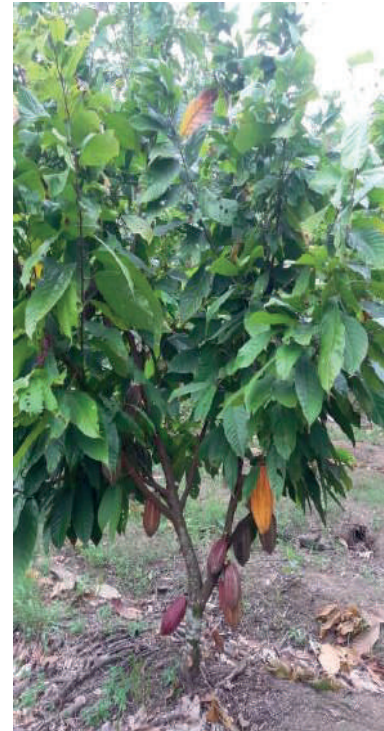
Se refiere a la propagación de plantas que no es sexual y en la cual se conservan las características genéticas de la planta madre.

Se puede producir a partir de una yema injertada en un patrón, el crecimiento es diferente al de la planta reproducida por semilla o reproducción sexual. Igual cosa ocurre cuando la planta es producida a través de estacas o ramillas enraizadas.

En este caso, el tallo principal se asemeja a una rama primaria, es decir no crece verticalmente y no emite mesa u horqueta. Las plantas injertadas o enraizadas también reciben el nombre de plantas clonadas.

Actualmente, la clonación es la manera más aconsejable de reproducción de cacao por su precocidad, garantía de buen rendimiento productivo si se utiliza un buen material, facilidad de manejo.

Vista del crecimiento y distribución del tronco y sus ramas



Las hojas

Cuando empiezan a desarrollarse son colgantes, se encuentran unidas por el pecíolo, son delicadas, de forma alargada y se desprenden del tronco y ramas; entre el pecíolo y la rama se encuentra un abultamiento pequeño llamado yema axilar.

En las hojas se realiza el proceso de fotosíntesis el cual se realiza con la presencia de luz solar, siendo esta la función principal de la hoja para elaborar los alimentos que la planta necesita para su normal desarrollo.

Las hojas del cacao son de textura coriácea o cactácea, de forma ovada, los colores predominantes en hojas jóvenes pueden variar entre verde ligero, rojo brillante y rojo intermedio, pueden encontrarse ápices entre agudos, acuminado corto y acuminado largo, y en cuanto a la forma de la base puede variar entre obtuso, redondeado o agudo.

Forma de las hojas, del ápice, de la base de la hoja y colores predominantes



La flor

El árbol de cacao es caulifloro, quiere decir que producen las flores en la madera del tallo principal y ramas laterales, las cuales se distribuyen a lo largo de estas estructuras, agrupadas en sitios llamados cojines florales, la flor se sostiene por un pedicelo cuya longitud varía de 1,3 a 3 cm. Los colores de la flor pueden variar entre rojo, blanco, rosado, crema y verde ligero.

Un solo cojín floral puede contener entre 40 a 60 flores

Colores predominantes en la flor de cacao de algunos materiales regionales



Múltiples cojines florales en árbol de cacao



La flor del cacao es hermafrodita, quiere decir que posee ambos sexos: masculino y femenino y es pentámera, de ovario súpero, cuya fórmula floral es: $S_5, P_5, E_{5+5}, + G(5)$.

Un cojín floral es el lugar por donde brotan las flores en el árbol de cacao.

Esto indica que la flor del cacao está constituida en su estructura floral por 5 sépalos, 5 pétalos; el androceo conformado por 10 filamentos de los cuales 5 son fértiles (estambres) y los otros 5 son infértiles (estaminodios); el gineceo (pistilo) está formado por un ovario con 5 lóculos fusionado desde la base donde cada uno puede contener de 5 a 15 óvulos, dependiendo del genotipo (Bastista, 2009).

La flor del cacao está unida al árbol por un tallito llamado pedúnculo a través del cual se alimenta.

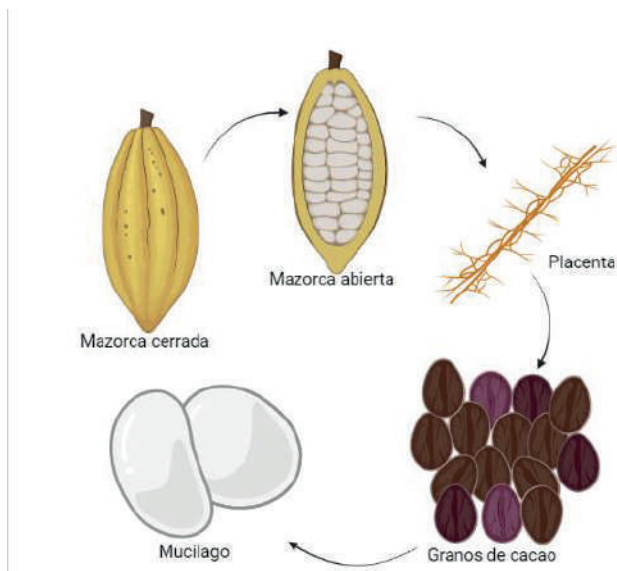
Estructuras y colores de la flor vistos en algunos materiales de cacao



Una planta de cacao produce en promedio 4554 ± 687 flores en seis meses, en donde la polinización efectiva, que posteriormente formará un fruto, es de solo el 5,2% (Gaibor, 2018). Varios estudios determinan que la polinización en cacao es una de las grandes limitantes en su producción porque una porción muy grande de las flores no es polinizada y caen a las 48 horas.

El fruto

Composición interna y externa mazorca de cacao



La mazorca o fruto de cacao, es una baya protegida en su parte externa por una cáscara o pericarpio. En su parte interna, se encuentran los granos o semillas ordenados en hileras, alrededor de un eje central llamado placenta. Los granos están cubiertos por una baba o mucílago, que se desprende o escurre en el proceso de beneficio. Esta baba tiene azúcares que los microorganismos descomponen dando origen a cambios químicos que suceden durante su fermentación.

El tiempo de madurez de la mazorca desde su polinización, varía entre 150 y 180 días, dependiendo del origen genético y del clima en que se desarrolla. Una mazorca puede contener entre 20 a 50 granos.

Colores predominantes de mazorcas maduras e inmaduras, constricción basal, ápice, rugosidad, lomos, en materiales de cacao



El color de los frutos inmaduros varía entre las tonalidades violetas, rojo intenso a intermedio, verde rojizo, intermedio a ligero. En estado maduro las tonalidades pueden ser rojo naranja, rojo ligero, intenso a intermedio, amarillo intermedio a intenso, amarillo naranja y amarillo rojizo esto depende de su origen genético.

Semillas de cacao

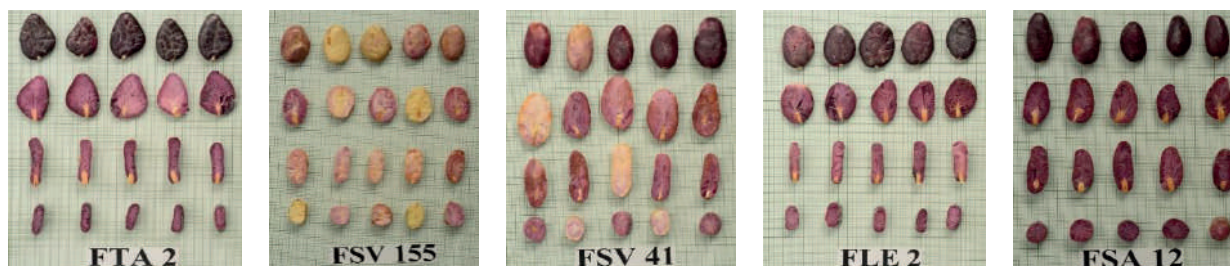
Según el material genético, el fruto del cacao puede contener entre 20 a 60 semillas o almendras, cuyo tamaño, forma y color pueden variar. La semilla del cacao proviene de un óvulo fecundado del interior del ovario de la flor, que luego de su desarrollo y maduración constituye la mazorca.

En el cacao tipo criollo las semillas tienen de 3 a 4 cm de largo, casi ovaladas, alargadas, de color blanco o rosado más bien violeta pálido y en el cacao Forastero, tienen de 2 a 3 cm de largo con formas aplanadas, redondeadas y de color violeta púrpura (Batista, 2009).

La semilla del cacao está constituida por dos cotiledones y un embrión protegido por ambos cotiledones. El endospermo o testa es sumamente reducida y delgada, envuelta en su periferia por una pulpa ácida y azucarada llamada mucílago.

La semilla del cacao germina una vez el fruto alcanza su madurez, ésta no se puede almacenar en fresco ni ser sometido a temperaturas extremas, por esta condición se le llama semilla recalcitrante. En condiciones óptimas, las semillas inician la germinación en 4 días (Lépido, 2009). Su conservación se realiza en campos ex - situ o in - situ de propagación clonal (bancos de germoplasma).

Tamaños, formas y colores de la semilla de cacao



Las semillas de cacao tienen diversas variables tanto cuantitativas como cualitativas dentro de ellas se encuentran, peso húmedo de las semillas por mazorca, número de semillas por fruto, longitud de la semilla, ancho de la semilla, grosor de la semilla, índice de grano, Índice de mazorca; dentro de las formas de la semilla se pueden encontrar oblongas, elípticas, ovoides e irregulares, sus cotiledones pueden variar entre el blanco, moteado, violeta y morado.

Importancia del tipo de cacao cultivado

Para el agricultor es importante conocer los tipos de cacaos existentes, para la toma oportuna de decisiones al momento de la siembra, renovación, rehabilitación o en su defecto con los materiales existentes en sus fincas, aspectos importantes ya que el mercado y la industria exigen determinadas características para consumo y transformación.

Entre las características importantes a conocer se encuentran la compatibilidad sexual de los materiales con el fin de poder establecer modelos de siembra, rendimiento por hectárea, índice de grano

e índice de mazorca, comportamiento agronómico, precocidad, tolerancia a plagas y enfermedades y calidad del grano.

Con estos conocimientos previos, las condiciones propias de la finca y del agricultor, se determina los modelos a implementar, obteniendo los resultados esperados que cumplen con las exigencias del mercado.

¿El material genético de cacao es igual?

“El cacao se originó en la región amazónica de América del Sur. Desde su origen, el cacao ha evolucionado en diferentes tipos a medida que ha crecido en diferentes poblaciones geográficas. Inicialmente se pensó que existían dos poblaciones de cacao, con diferentes orígenes: una de América Central y la otra de América del Sur. Estos dos grupos fueron inicialmente reconocidos como dos subespecies, llamadas cacao y sphaerocarpum, que también fueron reconocidos como los dos tipos de cacao más comúnmente conocidos como Criollo y Forastero, respectivamente. Estas subespecies diferían no solo en el lugar donde crecían, sino también en algunas de sus características morfológicas. El cruce entre árboles Criollo y Forastero dio lugar a un tercer tipo, conocido como Trinitario. Ahora sabemos que el criollo, al igual que otros tipos de cacao, provino de una población ancestral en América del Sur, y solo se extendió a América Central cuando los humanos migraron allí.

Cacao criollo

Son los más finos, caracterizados por su agradable sabor y exquisito aroma. Fue el único cultivado en Colombia hasta 1885. Se caracteriza por presentar tronco erecto, el fruto es generalmente rugoso el cual puede variar en tamaño y forma según los tipos regionales, con cinco surcos profundos y cinco suaves, su cáscara es delgada fácil de quebrar, alargada y ápice pronunciado, las semillas son rollizas, casi redondeadas, cuyos cotiledones frescos son de color blanco, moteado o ligeramente pigmentados.

Dentro de este tipo de cacao, se clasifican los originarios de México, Centro América y Venezuela que fueron llevados a otras partes del mundo como Trinidad, algunas islas de las Antillas e incluso a África.

En Colombia existen varias poblaciones de cacao tipo criollo, infortunadamente en decadencia y disminución, lo que ameritaría un trabajo de rescate de este germoplasma que podría ser útil en el mejoramiento genético y la calidad del grano.

Cacao forastero

También denominado amazónico por relacionar su origen con la región de ese nombre. En relación con el sabor y el aroma son de menor calidad. Sin embargo, presentan condiciones de calidad interesantes como su alta productividad, tolerancia a plagas y enfermedades, contenido de grasa, entre otras.

**Árbol de cacao tipo criollo.
Sierra Nevada de Santa Marta**



El árbol suele ser vigoroso y en algunos casos de follaje decumbente, el fruto tiende a ser de apariencia amelonada, predominantemente liso con poca rugosidad y surcos poco profundos, cuya cáscara a menudo es bastante gruesa. El tamaño del grano suele ser más pequeño que el de los tipos criollos, el color de los granos es violeta oscuro, de mucílago ácido.

Dentro de este tipo de cacao, se clasifican los originarios del Amazonas que hoy se producen en Trinidad, Ecuador, África Occidental, Asia y Brasil; este grupo es el que domina el mercado mundial.

Cacao trinitario

Árbol de cacao trinitario.
San Vicente de Chucurí, Santander



Resultan del cruzamiento sexual de dos árboles entre plantas de cacao criollo y forastero, la hibridación se dio de manera espontánea, en la isla antillana de Trinidad donde el criollo que fue llevado en un principio se cruzó con el forastero, dando origen a un tipo intermedio que, si bien fue catalogado como forastero, su calidad resultó superior a la de éste.

Posteriormente en Trinidad, de manera consiente se inició la producción de los híbridos que en Colombia se propagaron de manera generalizada desde mediados del siglo XX, hasta los inicios del siglo XXI, este proceso de selección se realizó tratando de generar determinadas características deseables como la calidad, productividad, precocidad, respuesta a plagas y enfermedades.

Actualmente, muchos de estos clones son conocidos como universales, y fueron seleccionados a partir de poblaciones híbridas, es decir, corresponden a individuos sobresalientes de la descendencia de aquellos cruzamientos, los clones más conocidos son: ICS I, ICS

39, ICS 40, ICS 60, ICS 95, TSH 565, entre otros.

Entre dichos clones no se encuentran materiales puramente criollos, ni puramente forasteros, tratándose de los que proceden de cruzamientos entre individuos con genes de unos y otros.

El Cacao en Colombia

Principales híbridos

Según Rondón (1990), la producción comercial de híbridos en Colombia se inició a partir de 1960, donde se utilizó una larga lista de cruzamientos sin definir zonas agroecológicas, en las que con mayor éxito se comportaban determinados materiales. Es así que esta condición contribuyó a una gran heterogeneidad de las poblaciones. Además, dentro de los progenitores híbridos se tenían clones de baja calidad y dificultades reproductivas.

En consecuencia, finalizando el siglo XX, en el transcurso de los años 1997-1998, se comenzó a actuar en Colombia con el propósito de darle un vuelco a la cacaocultura, hacia una condición más productiva, en relación al comportamiento de las plantaciones híbridas, que no permitían pensar en productividades superiores a mil kilogramos por hectárea anualmente, dada la heterogeneidad de estas poblaciones.

Los clones

Originalmente en Colombia, se cultivó el cacao “común o complejo trinitario”, en diferentes mezclas y posteriormente, el híbrido obtenido de clones selectos “Trinitarios x Forastero del Alto Amazonas” o “Alto Amazonas x Amelonado” o “Alto Amazonas x Alto Amazonas” (Barros 1981 y García 1985).

En el mundo la búsqueda, selección y evaluación de árboles de cacao, se realizó inicialmente con el objetivo de encontrar materiales que brindarán resistencia a enfermedades, como el caso de los materiales seleccionados en Brasil para resistencia a Escoba de Bruja, o por características de rendimiento y calidad como los materiales ICS, en Trinidad.

Posteriormente, en los años 90 se seleccionaron y caracterizaron genotipos regionales sobresalientes en Santander como por ejemplo el material SCC 61 (Selección Colombia Corpoica) y los materiales FTA 2, FSA 11, FSA 12, FSA 13 y FEAR 5 de Fedecacao, que fueron establecidos en pruebas de comparación en tres municipios del departamento de Arauca.

En el año 2008, se finalizó la Unión Temporal Cacao de Colombia 1 entre Fedecacao y Corpoica, donde se evaluaron 144 individuos en diferentes regiones del país, seleccionando 38 por sus características de rendimiento y tolerancia a enfermedades, en especial Monilia (*Moniliophthora roreri*). Fedecacao evaluó estos materiales en evaluaciones interregionales denominadas Parcelas Fase III, con el fin de ser caracterizados, evaluar su comportamiento productivo y sanitario y entregar materiales para cultivos comerciales con excelentes características.

Paralelamente instituciones como Corpoica, Luker y Nacional de Chocolates han realizado procesos de selección y evaluación de árboles promisorios que en el futuro serán reconocidos por el Consejo Nacional Cacaotero y harán parte de la oferta de materiales comerciales de cacao de Colombia.

Por otra parte, los materiales introducidos y regionales recomendados para semilla de patronaje son: P 7, PA 46, PA 150, PA 121, EET 400, EET 96, CAU 39, CAU 43 e IMC 67 y semillas obtenidas de plantaciones híbridas cruce de IMC 67, con buen manejo sanitario y agronómico, provenientes de árboles con claro fenotipo de este clon.

Materiales sobresalientes de cacao colombianos investigados por FEDECACAO

Para la obtención del registro ICA, a los materiales de cacao se debe realizar una evaluación que contiene una serie de descriptores tanto cualitativas como cuantitativas, a esta evaluación se le denomina caracterización morfo agronómica, esta es una herramienta fundamental complementaria que permite el conocimiento y descripción de los atributos que permiten diferenciarlos y generar de esta manera las fichas técnicas de las variedades.

En la caracterización se utilizan descriptores morfo agronómicos para toda la parte aérea de la planta de cacao. Obteniendo un inventario de aspectos y formas que le ayudan a los encargados del proceso de selección a establecer cuáles son las accesiones de interés y simplificar la gestión y el mantenimiento de colecciones.

La caracterización se realiza utilizando descriptores genéticos internacionales propuestos por Engels et al (1980), Eskes et al (2000), Castañeda et al (2011), García (1997) y Jiménez et al (2006) para planta, hoja, flor, fruto y grano.

En cuanto al grano de cacao se realizan análisis físicos, químicos y sensoriales, la caracterización

física comprende prueba de corte donde se determina porcentaje de fermentación, humedad e índice de grano; en la evaluación sensorial se evalúa las intensidades de los atributos del licor de cacao como son: cacao, acidez, astringencia, amargor, fruta fresca, fruta seca, floral, nuez, dulce, verde, humedad y otras características como: madera, moho, sobrefermentación, entre otras, donde al finalizar se realiza el perfil de cada material; en cuanto al análisis químico se realiza en un laboratorio especializado analizando aspectos como: análisis bromatológico (humedad, ceniza, grasa, proteína, carbohidratos, valor calórico, fibra cruda), polifenoles totales, perfil de ácidos grasos, flavonoides y metilxantinas y capacidad antioxidante.

A continuación, se resaltan algunas variables de importancia que se han tenido en cuenta para la caracterización de materiales.

Consideraciones importantes para la caracterización de materiales



En el mes de diciembre de 2014, noviembre de 2017 y octubre de 2021, el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, le otorgó a Fedecacao el Registro Nacional de Cultivares Comerciales a los clones de cacao FTA 2 Fedecacao Tame 2, FSA 12 Fedecacao Saravena 12, FSA 13 Fedecacao Saravena 13, FEAR 5 Fedecacao Arauquita 5, FEC 2 Fedecacao El Carmen 2, FSV 41 Fedecacao San Vicente 41, FLE 2 Fedecacao Lebrija 2, FLE 3 Fedecacao Lebrija 3 y FSV 155 Fedecacao San Vicente 155, FGI 4 Fedecacao Gigante 4, FMA 7 Fedecacao Marsella 7, FBO 1 Fedecacao Bolívar 1, FCHI 8 Fedecacao Chigorodó 8 y FSV 1 Fedecacao San Vicente 1, los cuales han sido evaluados y seleccionados por la Federación Nacional de Cacaoteros desde el año 2002.

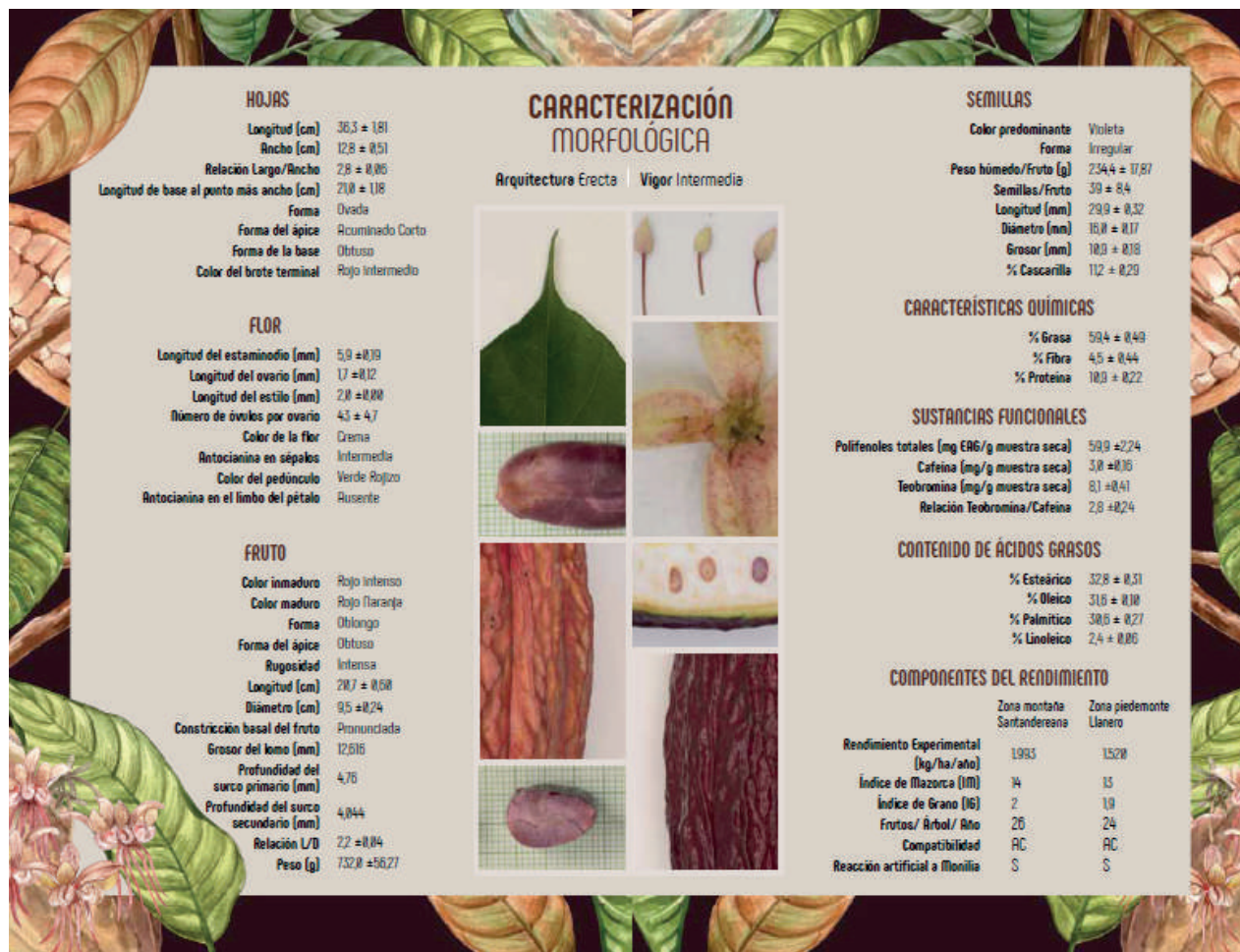
Cultivares comerciales de cacao en la actualidad en Colombia

INTRODUCIDOS		REGIONALES (1940 - 2000)		REGIONALES					
				FEDECA CAO		AGROSA VIA		COMPAÑÍA NACIONAL DE	
CLON	ORIGEN	CLON	ORIGEN	CLON	ORIGEN	CLON	ORIGEN	CLON	ORIGEN
ICS 1	Trinidad	CAU 37	Colombia	FSV 41	San Vicente	TCS 1	Boyacá	CNCH 12	San Vicente
ICS 6	Trinidad	CAU 39	Colombia	FSV 155	San Vicente	TCS 6	Boyacá	CNCH 13	San Vicente
ICS 39	Trinidad	CAU 43	Colombia	FEC 2	El Carmen	TCS 13	Boyacá		
ICS 40	Trinidad			FLE 2	Lebrija	TCS 19	Boyacá		
ICS 60	Trinidad			FLE 3	Lebrija				
ICS 95	Trinidad			FEAR 5	Araquita				
TSH 565	Trinidad			FTA 2	Tame				
TSH 792	Trinidad			FSA 12	Saravena				
TSH 812	Trinidad			FSA 13	Saravena				
EET 8	Ecuador			FGI 4	Gigante				
EET 96	Ecuador			FMA 7	Marsella				
EET 400	Ecuador			FSV 1	San Vicente				
CCN 51	Ecuador			FBO 1	Bolívar				
IMC 67	Perú			FCHI 8	Chigirodó				

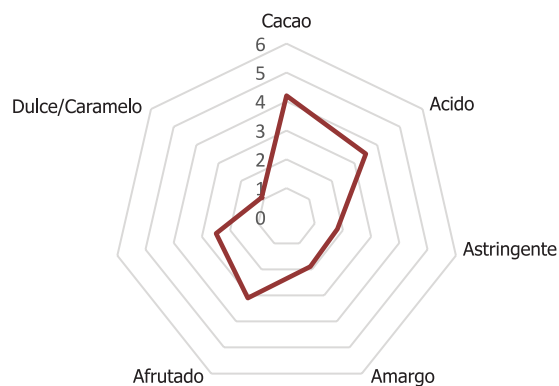
A continuación, se presenta la ficha de caracterización de los materiales, según parámetros y protocolos establecidos; al igual que un gráfico radial del perfil sensorial de cada uno y la correspondiente descripción dada por el panel de evaluación sensorial.

Adicionalmente, se presenta una relación de los contenidos de compuestos funcionales, porcentaje de cascarilla, grasa y ácidos grasos obtenidos en cada material.

FSV 41



FFSV 41

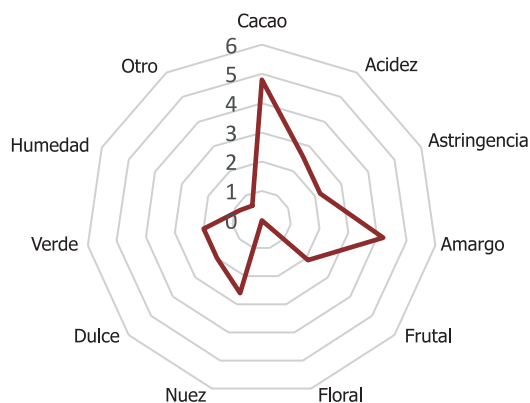


Color Café claro, sabor avinado, frutas maduras en proceso de fermentación un poco dulce, suave y agradable

FSV 155



FFSV 155

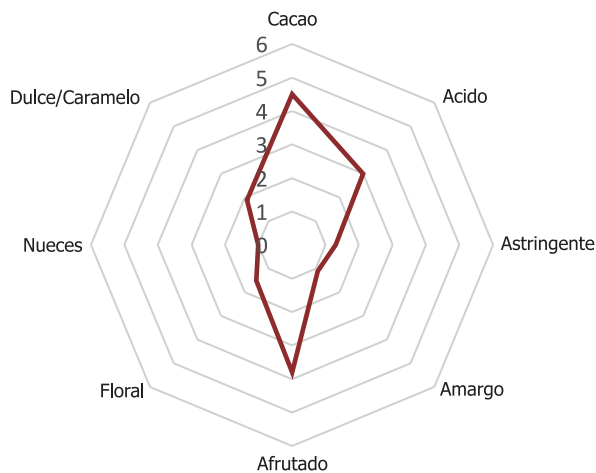


Aroma dulce, frutas secas. Intensidad media del sabor cacao que se mantiene, sabores básicos acidez y sensación astringencia bajos, amargor medio que aparece y desaparece a mitad de tiempo, sabores específicos agradables que se presentan en intensidad baja como sabor frutal, nuez y notas dulce, sabores que permanecen después de catación.

FEC 2

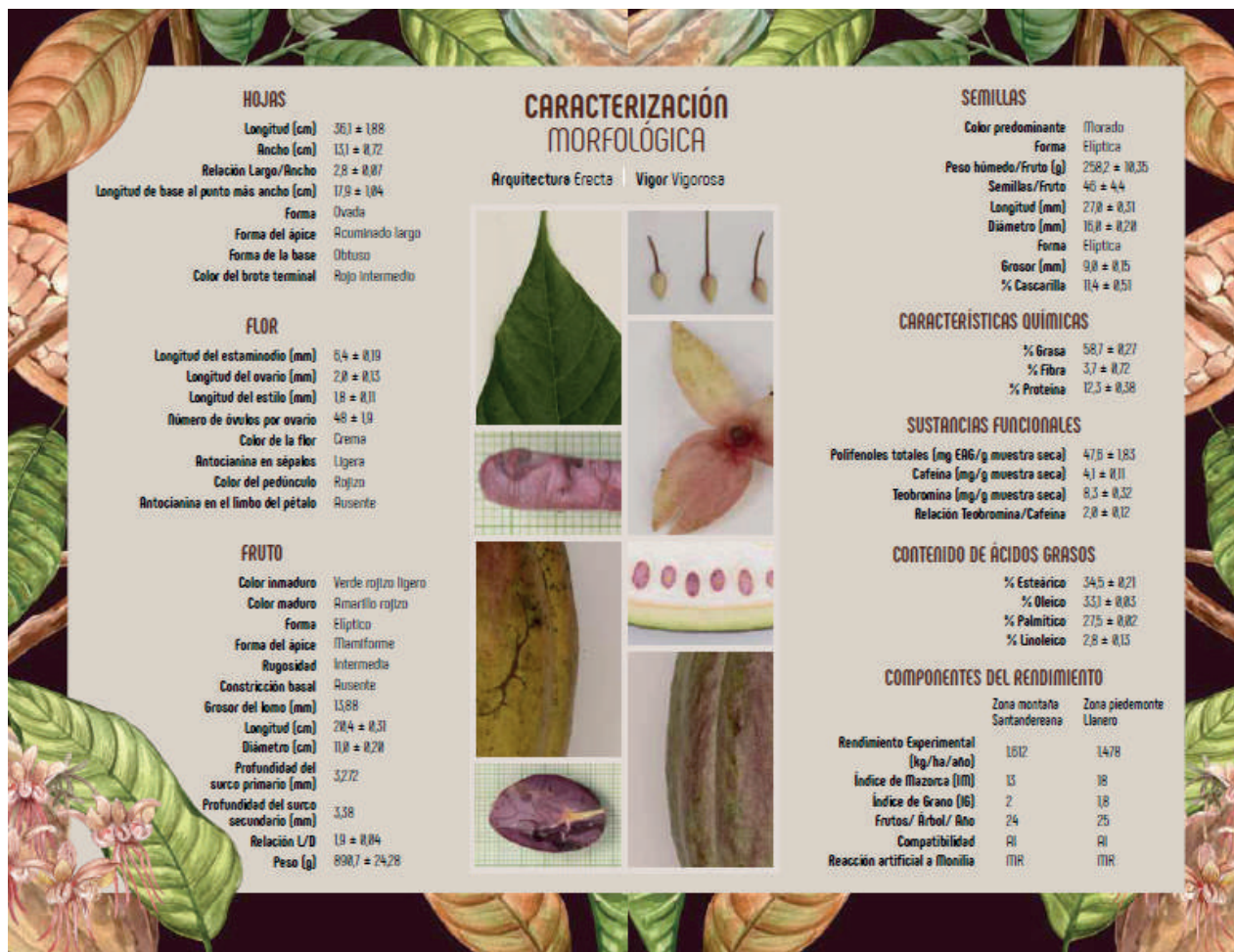


FFEC 2



Sabor a chocolate muy pronunciado, muestra con equilibrio de las notas floral, frutal, nuez y posee un dulzor acentuado.

FLE 2



FFLE 2

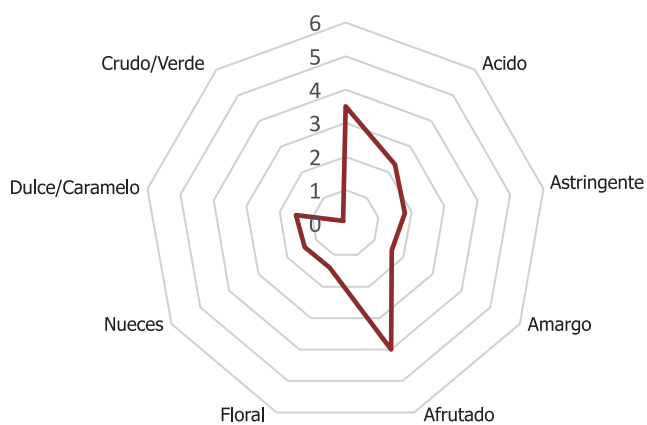


Licor con aroma suave, afrutado que desaparece a mitad del tiempo de cata. Buen sabor a cacao sin notas características.

FLE 3

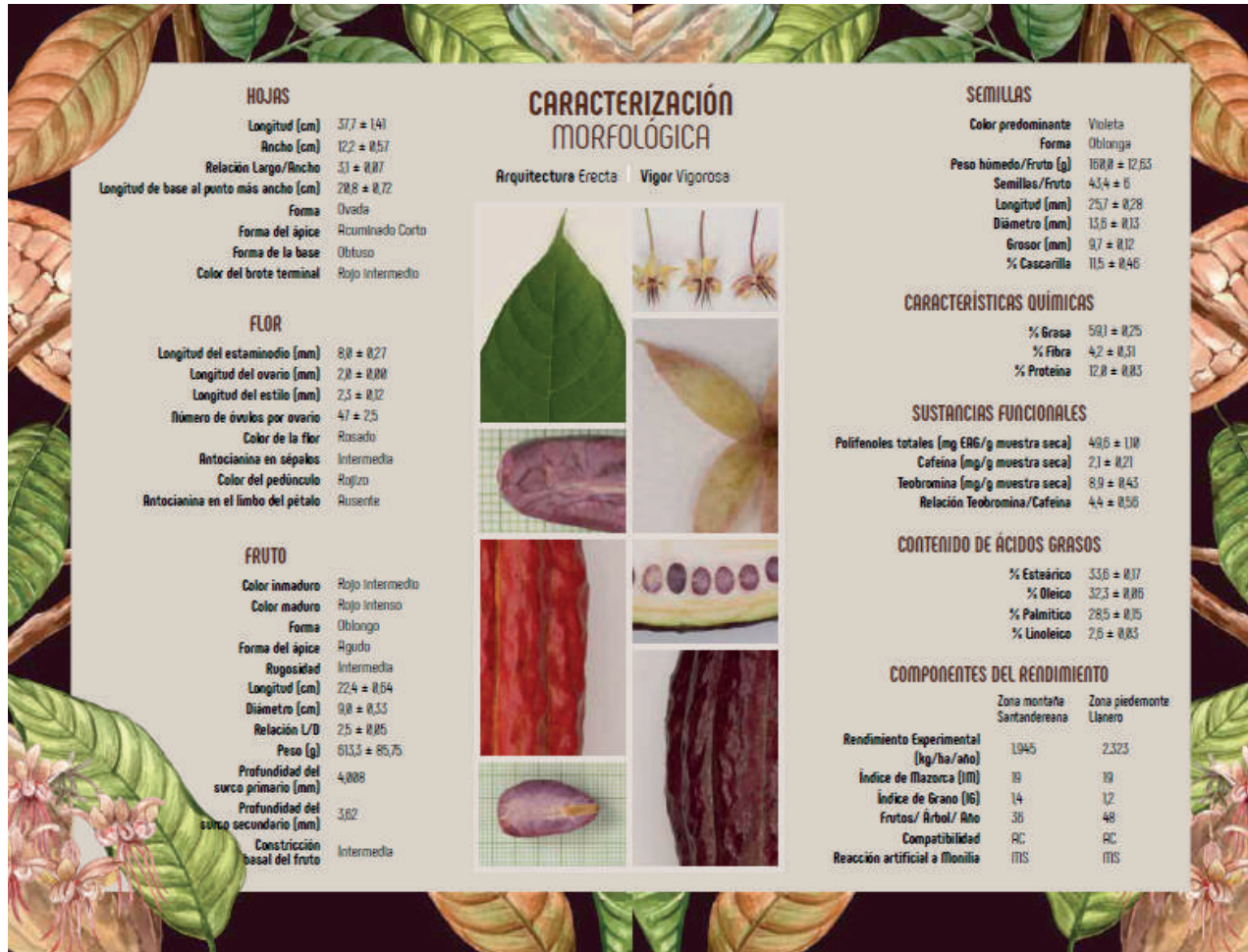


FFLE 3

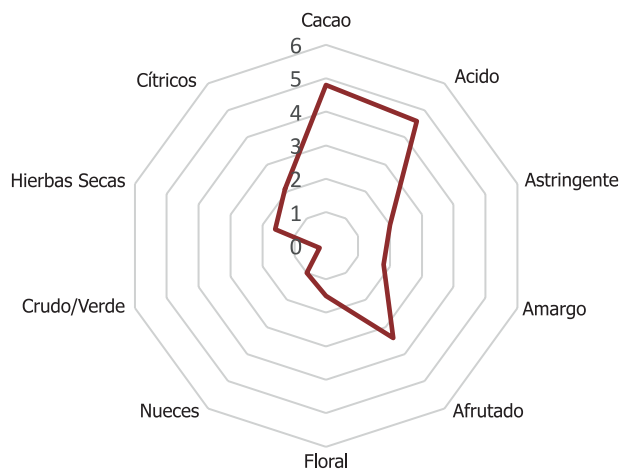


Sabor y aroma a cacao, buena combinación de floral y frutal con matices de nuez y caramelo. Los sabores básicos tienen intensidad moderada y agradable.

FEAR 5

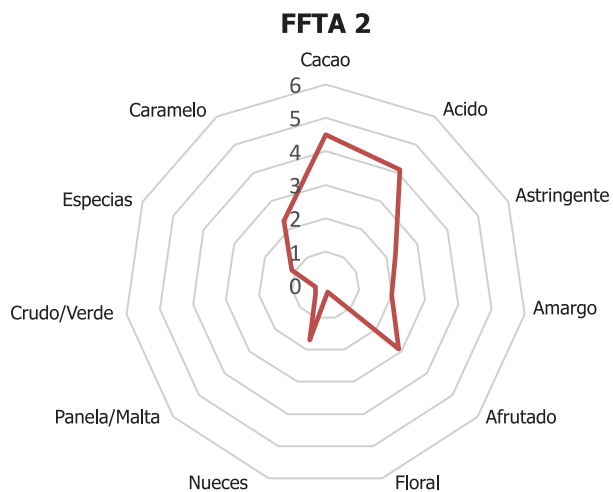


FFEAR 5



Licor con delicadas notas afrutadas cítricas y florales de hierbas aromáticas, que van emergiendo, hacia el final se suavizan y dan paso a un excelente sabor a cacao

FTA 2

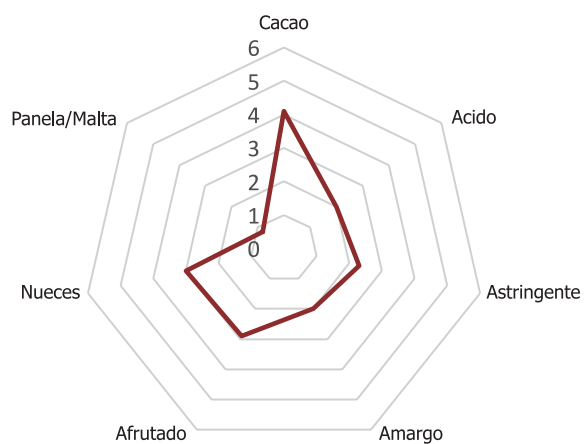


Excelente licor con agradables notas de frutos dulces, caramelo, especias y nueces. Sabor a cacao sostenido. Referencia para cacao afrutado.

FSA 12

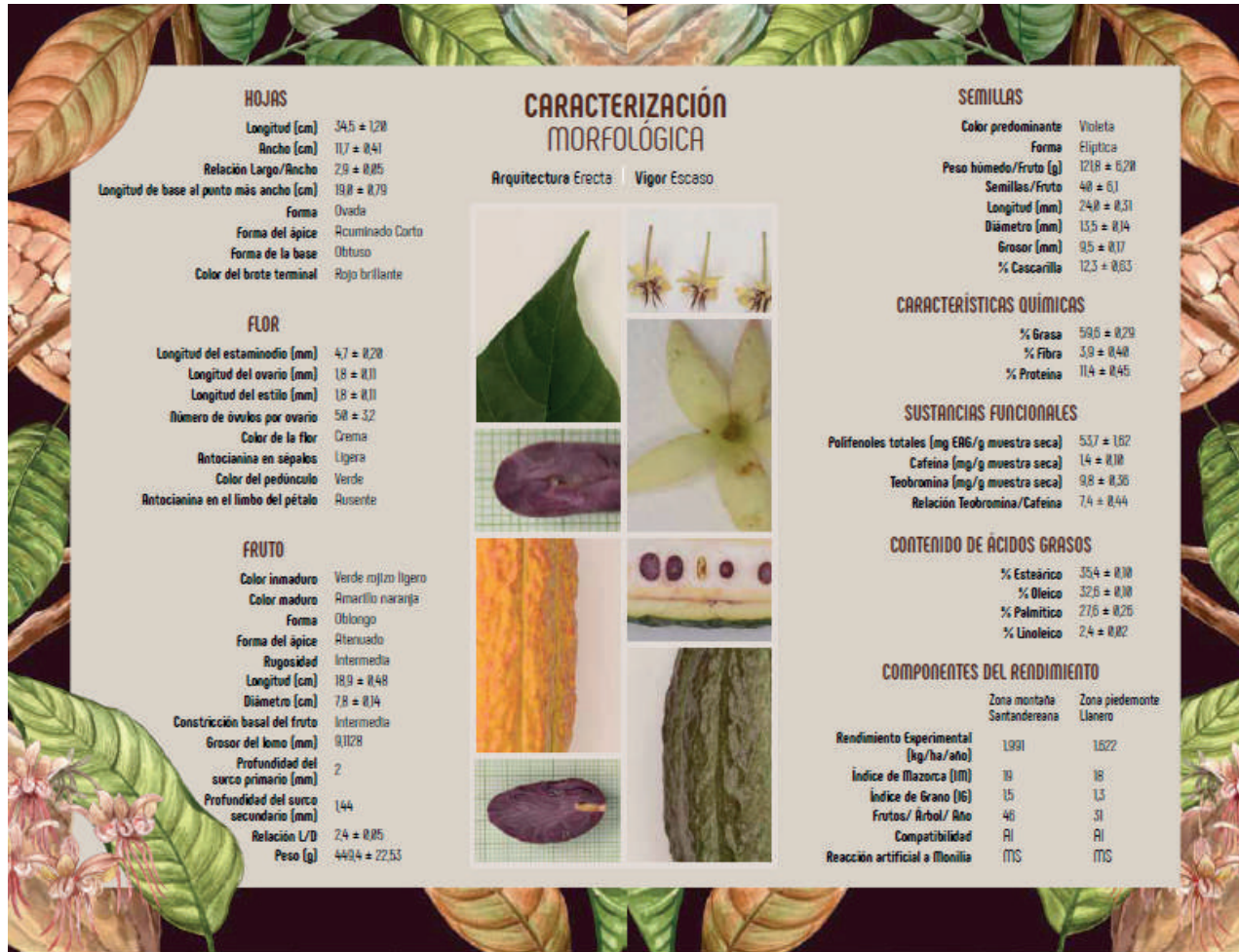


FFSA 12

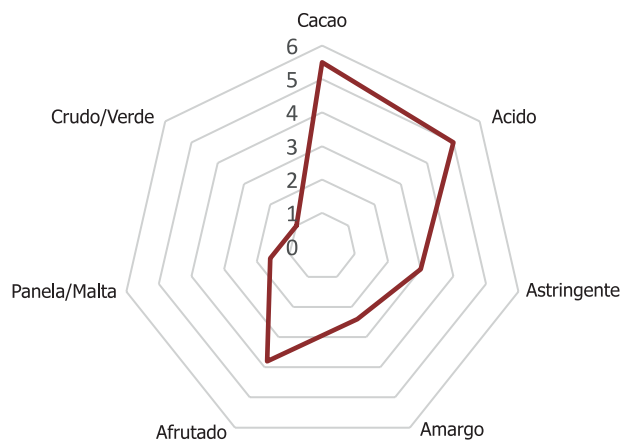


Aroma a caramelo y cacao. Licor con buen balance de sabores básicos, sabor a cacao de larga duración acompañado de notas de nuez y frutos cítricos, con un final de nuez y chocolate y agradable.

FSA 13



FFSA 13



Buen licor con aroma afrutado, sensación de astringencia que se percibe al final y al tiempo que desaparece la acidez. Se percibe mejor el sabor a cacao y amarguito de malta hacia el final.

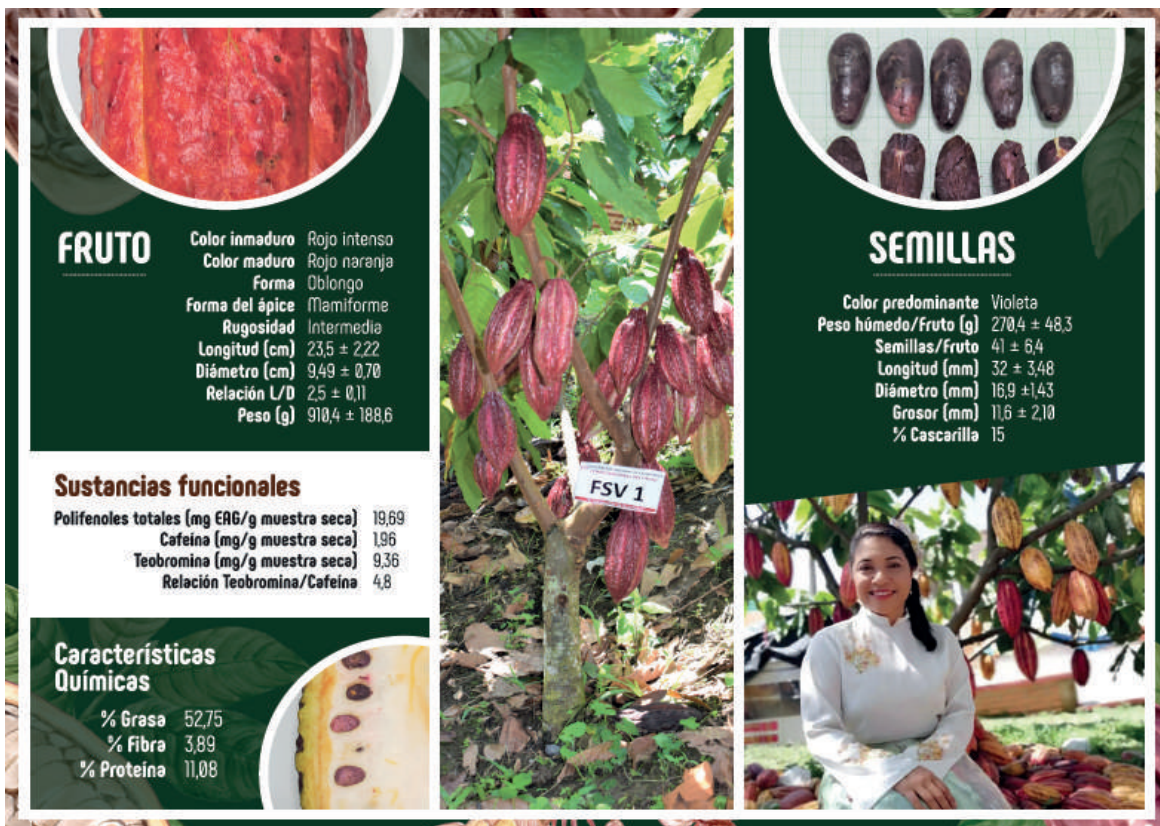
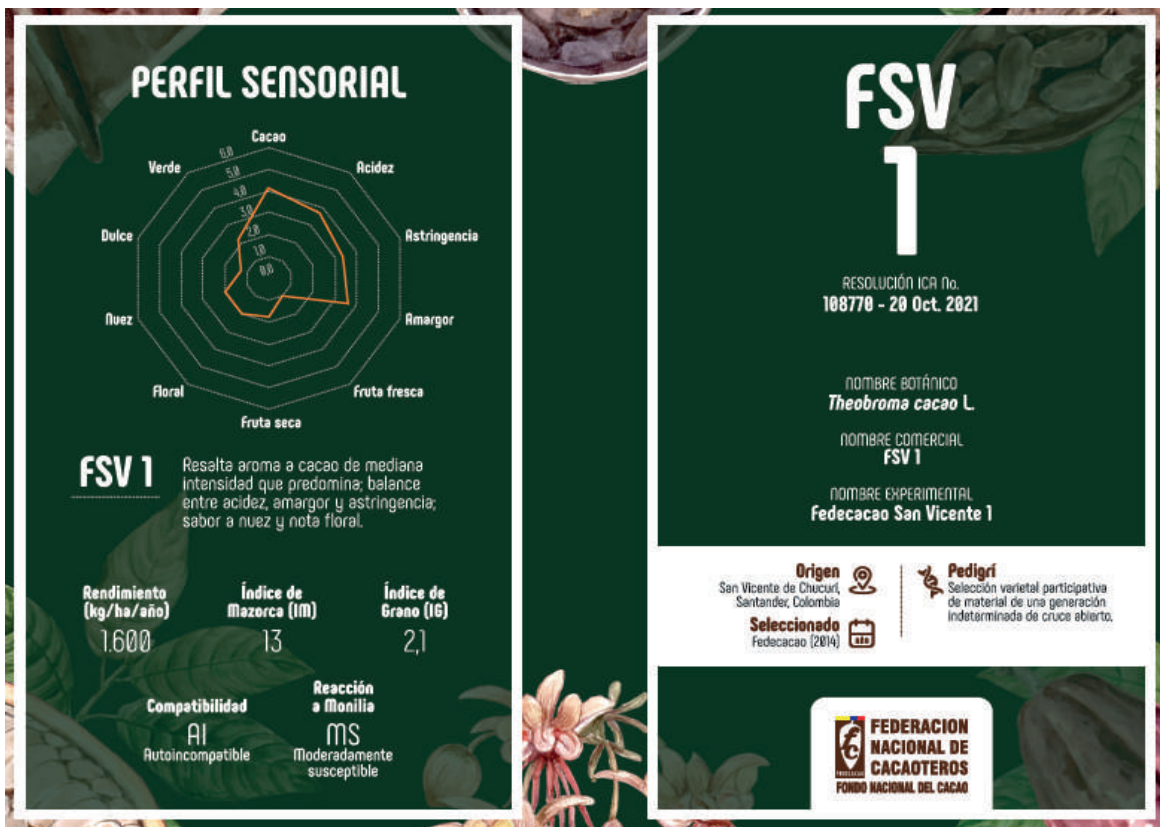
FGI 4



FMA 7



FSV 1



FCHI 8



FBO 1



EL CULTIVO DE CACAO COMO UN SISTEMA AGROFORESTAL

El cacao (*Theobroma cacao* L.), es un cultivo que normalmente requiere de la asociación con otras especies, dado que necesita sombreado, tanto en la fase del establecimiento como durante la fase productiva. Esta condición es favorable para el productor al permitirle la obtención de amplios beneficios económicos y ecológicos.

Varios sistemas agroforestales de diferentes características han sido desarrollados para el cacao y su manejo en los diversos países productores en los que se siembra junto a cultivos de subsistencia, utilizando sistemas rudimentarios, hasta las más modernas y tecnificadas plantaciones.

En ocasiones estos cultivos asociados son utilizados como simples elementos proveedores de sombra, pero en la mayoría de las veces, como integrantes económicos de sistemas de producción multicultivados.

Las plantaciones tecnificadas de cacao aprovechan en gran medida todos los beneficios que pueden propiciar las prácticas agrícolas disponibles de la tecnología agroforestal. El cultivo del cacao posee muchos atributos de sustentabilidad por la vegetación heterogénea natural considerada la más eficiente comunidad protectora de los suelos tropicales contra los agentes que causan su degradación.

Arboles jóvenes de cacao creciendo bajo sombrío permanente, Granja Tierradura, Miranda, Cauca



Por eso es conveniente darle especial relevancia a los sistemas agroforestales bien estructurados, que otorgan al cacao de mecanismos interactivos como fijación simbiótica de nitrógeno por algunas leguminosas asociadas al cultivo o por el del sombreado en la plantación del cacao frente a condiciones ecológicas adversas o el control natural de plagas y enfermedades, o por el aprovechamiento racional de los factores espacio y luz, el reciclaje de nutrientes o el compartir los residuos de fertilizantes aplicados.

Las más grandes ventajas de la aplicación de la tecnología agroforestal al cacao, corresponden a la formación de plantaciones diversificadas de interés económico, lo cual significa importantes oportu-

tunidades para generar ingresos precoces durante el establecimiento del cultivo y mayores lucros por unidad de superficie cultivada a lo largo de la vida productiva.

En términos generales puede decirse que actualmente, dado el conocimiento que se tiene de las ventajas y de la conveniencia del cacao cultivado bajo conceptos agroforestales, no sería lógico salvo circunstancias muy particulares en regiones de muy poca radiación que se desarrollara a manera de monocultivo.

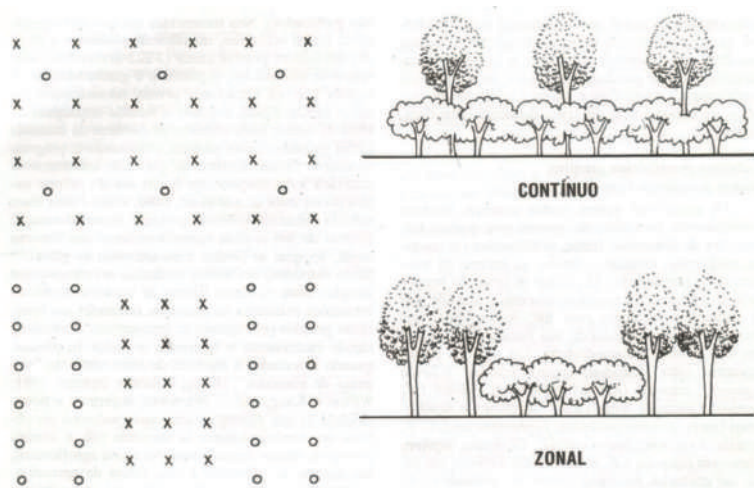
En todo caso por lo menos en la etapa de instalación y de crecimiento del cacao es indispensable manejarlo en asocio, así sea para el mero sombreamiento en atención a los efectos negativos de la plena exposición en la edad juvenil del cacao.

Sistemas agroforestales practicados con el cacao

El sistema agroforestal implica la asociación en el tiempo y en el espacio de dos o más especies en una misma área, siendo por lo menos una de ellas leñosa perenne y caracterizada por la ocurrencia de interacciones ecológicas y económicas entre sus componentes.

Las diferentes especies empleadas en los sistemas agroforestales cuando acompañan al cacao en la fase de establecimiento del cultivo, se relacionan con el sombreamiento transitorio y cuando lo hacen en la fase productiva, con especies de sombrío de mayor porte se denominan sombrío permanente.

Combinación de cacao (X) y otro cultivo perenne (O) de mayor porte en sistemas continuos y zonal.



El plantío continuo de la imagen anterior muestra cacaoteros a 3 x 3 m (1 111 pl/ha) y elementos de sombra a 6 x 15 m (277 pl/ha). En el zonal tres hileras de cacaoteros a 3 x 3 m (1 280 pl/ha) se alternan con surcos dobles de árboles de sombra, a 3 x 2 m separados por 9 m (833 pl/ha). Convenientemente orientados los dispositivos zonales captan la luz solar con mayor eficiencia que los continuos.

Cuando los componentes del sistema agroforestal cubren todo el conjunto del área, se trata de un sistema agroforestal continuo y cuando el arreglo es restringido a componentes separados, se caracteriza como un sistema agroforestal zonal. Este último, es el caso cuando los componentes son

geométricamente cultivados en fajas o en surcos múltiples, cubriendo cada uno una función en la superficie plantada y por tanto limitando la mezcla de especies.

A continuación, se relacionan y describen los principales sistemas agroforestales con el cacao.

- Sistemas transitorios simples.
- Sistemas provisionales múltiples.
- Sistema en franjas.
- Sistemas permanentes periféricos.

Sistema de cacao zonal, Granja Tierradura, Miranda, Cauca



Sistemas transitorios simples

Los árboles de cacao jóvenes son plantados bajo un sistema de sombreamiento transitorio, reciben protección apenas de una especie abastecedora de alimentos, fibras, condimentos o productos medicinales hasta que crecen los árboles de sombrío permanente. Las plantas de protección temporal son eliminadas progresivamente a medida que los árboles de cacao requieren más luz. Las especies más utilizadas para tal finalidad son banano (*Musa sapientum*) y plátano (*Musa paradisiaca*). En segundo plano aparecen papaya (*Carica papaya*), higuera (*Ricinus communis*) y algunas leguminosas de interés agroforestal como Leucaena (*Leucephala*), matarratón (*Gliricidia sepium*), entre otros.

En este sistema las especies acompañantes que dan sombreamiento transitorio fortalecen de manera notable la economía del productor, en la etapa de crecimiento del cacao, en razón a los ingresos económicos que se pueden obtener por la comercialización de los productos de estas plantas, por lo cual se da gran importancia a los cultivos asociados en el flujo de caja del proceso de establecimiento o renovación de un cacaotal, cuando se utilizan componentes económicos para los sistemas.

Sistema agroforestal de cacao, Granja Villa Monica, San Vicente de Chucurí, Santander



Sistemas provisionales múltiples

En estos sistemas, dos o más componentes transitorios interactúan económica y ecológicamente con los cacaos jóvenes y con los árboles de sombra permanente, en cuanto desempeñan las funciones de sombreamiento por encima, sombreamiento lateral, rompevientos o cobertura de suelo, las especies acompañantes del cacao son empleadas en las más variadas combinaciones con diversas plantas en sistemas múltiples organizados en secuencias temporales, programados en función de las épocas de la plantación, tolerancia a la sombra, hábito y velocidad de crecimiento y preferencias regionales.

De esa forma mientras crecen las plantas de sombra transitoria alta como el plátano, banano, higuera, papaya o la leucaena entre otras, se aprovecha la luminosidad de sus entrelineas para cultivar especies de importancia económica o alimenticia como maíz (*Zea mays*), yuca (*Manihot esculenta*), pimienta-malagueta (*Capricum Ap*), arroz (*Oryza Sativa*), o especies de cobertura del suelo como frijol (*Phaseolus vulgaris*), caupi (*Vigna unguiculata*), batata dulce (*Ipomoea batatas*), etc.

Como una variación de este sistema podría catalogarse el modelo utilizado en Colombia cuando se parte de rastrojos en los que se encuentra una multiplicidad de especies nativas, debajo de las cuales se siembra el cacao y los maderables, en surcos que son formados por el entresaque de esas plantas. Con el paso del tiempo, en la medida en que el cacao va necesitando mayor cantidad de luz y de espacio se van eliminando dichas plantas hasta que surge el cultivo del cacao normal con su sombreamiento permanente.

Una plantación de cacao bajo cocos (cocos nucifera) productivos es sin duda, un sistema sobre el cual más información se acumuló en años recientes. Un cultivo de cacao bajo sombra de cocoteros adultos, en Malasia, generó una productividad superior a 1.120 kg/ha de almendras secas de cacao, sin que la producción de coco entrara en declive. Ese consorcio produjo un aumento en la producción de coco superior al 95%, lo que fue atribuido a una mejoría en las condiciones del suelo, en consecuencia, de la frecuente deposición de hojarasca por el cacao.

Los cocoteros previamente establecidos a una distancia de 9 metros entre plantas, son generalmente

asociados en cada entrelínea, a una hilera doble de cacao, equidistante de las palmeras y bajo un espaciamiento de 3 metros entre hileras y de aproximadamente 2 entre cacaoteros en el interior de las hileras de coco.

Asociación de coco (o, 9 x 9 m) y cacao (X, 3 x 2 m).



Cuando los cocoteros son dispuestos en cuadrados, las poblaciones son del orden de 123 a 156 cocoteros y respectivamente 1.250 y 1.111 árboles de cacao por hectárea.

Los cacaoteros jóvenes generalmente necesitan sombra transitoria suplementaria cuando se establece bajo cocotero adulto.

Al ejecutar las prácticas adecuadas de manejo a cocoteros como en monocultivo, una asociación con cacao siempre es más ventajosa.

Así se pueden asociar con el cacao, especies arbóreas de tipo permanente como la teca (*Tectona grandis*), el nogal (*cordia alliodora*), el cedro (*cedrella sp.*) y en general todos los maderables y frutales como el aguacate.

Sistemas permanentes periféricos

Las especies de mayor porte seleccionadas para integrar los sistemas agroforestales pueden ser asociados en dispositivos zonales en surcos periféricos simples o dobles, es decir las franjas de cacao rodeadas en toda su periferia por las especies de mayor porte. Estos arreglos son utilizados en regiones donde se presentan vientos fuertes. Cuando se utilizan los surcos periféricos y además otros surcos dentro del cultivo, se hace posible la ubicación de una mayor cantidad de árboles de porte alto por unidad de área.

Ventajas de los sistemas agroforestales

En cuanto a las principales características positivas que tienen los SAF podemos mencionar: aprovechamiento de maderables nativos y hábitat de especies endémicas, sombrío óptimo para el cacao, fuentes de ingreso alternas al cultivo de cacao, ambiente regulado a los cambios bruscos de temperatura, nichos para la avifauna, soporte frente a erosión del suelo, captura de CO₂, embellecimiento del paisaje, corredores silvestres, incremento de la captura de nitrógeno, fortalecimiento del ciclo de nutrientes del suelo mejorando su estructura, producción de madera, frutos y otros productos, mejoramiento de la protección contra vientos y erosión.

PROCESO DEL CULTIVO

Regiones agroecológicas en las que se cultiva el cacao

En Colombia se cultiva cacao en cuatro regiones agroecológicas, que presentan características distintas entre sí. 1). Zona de bosque húmedo tropical (BTH), 2). Valles interandinos secos (VIS), 3).

Zona Andina o marginal baja cafetera (ZA) y 4). Montaña santandereana (MS).

Características de las regiones agroecológicas colombianas en las que se cultiva el cacao

Región	Temperatura °C	Precipitación mm/año	Altitud m.s.n.m	Características de los suelos	Ubicación
B.H.T.	26-30	> 2.500	0-500	Predominantemente francos de vega de ríos y piedemonte, topografía plana generalmente.	Arauca, Meta, Casanare, Costa pacífica nariñense, Urabá, Bajo Cauca
V.I.S.	26-30	< 1.500 requiere riego	0-500	Francos predominantemente planos	Huila, Cauca, Valle del Cauca, sectores del Tolima, Valle del Zulia y Costa Atlántica.
Z.A.	23-26	1.500-2.000	500-1.200	Suelos sueltos pendientes, buena fertilidad	Departamentos del eje cafetero, Caldas, Quindio, Risaralda y Antioquia, Cundinamarca, Santander, Norte del Tolima y Boyacá.
M.S.	23-28	1.500-2.500	300-1.200	Arcillosos o franco-arcillosos predominantemente de ladera.	Santander, Norte de Santander.

m.s.n.m: metros sobre el nivel del mar
mm: milímetros

El comportamiento del cacao por supuesto que es diferente en cada una de estas regiones y por tanto su manejo requiere de algunos ajustes para aprovechar las ventajas que se derivan de las condiciones particulares o para contrarrestar los efectos negativos generados por los factores desfavorables.

En términos generales en las zonas de mayor precipitación y temperatura, deberá tenerse en cuenta un manejo sanitario más cuidadoso y la siembra de clones de mayor tolerancia a las enfermedades fungosas, como es el caso de Tumaco.

En las zonas secas, de menos de 1.500 milímetros anuales de precipitación es indispensable la aplicación de riego pues tales niveles hídricos son insuficientes para suplir los requerimientos del cacao. Los niveles de sombreado deben necesariamente regularse de acuerdo con la cantidad de radiación solar anual. En este sentido se hace más indispensable el sombreado en la zona de valles interandinos secos, donde la radiación directa anual supera las 1.825 horas año.

De la misma manera, las condiciones de cada una de estas regiones dependerán el tipo de especies, acompañantes y su manejo. Es el caso del plátano, especie que presenta mayor exigencia que el cacao en materia de suelos y que a la vez presenta necesidades de manejo diferenciados de acuerdo con características que modifican el comportamiento de los patógenos.

Condiciones óptimas para cultivar cacao

Condiciones ambientales óptimas y marginales para el establecimiento de cultivos de cacao en Colombia

Características	Sumamente apta	Moderadamente apta	Marginalmente apta	No apta
Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m)	400-800	0-400 y 800-1.000	1.000-1.200	Mayor a 1.200.
Temperatura media anual (°C)	24 a 28	28 a 30 y 24 a 20	30 a 32 y 20 a 18	Menor 18 y mayor a 32
Máximo y mínimo	Menor a 9			Mayor a 9
Precipitación anual (mm)	1.800-2600	2.600-3.200 y 1.800-1.500	3.200-3.800 y 1500-1.200	Menor a 1.200 y mayor a 3.800
Drenaje natural del suelo	Moderadamente o bien drenado.		Imperfectamente o moderadamente excesivo drenado	Muy pobre, pobre o excesivamente drenado.
Profundidad efectiva del suelo (cm)	Mayor a 100	50-100	25-50	Menor a 25

Nutrientes disponibles				
Acidez (pH)	5,5 - 6,5	6,8 - 7,0 y 5,5 - 5,0	7,0 - 8,0 y 5,0 - 4,5	Mayor de 8 y menor de 4,5
Materia orgánica (% Total)	Mayor al 5 %	4 a 5	3 a 4	Menor del 3%
P ₂ O ₅ (Kg/ha)	Mayor al 69	69 a 57	57 a 46	Menor de 46
K (meq/100 gr)	Mayor al 0,3			Menor de 0,15
Ca (meq/100 gr)	3,5 a 4	4 a 8	8 a 12	Menor de 2 y mayor de 12
Mg (meq/100 gr)	1 a 1,5			Menor de 1
Características	Sumamente apta	Moderadamente apta	Marginalmente apta	No apta
Ca/Mg (meq/100 gr)	3:1			Relación mayor (3:1)

cm= centímetros. mm= Milímetros.

°C= Grados centígrados.meq = Miliequivalentes

m.s.n.m= Metros sobre el nivel del mar. Kg/ha= Kilogramos por hectárea.

Para garantizar un cultivo de cacao sano y productivo, es indispensable el cumplimiento de los siguientes requisitos climáticos:

Clima y altitud



Debido a las exigencias climáticas del árbol del cacao, la producción comercial de cacao se restringe a las regiones tropicales. En la actualidad, la mayor parte del cacao crece en la pequeña franja de 20 grados de latitud norte hasta los 20 grados de latitud sur.

En Colombia el clima propicio para el desarrollo del cacao coincide con las características del piso térmico cálido, que comprende la franja de tierras ubicadas desde el nivel del mar hasta 1.200 m.s.n.m. Los principales elementos del clima a tener en cuenta son:

Temperatura



En cacao, el desarrollo óptimo del cacao se presenta en el rango de temperaturas medias de 22°C a 30°C.

Los límites medios, es conveniente que la temperatura máxima no exceda los treinta y ocho grados durante el día y que las bajas de la misma no lleguen por debajo de 15°C lo cual puede incidir en el comportamiento fisiológico a punto de afectar la productividad.

La variación muy amplia de temperaturas entre el día y la noche es desfavorable para el desarrollo del cultivo y es deseable que ella no sea mayor de 10°C.

Precipitación



De todos los recursos que las plantas necesitan para crecer y cumplir las funciones vitales, el agua es la más abundante y, al mismo tiempo, la más limitante para la productividad agrícola.

El régimen de lluvias y la disponibilidad de agua para la planta de cacao, debe ser bien distribuida durante todo el año, con un mínimo de 1,200 mm anual; siendo óptima de 1,800 a 2,600 mm. La ausencia de lluvias, mayores de dos meses resultan altamente negativos para la producción y amenazan con el secamiento de los árboles, siendo necesario los métodos de riego.

Humedad relativa



En consideración al origen del cacao, en las selvas húmedas americanas, el requerimiento en materia de humedad del aire es alto, considerándose que el óptimo está cercano al 80%, aunque se desarrolla bien donde la humedad relativa es mayor del 70%.

Vientos



Zonas de vientos fuertes permanentes son inconvenientes, pudiendo causar la deshidratación sobre las hojas, hasta llegar a la defoliación total; asimismo, daños mecánicos en la estructura de la planta.

Luminosidad



La luz solar es la primera fuente de energía, imprescindible para la vida de las plantas. La radiación disponible influye en numerosos procesos fisiológicos, morfogenéticos y reproductivos; los rayos directos del sol proporcionan la cantidad y una calidad de luz necesarias para la fotosíntesis, proceso en el que las plantas utilizan la luz para convertir el agua y el dióxido de carbono en energía.

El cacao es una especie tolerante a la sombra, cuya fisiología y metabolismo se adapta a condiciones de baja luminosidad, es decir, es un cultivo que normalmente requiere ser asociado con otras especies para su desarrollo, tanto en la

fase de establecimiento como en la productiva.

El establecimiento de los cultivos transitorios cumple una importante función durante la fase inicial de crecimiento del cacao, protegiendo al cultivo de las altas temperaturas y la radiación solar, por tanto, su capacidad de absorción de agua.

Suelos

El suelo es la parte superficial de la corteza terrestre, en que tienen lugar procesos físicos, químicos y biológicos. Compuesta por minerales, materia orgánica, micro y macro organismos, agua y aire. Sirve como sustento para la vida de animales y vegetales, por eso es muy importante.

Esta simple precaución puede evitar grandes desilusiones a futuros cultivadores de cacao. La selección del lote para el cultivo del cacao, por ser una especie perenne o de larga duración, constituye la mayor responsabilidad en la etapa de su instalación. Se debe partir de un buen suelo y para ello se recomienda que el agricultor se asesore de personal técnico experto en la materia.

Propiedades físicas del suelo

Las propiedades físicas del suelo incluyen color, textura, estructura, porosidad, densidad, consistencia, temperatura y aire. Los colores de los suelos varían ampliamente e indican propiedades tan importantes como la materia orgánica, el agua y las condiciones redox. La textura, estructura, porosidad, densidad y consistencia del suelo están relacionadas con los tipos de partículas del suelo y su disposición.

Color del suelo

El color del suelo suele ser lo primero que la gente observa. El color del suelo está relacionado con la constitución de su complejo coloidal; es decir, las cantidades de materia orgánica y de algunos minerales específicos. El color del suelo suele deberse a 3 pigmentos principales:

- Negro: de materia orgánica
- Rojo: de óxidos de hierro y aluminio
- Blanco: de silicatos y sal.

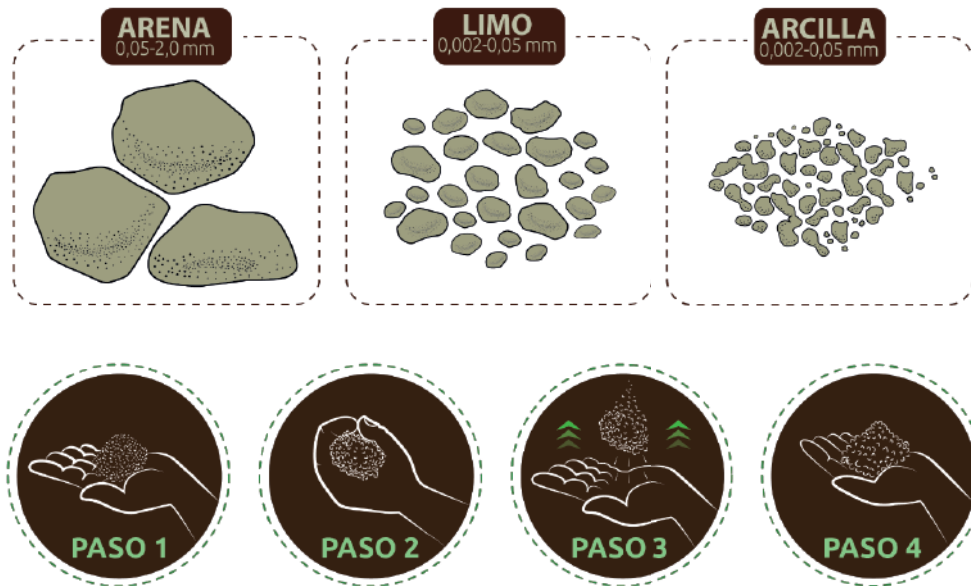
Aun cuando el color es una característica poco importante, pues no es siempre un indicador de fertilidad, en muchos casos sirve para indicar otras características de los suelos como la relación entre el color del sub suelo y el drenaje, por ejemplo, color gris se asocia con mal drenaje, rojo y café indica muy buen drenaje.

Textura del suelo

La textura del suelo se refiere a la composición y tamaño mineral del mismo en grupo de partículas de diferentes tamaños, y, por tanto, se mide su contenido de arena, limo y arcilla. Cada una de estas partículas tienen sus características fáciles de reconocer y dan al suelo unas propiedades especiales. De acuerdo con el porcentaje presente de cada partícula, determinará la clase de suelo o nombre textural. Las más pequeñas se llaman arcillas, las más grandes se llaman arenas, las que tienen un tamaño intermedio entre arcillas y arenas se llaman limos.

Para el caso del cultivo de cacao la composición más apropiada es aquellos con: 35% arcilla, 50% arena, 25% de limo, es decir, entre arcilloso y franco arcilloso.

Tipos de textura del suelo



La estructura del suelo

La estructura es la disposición de las partículas del suelo en diferentes patrones geométricos; es decir, la manera como se unen las partículas del suelo para formar terrones.

Esta propiedad es importante porque determina la facilidad de cultivar en el mismo; factores vitales como el crecimiento del cultivo, humedad del suelo, aireación, el drenaje, la penetración del sistema radicular, la nutrición, fertilidad y actividad microbiana de los suelos; así como la resistencia a la erosión, se puede mejorar o dañar con las labores de cultivo.

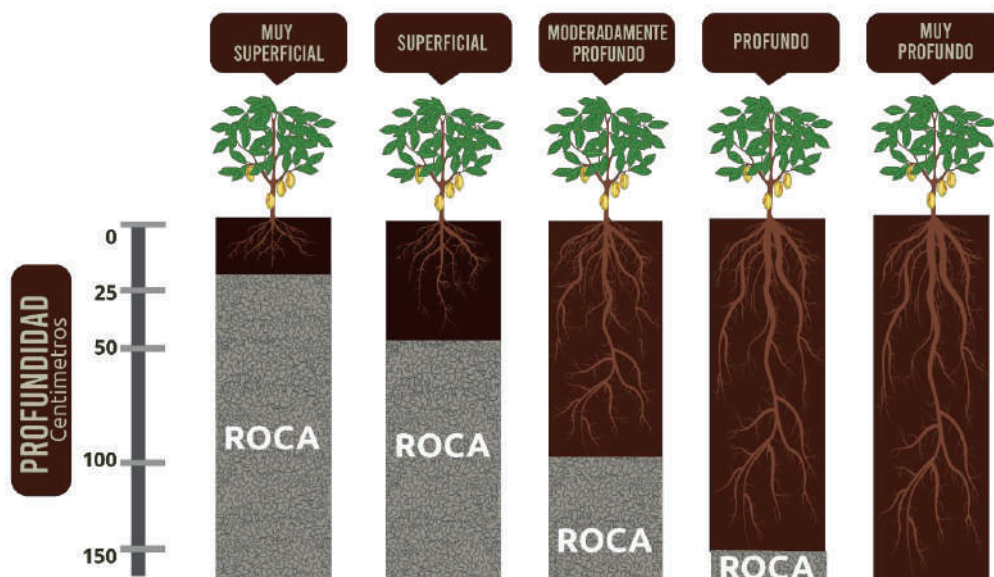
Profundidad efectiva

La profundidad efectiva es la profundidad o espacio hasta donde llegan, sin tropiezo, las raíces de las plantas en busca de agua, alimentos y anclaje. Esta característica es importante para el desarrollo de los cultivos.

Limitaciones que pueden encontrarse para el crecimiento de los cultivos pueden deberse a capas endurecidas, piedras o rocas, agua, sales.

En cacao como regla general se ha unificado que la capa de suelo penetrable por las raíces del cacao debe ser de 1,5 metros.

Representación de la profundidad efectiva en el suelo



Permeabilidad



La permeabilidad esta característica del suelo permite la circulación del aire y agua a través de los poros; evidenciado en la facilidad con la que el agua y aire se mueven dentro del suelo. Está directamente relacionada con la estructura, textura, contenido de arcilla y con la porosidad.

Porosidad



La porosidad esta característica es importante y se refiere a la facilidad con que el agua y el aire circulan o se mueven a través del suelo; es la parte del suelo que no contiene material sólido. Lógicamente esta facilidad depende de la cantidad y tamaño de los poros existentes en el interior del suelo. En suelos que tienen partículas grandes como las arenas, los poros son grandes y el agua y penetran fácilmente.

En aquellos donde las partículas son más pequeñas como las arcillas, los poros son muy pequeños y el agua y aire no penetran con facilidad. Los suelos de permeabilidad moderada son los más adecuados para el cultivo de cacao.

Drenaje



El drenaje es la facilidad o rapidez con que los suelos eliminan el agua del suelo, especialmente después de la lluvia; existiendo drenajes interno y externo.

Drenaje interno: Es la rapidez con que el agua penetra los horizontes del perfil del suelo, la cual depende de la permeabilidad del suelo. Por ejemplo,

los suelos arcillosos son poco permeables y tienen mal drenaje interno. En otras palabras, se encharcan con mucha facilidad.

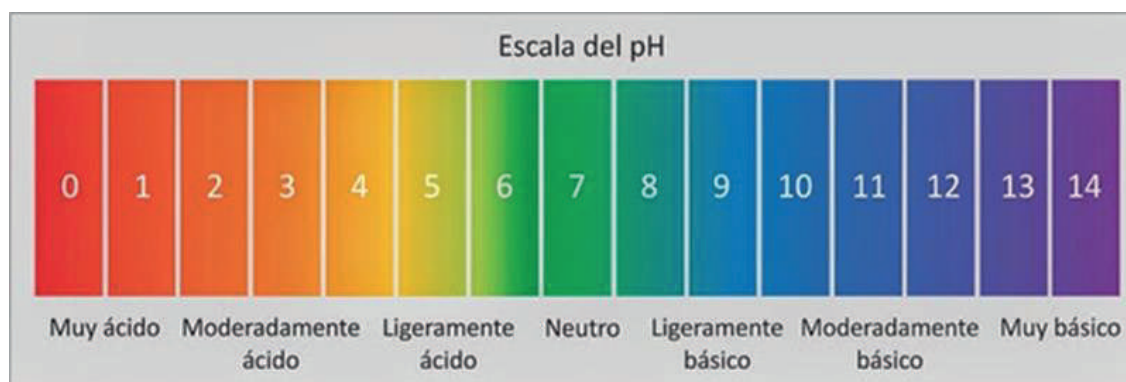
Drenaje externo: El drenaje externo depende de la topografía y se refiere al movimiento del agua sobre el suelo cuando llueve, se llama agua de escorrentía y es la que produce erosión.

Propiedades químicas del suelo

Las propiedades químicas más importantes de los suelos son: acidez, fertilidad y contenido de materia orgánica.

pH o reacción del suelo

Escala de PH



El pH del suelo es una medida de la actividad de los iones de hidrógeno (H^+) en la solución del suelo. pH es la abreviatura de Potencial Hidrógeno. El pH es una medida de acidez o basicidad relativa del suelo. La escala de pH señala una escala de 0 a 14, siendo 7 un valor neutro.

Los suelos pueden ser naturalmente ácidos o alcalinos, y esto se puede medir probando su valor de pH.

Tener el pH correcto es importante para el crecimiento sano y vigoroso de las plantas. El pH juega un papel clave en la fertilidad del suelo y es importante porque influye en varios factores del suelo que afectan el crecimiento de las plantas, como la disponibilidad de nutrientes, la lixiviación de nutrientes, los elementos tóxicos, las bacterias del suelo y la estructura del suelo. Mantener el pH del suelo en el nivel óptimo aumenta la actividad microbiológica del suelo y da como resultado una disponibilidad de nutrientes del suelo.

Algunos nutrientes están más disponibles en condiciones ácidas, mientras que otros están más disponibles en condiciones alcalinas. Sin embargo, la mayoría de los nutrientes minerales están disponibles para las plantas cuando el pH del suelo es casi neutro.

El pH del suelo puede tratarse con medidas como la aplicación de la cantidad adecuada de fertilizantes nitrogenados, el encalado y prácticas de cultivo que mejoren la materia orgánica del suelo.

Algunas actividades agrícolas también pueden acelerar el proceso de acidificación.

La conversión de tierras de bosques o praderas a tierras de cultivo puede dar lugar a cambios drásti-

cos en el pH al cabo de pocos años. Estos cambios son causados por la pérdida de materia orgánica, la eliminación de los minerales del suelo cuando se cosechan los cultivos, la erosión de la capa superficial y los efectos de los fertilizantes nitrogenados y azufrados puede reducir el pH del suelo con el tiempo.

Materia orgánica

La materia orgánica del suelo es la fracción del suelo que incluye residuos vegetales, animales y microbianos en diversas etapas de descomposición, biomasa de microorganismos del suelo y sustancias producidas por raíces de plantas y otros organismos del suelo; es el elemento vital de un suelo fértil y productivo. Sin él, la producción agrícola no es sostenible.

El contenido de materia orgánica estable en el suelo modifica y mejora la estructura, la cual influye en la porosidad y la permeabilidad. La materia orgánica también hace más activa la vida de los microorganismos del suelo y desempeña un papel similar al de la arcilla, retener los nutrientes, mejorando la capacidad de intercambio catiónico.

Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C)

La capacidad de intercambio catiónico es un indicador útil de la fertilidad porque muestra la capacidad de retención de nutrientes importantes para las plantas, usados en mayor cantidad siendo el calcio, el magnesio y el potasio.

La CIC mide la cantidad de cargas negativas que hay en los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcillas, materia orgánica y sustancias húmicas).

El pH del suelo es importante para la CIC porque a medida que aumenta el pH (se vuelve menos ácido), aumenta el número de cargas negativas en los coloides, lo que aumenta la CIC.

En tal sentido, las prácticas de encalado y fertilización variarán para suelos con capacidades de intercambio catiónico muy diferentes. Los suelos con alta CIC generalmente no necesitan ser encalados con tanta frecuencia como los suelos con baja CIC; pero cuando se vuelven ácidos y requieren encalado, se necesitan tasas de cal más altas para alcanzar un pH óptimo.

Suelos para cacao

Los mejores suelos para el cultivo de cacao son los Franco; franco-arcillosos de estructura granular, buen drenaje interno y externo. Exige además suelos profundos ya que las raíces penetran hasta 2,0 metros. Las arcillas de colores grises, azulosas, verdosas o amarillo intenso, pegajosas, no son aptas para el cultivo; las que presentan coloración negra e incrustaciones con aspecto de óxido, denotan aireación y buen contenido de materia orgánica.

El nivel freático debe permanecer normalmente a más de 1,00 metro de profundidad. pH en óptimo 5.5 - 6,5. Pendiente del suelo 0 al 30%.

Muestra de suelos

El muestreo de suelo es el proceso de tomar una pequeña muestra de suelo, que luego se envía a un laboratorio para determinar el contenido de nutrientes. También se pueden analizar las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, que son fundamentales para la nutrición de las plantas.

El análisis del suelo se lleva a cabo tomando muestras del suelo y enviar al laboratorio para su análisis, que luego son seguidas por una interpretación de los resultados.

Las muestras de suelo se pueden realizar siempre que el suelo no esté demasiado húmedo. El muestreo de áreas debe realizarse con varios meses de anticipación con el fin de realizar los ajustes recomendados antes de plantar.

Toma de muestra

Debido a que el suelo es un material muy heterogéneo, con diferentes condiciones de origen, topografía, manejo, tipos de vegetación, etc.; es necesario definir unidades con características más o menos similares, que permitan establecer lo que se conoce como unidades de muestreo.

La elección del área que se incluirá en la muestra puede tener un gran impacto en la precisión de la evaluación de suelo. Cuando las áreas son pequeñas, es relativamente sencillo recolectar una muestra para cada área o lote, pero las áreas más grandes deben dividirse en áreas de muestreo más pequeñas.

En la medida de lo posible, asegúrese de que cada área de muestreo sea uniforme y esté separada de las áreas que obviamente son diferentes.

La herramienta más apropiada para el muestreo es el barreno, pues con él puede mantenerse una cantidad y profundidad de muestra por punto bastante homogénea.

Procedimiento en la toma de muestras para análisis de suelos



Sin embargo, si no se cuenta con un barreno, el muestreo puede hacerse con una pala o palín y un balde o lona limpios y procurando tomar una cantidad similar de suelo en cada punto y a la misma profundidad.

El tipo de muestreo más adecuado y sencillo para su aplicación es en zig-zag. En este método se toman unas 15 ó 20 submuestras a lo largo y ancho del terreno que luego se mezclan en el balde o lona.

Para la toma de muestras con pala, abra un hoyo de aproximadamente 25 x 25 cm de lado y 20 cm de profundidad, retire los 2 cm primeros del suelo y extraiga la muestra. En general la profundidad de muestreo está entre 2 y 20 cm que es el área de acción de las raíces.

Mezcle en un balde las submuestras hasta obtener una muestra compuesta homogénea. Empaque aproximadamente 1 kg en bolsas plásticas o de papel encerado que no hayan sido usadas antes.

No usar bolsas o empaques que contengan fertilizantes u otras sustancias químicas (herbicidas, pesticidas, enmiendas, etc.).

Proceda a identificar la muestra en forma concisa y exacta; precise el número de lote o predio, el cultivo o uso actual y el tipo y la cantidad de fertilizantes y enmiendas aplicadas. El rótulo de identificación no debe estar en contacto directo con el suelo a analizar.

Análisis químico

A través de este se determinan las condiciones de fertilidad, las cuales pueden ser modificadas por el hombre a través de la aplicación de sustancias que corrijan la acidez del suelo y suministren los nutrientes que se encuentran en cantidad insuficiente.

Las condiciones del terreno reflejadas en el análisis químico determinan el tipo y la cantidad de fertilizante que debe recibir un suelo para nutrir adecuadamente las plantas. Los análisis también son una guía para la aplicación de los correctivos.

Sombrío para el cultivo de cacao

El cacao como especie originaria de los bosques tropicales americanos, se desarrolla de manera ancestral bajo la sombra. Esa circunstancia, hace que la especie esté habituada a vivir bajo otros árboles, beneficiado ambientalmente por la heterogeneidad donde se permite intercalar plantas de valor económico que fortalecen el sistema de cultivo. El cacao no es entonces un monocultivo sino un sistema de producción que configura en la mayoría de los casos un sistema agroforestal.

Los árboles de sombra tienen un efecto predominantemente positivo en las plantas de cacao; no solo las protegen de la radiación solar durante el establecimiento, sino que también reducen el daño potencial causado por inundaciones, vientos fuertes, lluvias intensas, estrés por calor, etc.

Aunque la planta de cacao adulta puede vivir sin sombra permanente si las condiciones de suelo y clima lo permiten, la planta de cacao joven con pocas hojas endurecidas exige ser protegida de la exposición directa a altos niveles de radiación, porque reduce la fotosíntesis y afecta la transpiración. En tal sentido, cuando joven necesita de un mayor sombreado y en la edad adulta disminuye ese requerimiento.

Por ello, en la primera etapa del cultivo necesita ser intercalado con unas especies de mayor cubrimiento denominado sombrío transitorio, usándolo durante los tres primeros años de vida del cacao que corresponden a la etapa de instalación y levante. Posteriormente, durante la etapa productiva, el acompañamiento de las especies que le proveerán sombra al cultivo de cacao se les denomina sombrío permanente, pues usualmente duran sembrados el mismo tiempo que el cacao.

Los cultivos de ciclo corto

Son aquellos cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor a un (1) año, llegando incluso a pocos meses, y que deben ser replantados cada vez que se cosecha; forman parte importante de la dieta familiar.

Cultivo de cebolla con cacao, Guapotá, Santander



Las especies más comunes, usadas en Colombia aparecen en la relación siguiente:

Nombre Común	Nombre técnico
Guandúl	<i>Cajanus cajan</i> L.
Ahuyama	<i>Curcubita máxima</i> D.
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.
Maíz	<i>Zea mays</i> L.
Habichuela	<i>Phaseolus</i> sp
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> L.
Yuca	<i>Manihot esculenta</i> C.
Pimentón	<i>capsicum annum</i> L.
Patilla	<i>Citrullus vulgaris</i> T

En el sistema cacao, se establecen a partir de la preparación del terreno y se desarrollan hasta alrededor de los seis meses, cuando los sombríos transitorios han empezado a hacer una mayor intercepción de la luz.

La densidad de estos cultivos depende de la especie y puede ser similar a la usada en un cultivo solo, pero garantizando el espacio y el mínimo de competencia para las demás plantas instalados del sistema, es decir el cacao y sus sombríos.

Sombrío transitorio o temporal

Cultivo de cacao con plátano como sombrío transitorio, Corinto, Cauca



Pinto, F. 2021

Son especies que protegen y dan su sombra al cacao durante los primeros 3 ó 4 años del cultivo, siendo en lo posible de valor económico para que aporten al ingreso del agricultor en la etapa improductiva del cacao.



Durante el establecimiento comercial, el sistema de producción se caracteriza por la asociación con cultivos de ciclo medio como plátano (Mussa AAB, ABB) y banano (Mussa AAA), entre otros, por excelencia benéfico para el cacao como proveedor de una sombra adecuada, generador de ingresos económicos para el productor y alimento a la familia cacaocultora. Sus características biológicas y morfológicas permiten el manejo de la plantación para racionalizar la cantidad de sombra de tal manera que se pueda disminuir sistemáticamente a medida que el cacao se va haciendo adulto.

Con beneficios similares al plátano y banano, se pueden utilizar otras especies, dependiendo de la región, del tipo de suelos y del valor económico de los productos que generan. Por ejemplo, pueden utilizarse las especies de la familia pasifloracea como es el caso del maracuyá *Pasiflora edulis* y las chulupas o gulupas a manera de emparrado bajo el cual crece el cacao sin inconvenientes.



A continuación, se hace una relación de otras especies útiles usadas en Colombia como sombrío transitorio, sin olvidar que en zonas en las que económicamente no sea viable ninguna de ellas, pueden utilizarse especies de rastreo para proporcionar el sombreamiento, tales como los pringamosos, los platanillos y balsos, entre otros.

Relación de algunas especies útiles usadas como sombríos transitorios para el cacao

Nombre Común	Nombre técnico
Plátano	<i>Mussa sapientum L.</i>
Banano	<i>Mussa paradisiaca L.</i>
Higuerilla	<i>Ricinus comunis L.</i>
Papaya	<i>Carica papaya L.</i>
Maracuyá	<i>Passiflora edulis S.</i>
Matarratón	<i>Gliricidia sepium J.</i>

Sombríos permanentes

Son los que se establecen en el campo antes de sembrar el cacao simultáneamente con la sombra temporal y el que proveerá de sombra durante todo el ciclo de vida del cacao.

Las características que debe reunir un árbol como sombrío permanente para cacao son:

- Adaptación al clima y suelo de la región
- Sistema radicular profundo



- Fuste o tallo de rápido crecimiento (altura y diámetro) que permita la libre circulación del aire
- Mayor duración que el cacao (ciclo de vida)
- Ramificación amplia y dispuesta en forma de sombrilla
- Sus hojas de fácil descomposición y que permiten la filtración de la luz
- Madera resistente a la quiebra por vientos
- Tolerantes a las enfermedades y plagas comunes en la región
- Preferiblemente de utilidad, como los de madera fina, productores de resinas comerciales, etc.

Cultivo de cacao – sombrío permanente



En términos generales se requiere que los sombríos sean productivos, es decir que aporten económicamente al sistema, por ello hoy se recomiendan especies valiosas por su madera, sin dejar de reconocer que los árboles que tradicionalmente se han utilizado también son útiles como las Erytrinas, el matarratón, los orejeros, los samanes y el cañafistulo, entre otros que proporcionan leña, carbón de palo, por su aporte de materia orgánica o como forraje para animales, convirtiéndolo en un sistema diversificado.

Relación de algunas especies útiles usadas como sombrío permanente para el cacao

Nombre común	Nombre técnico
Cedro	<i>Cedrela odorata L</i>
Cedro cebolla	<i>Swietenia macrophylla King</i>
Nogal	<i>Cordia alliodora</i>
Anaco	<i>Erythrina poeppigiana</i>
Búcaro	<i>Erythrina glauca</i>
Samán	<i>Pseudosamanea guachapele</i>
Teca	<i>Tectona grandis</i>
Caucho	<i>Hevea brasiliensis</i>
Coco	<i>Cocos nucifera</i>

Propagación de plantas

La propagación de plantas es la técnica de multiplicar o producir nuevas plantas a partir de plantas existentes. Esto se hace de varias formas, buscando uniformidad en los cultivos, aumento de la productividad, plantas resistentes a enfermedades y plantas con los caracteres deseados.

Principalmente estas técnicas se dividen en dos categorías según los medios de propagación: medios de propagación sexual y medios de propagación asexuales.

Propagación sexual

La propagación sexual usa semillas para producir nuevas plantas. La propagación sexual es relativamente fácil y, a menudo, no requiere equipo especial. Es la forma que tiene la naturaleza de obtener muchas plantas de forma económica.

La propagación sexual en cacao, se hace por medio de las semillas que se extraen del fruto, las cuales según su objetivo se siembran como semillas híbridas o de patronaje, según el caso.

Las semillas híbridas son producidas por medio de polinización artificial, dirigida, realizando cruces específicos según la zona en la cual se sembrará. Esta se siembra en bolsas, y, permanece por un periodo promedio de tres meses en el semillero para posteriormente pasar a sitio definitivo.

La semilla de patronaje se utiliza como soporte del injerto que se hace cuando el tallo tiene un grosor apropiado, el injerto será la copa y el patrón la raíz. Este proceso de injertación se hace utilizando clones de alto rendimiento adaptados para cada una de las zonas agroecológicas.

Propagación asexual

La propagación asexual también se conoce como propagación vegetativa. Este tipo de propagación es donde no se necesita semilla, sino que se usa una porción de la planta para un nuevo crecimiento. En cacao se busca multiplicar las mismas características agronómicas de unas plantas, identificadas previamente conocidas como clones universales y regionales.

La propagación asexual se puede realizar de diversas formas. Estas formas incluyen: el acodo, el enraizamiento de estacas y el injerto.

La injertación

Es un método de propagación asexual que unen partes de dos o más plantas diferentes para que crezcan como una sola planta.

La injertación es el proceso mediante el cual se multiplica una planta sin que intervenga el cruzamiento sexual entre un árbol madre y un árbol padre, es decir un solo individuo es el que da origen a la descendencia lo cual hace que todas las características sean transmitidas por la planta clonada a sus hijos, generando poblaciones de plantas idénticas.

La injertación o injerto es el método preferido de propagación vegetativa para el cacao. La facilidad del injerto permite a los agricultores elegir las cualidades que desean en sus árboles y reducir los gastos relacionados con la obtención de árboles de cacao.

Los clones

Para obtener injertos de alta calidad es necesario garantizar que la yema utilizada tenga como origen un clon probado de alta productividad y calidad cuyas plantas generen abundante cantidad de mazorcas sanas y de grano con características deseables.

Los clones utilizados de cacao, son grupos de plantas reproducidas vegetativamente originadas en un solo árbol de rendimiento sobresaliente. Todos los individuos de dicho grupo presentan condiciones similares en la apariencia física (Tamaño, vigor, tipo, color y tamaño de los frutos, productividad, etc.).

Los patrones



El patrón o portainjerto proporciona el sistema de enraizamiento del árbol y es la parte que recibe el injerto. Los materiales genéticos que sirven como portainjertos se eligen generalmente por su disponibilidad, el vigor temprano y la resistencia a las enfermedades radiculares; deben provenir de una semilla sexual, extraída de los frutos (mazorcas maduras).

Se recomiendan semillas cuya madre corresponda a clones como IMC 67, PA 46, PA 121, PA 150, CAUCASIA-37, CAUCASIA-39, CAUCASIA-41 y árboles híbridos con clon fenotipo de IMC-67.

Las varetas y las yemas

Son las ramas terminales del cacao que contienen las yemas a propagar en cuyas axilas de las hojas y en la punta siempre hay yemas a partir de las cuales se produce la ramificación del árbol.

Estas yemas están formadas por los tejidos de crecimiento. Las yemas se transportan sin despegarse de la ramilla o vareta. En cada vareta pueden portarse una o varias yemas viables.

La vareta debe tener un diámetro igual o ligeramente inferior al del portainjerto. El brote o rama debe haber madurado recientemente; una mezcla de color verde y marrón color del tallo es un buen indicador de que tiene la edad adecuada.

Varetas porta yema para injertación



El injertador

La disposición y la preparación del injertador son muy importantes. Toda persona que aspire a injertar debe practicar repetidamente hasta adquirir la destreza necesaria para obtener un alto porcentaje de prendimiento de los injertos.

La rapidez, la perfección de los cortes, la coincidencia del corte del patrón con los de la yema y la estrecha unión de los tejidos injertados, hacen parte del éxito de un injertador. El nivel de la limpieza de las manos y de las herramientas es importante para evitar la infección de los cortes bien sea por hongos o por bacterias.

Herramientas y elementos necesarios

Navaja injertadora: En ocasiones puede ser reemplazada por láminas de acero inoxidable afiladas y adaptadas o por un buen bisturí.

Cinta de injertar: Cinta plástica, sintelita.

Materiales a injertar, varetas, yemas y patrones, bolsas de papel para injertos de cuña.

Condiciones apropiadas

- Cuando la injertación se haga en viveros, debe disponerse de un sitio adecuado en el que encuentre comodidad utilizando una mesa y un banco. Ojalá bajo techo.
- La injertación puede ser un vivero o en el campo cuando el patrón se haya colocado en sitio definitivo.
- Antes de iniciar la jornada de injertación debe disponerse de estos elementos y tener seleccionadas las yemas y varetas, disponga el número necesario para la jornada de trabajo. Los patrones deben corresponder a las características deseadas.

Proceso de la injertación

Se conocen varias formas de injertar de las cuales tres son las más utilizadas en Colombia. Estas son: El injerto de parche o T invertida, injerto de aproximación y el injerto de púa. El éxito de la injertación se logra si se cumplen rigurosamente los siguientes pasos:

Lave perfectamente las manos con jabón y abundante agua

Limpie y desinfecte las herramientas, utilice formol 10% o alcohol

Disposición de buenos materiales, herramientas adecuadas, sitio apropiado y excelente disposición de ánimo.

Proceso de injertación por aproximación

Una vez esté dispuesto el sitio, los materiales y elementos, se procede a realizar este proceso para el que se utilizan más de una yema por injerto y se llama injerto por aproximación.

Preparación del patrón

Selección

Manejo sanitario y fertilización, lo cual parte de la siembra de un buen vivero, los cuidados necesarios y recomendados para el levante de las plántulas, si se hace en chupón basal debe disponerse de árboles sanos, con 5 raíces abundantes y vigorosas.

Deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos: Previa aplicación de riego, limpieza de tallo, eliminación de hojas bajas, corte de la corteza en forma de Bisel a 0.25 centímetros de altura del cuello de la raíz, raspado y eliminación de la corteza de ocho (8) a diez (10) centímetros por encima del corte realizado anteriormente.

Preparación de la yema



- Escoger la vareta del grosor aproximado al del patrón.
- Seleccionar las yemas que estén bien desarrolladas y ubicadas en la axila de la hoja.
- Hacer corte en Bisel (oblicuamente) en sentido contrario del patrón, de tal forma que encajen perfectamente los dos cortes.
- Separación de la corteza incluido parte del leño de la vareta porta yemas sin causar daño a la misma en forma recta y plana de punta a punta.
- Hacer la unión de porta yemas con el patrón buscando un acople total de los dos materiales.
- Amarre del injerto con sintelita iniciando un centímetro debajo de la base del injerto y de abajo hacia arriba superando cuatro centímetros por encima del injerto, presionado fuertemente para hacer que los tejidos se unan y formen los ligamentos perfectos.
- Liberación del amarre del injerto y eliminación de la cinta a los 20 días de realizada la injertación.
- Revisión de injertos prendidos y despunte de ramas del patrón a los ocho (8) días de soltado el injerto.
- Eliminación total de la copa del patrón al mes de soltado el injerto.
- Eliminación total del patrón a ras del injerto en bisel y cicatrización del corte realizado.



Proceso de injertación de cuña por hendidura

Injertación por cuña



Este tipo de injerto es el resultado de la adaptación del método de injertación usado en aguacate y se trabaja con las yemas más jóvenes de la vareta. Adicionalmente a los elementos usados en los demás tipos de injerto, se requiere de bolsas plásticas y bolsas de papel.

Para este tipo de injerto el patrón puede estar en bolsa de polietileno o ya trasplantado en sitio definitivo. Puede también utilizarse un chupón basal de árbol adulto. Se utiliza la ramilla, de la punta de las ramas.

La vareta debe tener 2 o 3 yemas axilares y puede conservar la yema terminal. Preparación de la ramilla mediante el corte de la parte de las hojas hasta dejar solamente 1/3 de su área foliar. El patrón es cortado a unos 20 centímetros de altura.

A la punta de la ramilla se le hace con la navaja una púa puntuda pero plana. La cuña debe tener aproximadamente 2 centímetros de longitud.

Al patrón se le hace una incisión en la parte superior, se divide en dos mitades iguales, de aproximadamente 2 centímetros de profundidad.

La púa de la ramilla se inserta en medio de la incisión del patrón.

Se amarra vigorosamente con la sintelita de tal forma que haga un contacto fuerte entre el patrón y la púa. El amarrado se comienza de abajo hacia arriba.

Se coloca encima de la vareta una bolsa de polietileno que se amarra aprovechando la misma cinta de sintelita y utilizando las dos últimas vueltas del amarrado. Este debe ser seguro para evitar que se suelte.

Así queda sellada toda la entrada de aire a la bolsa.

Se coloca sobre el injerto recién hecho una segunda bolsa, ésta de papel. El injerto es colocado luego en un sitio donde se le garanticen sus óptimas condiciones de desarrollo, temperatura, agua, sombra y humedad, utilizando un cobertizo preferiblemente de base de tela sombra.

Después de veinte días se quitan las bolsas. El injerto ya debe estar pegado. Sin embargo, se continúa dejando el amarre. La bolsa se puede cortar para quitarla o dejarla hacia abajo.

Deben proporcionarse los cuidados para evitar ataques de insectos como las hormigas y prevenir enfermedades. Se pueden aplicar fungicidas protectantes o insecticidas en forma de aspersión o espolvoreados.

Un mes después de destapado el injerto se pueden transplantar, es decir a los 4 meses de haber sido sembrado el patrón. También se puede realizar el proceso por el costado del patrón, haciendo una incisión en medio de la corteza y el leño.

Igualmente se introduce la púa, se amarra el injerto y la bolsa fuertemente. Se coloca la bolsa de papel repitiendo el proceso arriba descrito.

Proceso de injertación por parche utilizando una sola yema

Preparación del patrón

- Selección de patrones bien desarrollados y libres de patógenos
- Aplicación de riego
- Ubicación bajo cobertizo
- Limpieza del tallo
- Eliminación de hojas bajas para facilitar la labor de injertación
- Corte transversal de la corteza evitando perforar el leño del patrón un centímetro por debajo de la cicatriz del pecíolo de la hoja
- Realizar dos cortes verticales y paralelos formando una U
- Levantamiento de la lengüeta y división de la misma en dos partes iguales

Preparación de la yema

- Selección de una yema bien desarrollada
- Extracción de la yema por medio de cuatro cortes formando un rectángulo teniendo en cuenta que la yema quede bien centrada
- Levantamiento y separación de la yema sin causar daño a la misma
- Ubicación de la yema en el patrón de tal forma que ésta quede bien asentada en la parte baja y a un lado del corte del patrón
- Amarrando de la cinta de abajo hacia arriba presionando fuertemente para asegurar prendimiento
- Soltada de la cinta a los 15 días de realizada la injertación
- Despunte de ramas del patrón a los ocho (8) días de soltado el injerto
- Eliminación total del patrón a ras cuando las hojas del injerto estén bien desarrolladas

Propagación en vivero

Un vivero es una instalación agronómica donde se cultivan, germinan y maduran todo tipo de plantas con el fin de trasplantarlas al campo en el momento adecuado. Los viveros cuentan con diferentes clases de infraestructuras según su tamaño y características.

En este espacio todas las plantas se encuentran muy próximas y protegidas del exceso del sol, donde el cuidado es cómodo y eficaz, disminuyendo el riesgo de afectación por plagas y enfermedades.

Elementos de que consta el vivero

- **Terreno:** Es conveniente establecer el vivero en un lote plano o ligeramente inclinado, de buen drenaje. Este debe llenarse lo mejor posible y limpiarse de todo tipo de plantas, piedras, maderas o escombros.

Debe estar ubicado en un sitio cercano a una fuente de agua o en todo caso debe ser posible hacer llegar agua hasta allí por cualquier mecanismo. Además, debe estar protegido o cercado para evitar el ingreso y la acción de animales domésticos.

- **Cobertizo:** Las plantas de cacao jóvenes necesitan de abundante sombreamiento. Es necesario reducir la luz del vivero en aproximadamente el 70%, es conveniente colocar un techo o cobertizo por encima de la superficie del almácigo que filtre la luz solar, a una altura aproximada de 1,80 metros. Este techo debe dejar pasar hacia la superficie, una cantidad de luz solar de aproximadamente el 30% de la normal. Para ello se utilizan elementos como la tela sombra o polisombra, elemento sintético de uso común.

También pueden utilizarse materiales naturales comunes de las fincas cacaoteras tales como pajas, hojas de palma, helechos, guaduas u otros propios de cada región.

Vivero de cacao, San Vicente de Chucurí, Santander



- **Postes o estantillos:** El cobertizo se apoya sobre postes de madera, metal o cualquier otro material, en lo posible el más económico de la región. Se utilizan enterrados, a tres o cuatro metros de distancia en cuadro, su altura sobre el nivel del suelo será cercana a 1.8 metros.

Sobre los postes se extienden cuerdas preferiblemente de alambre, en las que se apoya el techo del cobertizo. Las cuerdas también se utilizan para ayudar a sostener los postes amarrándolas entre sí y asegurándolas al suelo. Entre los postes en vez de alambre puede utilizarse madera delgada o guadua. Sobre estos se coloca la tela sombra o los materiales usados para el cobertizo.

Los materiales descritos para el cobertizo pueden ser adaptados para cada una de las fincas y para pequeños semilleros es posible reemplazar la tela sombra por guaduas, palmas, hojas de plátano, etc. Lo importante es que el almácigo salga lo más barato posible mientras cumpla con las necesidades para obtener plántulas vigorosas y de alto potencial productivo.

- **Eras:** Son surcos de aproximadamente un metro de ancho por cuatro a seis metros de largo, dejando caminos de 50 a 100 centímetros entre cada una de ellas. Las eras están delimitadas por guaduas o maderos que evitarán el volcamiento de las bolsas.

- **Drenajes:** El vivero debe tener un ligero desnivel o contar con drenajes que permitan la evacuación inmediata de las aguas sobrantes de lo contrario se presentaría encharcamiento.

- **Riegos:** Viveros pequeños podrán ser surtidos de agua de manera manual con una vasija regadera para lo que debe contarse con fuentes cercanas de aguas limpias aptas para el riego. En viveros comerciales deberá contarse con un sistema de riego por tubería, con surtidores distribuidos de manera uniforme en el área del vivero.

- **Colocación de las bolsas:** Inicialmente se ubican las bolsas en las eras de a 10 unidades a lo ancho por el largo de cada surco, estas deben estar perfectamente llenas.

- **Proceso para el llenado de bolsas:** Las bolsas de polietileno, recomendadas para los almácigos de cacao, usualmente son de dos tamaños así: Cuando se trata de producir plántulas para llevar a sitio definitivo antes de la injertación, se utilizan de 15 cms de ancho por 23 cms de largo. Cuando se va a realizar injertación en vivero, el largo debe ser de por lo menos 30 centímetros en razón a que el trasplante es más demorado y por supuesto la raíz pivotante del cacao necesitará mayor espacio hacia abajo.

Llenado de bolsa en vivero de cacao, San Vicente de Chucurí, Santander



Una composición deseable puede ser la siguiente:

Tres partes de tierra (tres bultos), Una parte de arena (un bulto), Una de materia orgánica (un bulto), Cal un kilogramo. Se mezclan todos estos de manera uniforme.

- **Calidad de las bolsas:** Debe asegurarse la calidad de estos elementos de tal manera que sean de plástico no reciclado y de un calibre mínimo 2, en las bolsas grandes el calibre más recomendado es 2.5.

- **La tierra y su preparación:** La tierra o sustrato para la siembra de las semillas de cacao es un elemento muy importante dado que constituye el alimento para la joven planta durante su etapa inicial de crecimiento. Por ello, la tierra debe caracterizarse por tener una composición propicia para el desarrollo adecuado de los delicados órganos de la naciente planta y poseer los elementos indispensables para su nutrición.

Para ello debe en lo posible tener textura suave, de apariencia esponjosa. En términos generales, parecido al aspecto que presentan la tierra de la capa más superficial del suelo.

En todo caso cuando no se cuenta con un suelo franco que presente estas características, debe prepararse el sustrato, para lo cual también se puede mezclar un porcentaje de aproximadamente el 20 por ciento de arena, cascarilla de arroz y materia orgánica bien descompuesta.

El uso de la materia orgánica en condiciones inadecuadas trae consecuencias negativas para la plántula especialmente en cuanto favorece el ataque de enfermedades; La materia orgánica debe haber cumplido un proceso de transformación hasta adquirir el aspecto de tierra y no presentar olor desagradable típico de material en descomposición. Eventualmente habrá que agregar algunos elementos nutrientes que estén en condiciones deficitarias o los correctivos necesarios.

En general, deben tenerse en cuenta las siguientes indicaciones:

- Llenar las bolsas hasta rebosarlas con la tierra previamente preparada, compacte levemente el contenido de la bolsa golpeando su base contra el suelo, volviendo a llenar el espacio que se produzca en la parte de arriba.
- Aplicar aserrín o cascarilla de arroz en la superficie de la bolsa para ayudar al control de malezas y el salpique del agua en tallo para prevenir enfermedades
- Trasladar las bolsas a la era organizando las hileras correspondientes.

Siembra de la semilla para patronaje:



Colocar una semilla por cada bolsa previamente llena de tierra, de la siguiente manera:

Hacer un hueco de aproximadamente tres centímetros de profundidad, por dos de ancho, en la tierra que llena la bolsa, debe hacerse en el centro de la boca de ésta. Allí se coloca la semilla, una por cada bolsa, asegurándose que la parte más plana quede hacia abajo pues es allí por donde emerge la radícula o hembrilla que es la estructura que origina la raíz.

Posteriormente se tapa con uno o dos centímetros de tierra y se aplica agua garantizando su humedad mientras que la semilla o la plántula permanezca en el vivero.

Una vez sembrada la semilla sexual, se debe mantener una permanente vigilancia, visita todos los días al vivero, con el fin de garantizar los cuidados necesarios y estar alerta frente a posibles eventualidades.

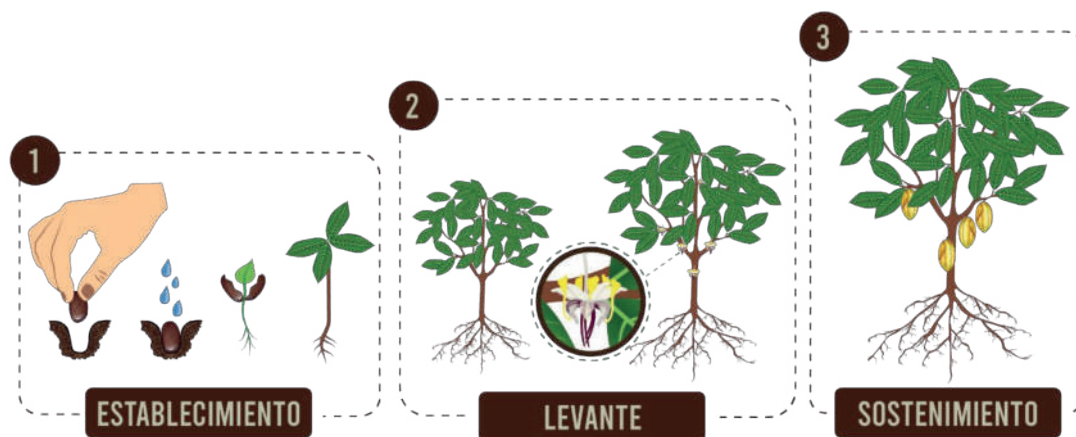
Las siguientes son las prácticas y previsiones más comunes que deben tenerse en cuenta:

- Garantizar el suministro permanente de agua, para lo cual es necesario regar diariamente, en caso de no presentarse lluvia. El sustrato o tierra debe permanecer dentro de la bolsa con humedad permanente en condiciones cercanas a la capacidad de campo, es decir con la máxima humedad que puede contener el suelo sin que comience el encharcamiento o haya escorrentía.
- Los canales de drenaje deben permanecer funcionando, sin obstrucciones y sin que en ellos permanezca agua quieta.
- Eliminar las malezas en la medida que vayan emergiendo, lo cual debe hacerse manualmente. Para evitar la rápida aparición se puede cubrir la superficie del sustrato, (tierra de la boca de la bolsa), con aserrín, cascarilla de arroz o cualquier otro residuo vegetal de fácil consecución.
- Mantener la alerta para prevenir la incidencia de plagas, cuando en la revisión diaria se detecte el daño algún insecto o la acción de alguna plaga, deben tomarse las previsiones necesarias según la naturaleza del ataque. De igual manera debe procederse para el control de las enfermedades.

Para el control de las plagas, en lo posible deben usarse insecticidas orgánicos o de baja toxicidad, bien sea espolvoreados, en aspersión o a manera de cebos. Solo se deben aplicar cuando se evidencien los primeros ataques. En cuanto a las enfermedades especialmente la *Pytophthora* deben realizarse aplicaciones preventivas de insecticidas cúpricos de manera semanal cuando aparezcan síntomas de la enfermedad, tales como el marchitamiento y posterior secamiento de hojas y tallos.

Adicionalmente a la aplicación preventiva deben retirarse las plántulas con dichos síntomas. El evitar el salpique del sustrato a la planta evita la ocurrencia de enfermedades, para lo cual también es útil el cubrimiento de la superficie de la tierra de la bolsa con residuos vegetales como el aserrín y las cascarillas.

Para el correcto manejo de plagas y enfermedades, es útil asesorarse de un técnico. El vivero debe ubicarse en un sitio limpio y bien drenado, de fácil acceso y protegido de la acción de los animales domésticos.



Cuando se contempla comenzar una plantación de cacao, es indispensable conocer los diversos factores involucrados en este proceso. Ciertas condiciones ambientales y edáficas deben ser óptimas para el crecimiento productivo de las plantas de cacao. Estas condiciones incluyen temperatura, lluvia, vientos, humedad, tipos de suelo, pH del suelo y nutrición del suelo.

El agroecosistema en un cultivo de cacao es un factor relevante que hay que conocer con la intención de sostener la plantación de cacao por un largo periodo productivo; teniendo en cuenta que se deben adaptar a los recursos y a sus propósitos.

Cuando se habla de cultivos de cacao, dentro de la concepción moderna se entiende que se trata de la conformación de un sistema de producción caracterizado por una sucesión de cultivos o de especies intercaladas.

Donde el proceso de instalación del cacao en sus etapas iniciales, se combina con una especie de ciclo corto, posteriormente con cultivos de ciclo medio y finalmente durante toda la vida adulta con árboles que le proveen sombreado definitivo.

El proceso del sistema productivo del cacao, tiene las siguientes etapas básicas para garantizar plantaciones de alto rendimiento:

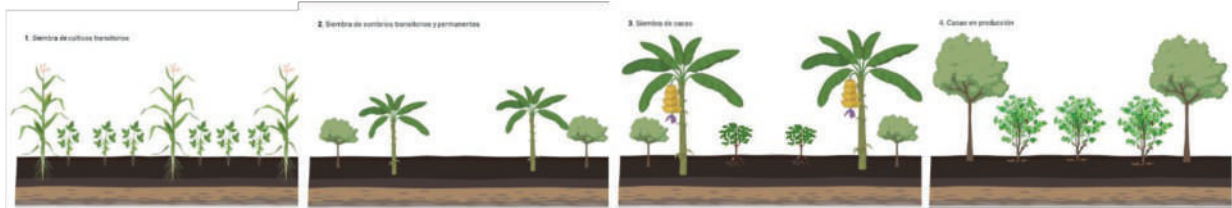
Primera Etapa: Instalación o establecimiento. Se trata de la ubicación en el terreno y el manejo de todas las especies del sistema, de manera escalonada.

Segunda Etapa: Levante. Es el manejo desde la instalación hasta que inicia la producción el cacao. Desde que el cultivo queda instalado hasta que inicia su producción, es decir el manejo durante la etapa improductiva. Se desarrollan las labores de desyerbas, podas, control sanitario, fertilización, riegos, drenajes, cosecha de productos del sombrío transitorio. Al iniciar esta etapa ha desaparecido el cultivo de ciclo corto.

Tercera Etapa: Sostenimiento de la plantación en su fase productiva. Desarrollo de labores que garantizan una producción abundante de cacao duradera y permanente, además del manejo y desarrollo normal de las especies de sombrío. En esta se ejecutan las labores de poda, control de plagas, control de enfermedades, control de malezas, fertilización, riegos y drenajes de ser necesarios. Finalmente, la cosecha y beneficio del grano.

Instalación de cultivos de alto rendimiento

Por ser originario de las zonas húmedas de la cuenca amazónica, sería lógico suponer que las condiciones óptimas para el cultivo serían aquellas que se asemejan a las encontradas espontáneamente en el centro de origen.



A continuación, se describen los pasos para el proceso de instalación de un cultivo de alto rendimiento:

Selección del terreno

El área seleccionada corresponde al cumplimiento de las condiciones apropiadas de suelo, factores ambientales y económicos. Terrenos con las mejores condiciones de fertilidad, altitud, relieve del suelo, acceso, favorecen el éxito de plantación.

Preparación del terreno

Una vez que se selecciona un área adecuada para establecer la plantación y se finaliza la operación de planificación, se puede activar la preparación del terreno. Estas actividades se dividen para estructurar y acelerar el proceso de implementación con el fin de estar listos para la siembra en el momento más adecuado, de acuerdo con las condiciones climáticas agroclimáticas de cada región.

El uso del suelo antes de la siembra del cacao, hace que las labores a ejecutar en la preparación del terreno sean diferentes, para la instalación exitosa de una exploración cacaotera. Independientemente de la condición en que se encuentre, se debe realizar labranza mínima, rozando y plateando ampliamente el sitio de siembra.

El sistema de labranza mínima, los productores tienen una herramienta alternativa para una mejor conservación del suelo. Entre las ventajas se encuentra, la disminución en pérdidas por erosión, aumento de los niveles de materia orgánica en el suelo y de la productividad. Con la labranza mínima también se reduce la pérdida del agua, lo que implica un benéfico impacto ambiental y ahorro de recursos.

Densidad de siembra

Para iniciar todo trazado lo primero que se determina es la distancia de siembra. No existe ni se puede establecer una norma general para determinar la distancia de siembra, en todos los casos.

La distancia varía de acuerdo con los diversos factores como pendiente del terreno, fertilidad del suelo, material de siembra, condiciones de sombrero, agroecología de la región, entre otros. Lo anterior indica que la distancia puede variar en cada caso particular; en tal sentido se recomienda a los cacao-cultores consultar al servicio de extensión, para que estudien su caso y aconsejen la mejor distancia.

Como medida o distancia de siembra normalmente usada en Colombia donde se ha desarrollado el cultivo de cacao ha sido la correspondiente a 3 metros por tres metros, en arreglos que pueden van en cuadro a al triángulo.

Trazado

Una vez preparado el terreno, se traza y se hacen los hoyos para la siembra. Hay varios sistemas de trazado; trazados que garanticen una densidad entre 900 y 1.500 árboles de cacao por hectárea, en forma de cuadrado, triángulo, curva de nivel o en rectángulos, utilizando distancias uniformes o en arreglos asimétricos que permitan un mejor aprovechamiento del terreno.

La realización del trazado, tiene por objeto señalar los sitios en los que se perforarán los hoyos para trasplantar los árboles correspondientes. Debe hacerse un trazado para el cacao y las especies acompañantes.

Para las plantas de sombrío transitorio, si es el caso del plátano, puede instalarse una planta de este por cada planta de cacao, lo cual da una densidad similar para las dos especies. En caso de que requiera una densidad diferente se harán trazados de manera independiente.

El trazado más común para plantas de maderables es el de 6 x 6 x 18, es decir 3 m entre plantas y 18 entre líneas con lo cual se obtiene una densidad de 185 árboles de sombrío por hectárea. Otro tipo de trazado dará densidades diferentes como por ejemplo si es en surcos dobles, la densidad se duplicará.

Con especies de copa frondosa habrá que aumentar las distancias entre hileras disminuyendo la densidad de árboles.

Labor de trazado para establecer la plantación de cacao, El Carmen de Chucurí, Santander

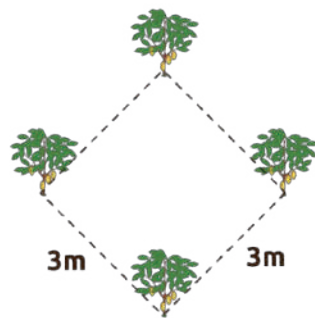


Velandia, A. 2021

Fórmulas para conocer el número de plantas que caben por área de terreno

Si necesitas saber cómo calcular el número de árboles por hectárea, todo lo que tienes que hacer es dividir la superficie que tiene una hectárea, es decir, 10.000 m², entre la superficie que ocupa cada árbol. De este modo obtendrás la cantidad total de ejemplares.

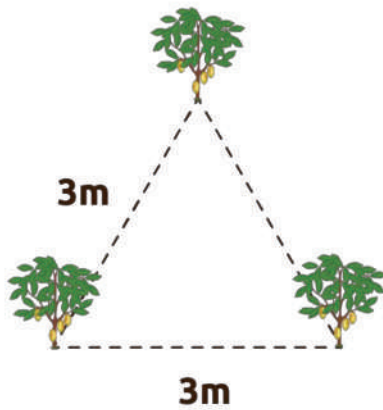
Sistema en cuadro



$$\frac{S}{d^2}$$

(S) Superficie total
(d²) Distancia entre plantas

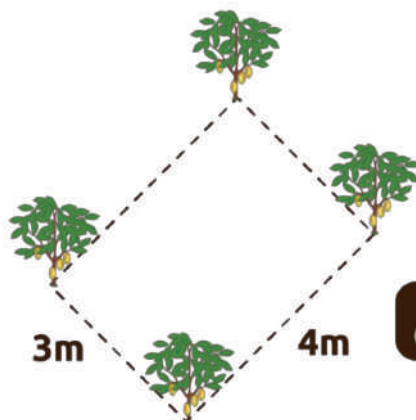
Sistema en triángulo o tres bolillos



$$\frac{S}{d^2} \times 1.154$$

(S) Superficie total
(d²) Superficie total x Constante

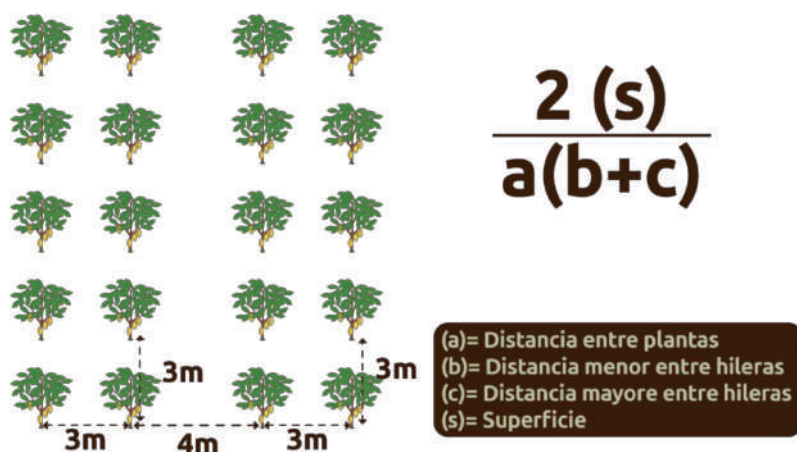
Sistema en rectángulo



$$\frac{S}{l \times a}$$

(S) Superficie total
(S) Distancia entre surcos x (a) Distancia entre plantas

Sistema en surcos múltiples



Siembra del cultivo de ciclo corto



Llamamos cultivos de ciclo de vida corto a aquellos productos que tienen una vida útil máxima de dos años. Cultivos que funcionan en el microclima, son o pueden ser explotados económicamente en nuestro tipo de suelo, tienen atractivos mercados locales, normalmente con pocos costos de inversión y mantenimiento.

Ahoyado

Para ubicar en su sitio definitivo las especies del sistema productivo cacao, se procede a realizar la apertura de hoyos, en el punto donde se ubicó la estaca para el cacao, los sombríos transitorios y los forestales.

Siembra del sombrío transitorio



Se refiere a la ubicación definitiva en el lote de las plantas que proveerán el sombrío transitorio al cacao. Deben sembrar por lo menos 5 meses antes de llevar al cacao al sitio definitivo.

Siembra del sombrío permanente



Se refiere al trasplante de los forestales que han de proveer el acompañamiento al cacao durante su etapa adulta. Se establecen simultáneamente con el sombrío transitorio.

El trasplante



El proceso de llevar la plántula al sitio definitivo en el que va a permanecer toda su etapa productiva, reviste importancia dada la incidencia que puede tener en la vida productiva del árbol adulto. Los siguientes son los cuidados que se deben tener para garantizar un adecuado trasplante.

Ahoyado para cacao. La planta joven requiere de comodidad para crecer y distribuir su raíz a lo largo y ancho del suelo. Por eso requiere la mayor amplitud con suelo suelto y blando. De ahí que se le debe proporcionar un hoyo lo más grande posible para proporcionarle el nicho apropiado.

Teniendo en cuenta las diferencias un suelo, arcilloso y duro requerirá huecos de mayores dimensiones que un suelo suelto y mullido.

En el primer caso las dimensiones pueden ser de 60 centímetros de largo por 60 de ancho y en el segundo de 40 por 40.

Para preparar el hoyo se deben utilizar herramientas adecuadas como palas corrientes o paladraga, según los siguientes pasos:

- Demarcación del perímetro, es decir señalar en la tierra el tamaño del hueco.
- Retirar la tierra de la superficie de los primeros 10 ó 20 centímetros, la cual es de color más oscuro por su contenido de materia orgánica. Esta debe separarse para usarla posteriormente en el llenado del hoyo pues generalmente es más suelta.
- Aparte se coloca la tierra de color más claro, que no contiene materia orgánica.
- Una vez abierto el hoyo se procede a sembrar la plántula. Cuando la plántula esté al borde del hoyo se quita la bolsa de polietileno, sin romper el “pilón” o masa compacta de tierra y raíces que se ha formado dentro de la bolsa.
- Se coloca el “pilón” dentro del hoyo de tal manera que el cuello de la raíz quede a ras del suelo.
- Se termina de llenar el hoyo hasta la superficie, sin que quede el tallo enterrado, ni la raíz expuesta.
- Se llena parcialmente el hoyo con la tierra negra u oscura de la primera capa del suelo, la cual se apartó al abrirlo, hasta dejar sin llenar solamente los primeros 20 centímetros, medidos de la boca del hoyo hacia abajo.
- En el fondo a continuación se aplica fertilizante, preferiblemente de origen orgánico, garantizando que la materia orgánica se encuentre totalmente transformada.

Otros aspectos a tener en cuenta para el éxito de la ubicación del arbolito en el lote definitivo son los siguientes:

- Colocar los residuos de malezas en forma de corona alrededor de la plántula recién sembrada

- No deben sembrarse árboles muy jóvenes y pequeños pues los cuidados y desyerbas en el lote definitivo son costosos.
- Árboles pasados de trasplante, presentan deformación y cambio de dirección de la raíz, por el efecto de la bolsa de polietileno, defectos que afectan al árbol adulto de manera definitiva. Por ello no deben sembrarse.
- La época más propicia para el trasplante es el inicio de la temporada de lluvias.

Levante del cultivo

En esta etapa se deben garantizar las labores de poda de formación, control de malezas, manejo del sombrío transitorio y permanente, control sanitario, fertilización, riego, cosecha de productos de las especies de sombrío transitorio.

MANEJO DE PLANTACIONES ADULTAS

Se considera productivamente adulto, un árbol de cacao cuando su volumen de cosecha se vuelve constante, lo cual debe ocurrir al cuarto o quinto año de sembrado, si se han hecho bien las cosas. A esta edad debe producir al menos un kilogramo, es decir como mínimo unas 20 mazorcas. A la planta de cacao que produzca menos se le debe evaluar y si es del caso renovarla por cambio de la copa o sembrar una nueva en su lugar.

El cacaocultor debe estar pendiente de cada uno de los árboles, siendo consciente de que la suma de lo que produce cada arbolito se verá reflejado en el ingreso total y en la rentabilidad, por ello la familia debe estar realizando un permanente diagnostico individual y así poder detectar esas plantas que quitan más de lo que dan y tomar las medidas técnicas del caso.

De la misma manera examinar rutinariamente el aspecto general de la plantación. Es posible relacionar, por ejemplo, el color amarillento con un pobre sombrío o con falta de nutrientes. En general un hábito o costumbre con el que cuentan los cacaocultores de éxito, consiste en recorrer frecuentemente los lotes y de inmediato estar tomando los correctivos a los inconvenientes que vaya observando.

Labores de manejo para un cultivo de cacao

Plantación de cacao adulta, Falan, Tolima



Para que una plantación de cacao sea atendida adecuadamente con miras a conservar una alta productividad, asegurar el ingreso remunerativo permanente para el cacaocultor y procurar una larga vida productiva al cultivo, deben realizarse de manera permanente y sin falta labores como las Podas, control de enfermedades, regulación de sombra, Control de malezas, fertilización, riegos en regiones que no cumplen con los niveles mínimos de precipitación y drenajes en los casos de lotes encharcables.

EL CONTROL DE MALEZAS

El término malezas corresponde a las plantas ubicadas en el entorno de los árboles de cacao que pueden eventualmente o permanentemente causar algún detrimento del óptimo desempeño de la planta. En otras palabras, la maleza corresponde a toda especie vegetal que disminuye el rendimiento de otra planta, bien sea porque le quita el espacio, le disputa los nutrientes, le disminuye la disponibilidad de agua, de aire o de luz. Teniendo en cuenta este criterio, ninguna planta debe calificarse de por sí como maleza, pues antes que todo debe evaluarse el nivel de competencia que puede estar ejerciendo y si esta resulta nociva en términos productivos o mejor aún en términos de la economía del cultivo, es decir si disminuye los ingresos del productor.

La eliminación o disminución de la competencia de otras especies vegetales que se encuentran dentro de los cultivos de cacao no supone necesariamente la eliminación de las mismas y en muchos casos su manejo racional puede significar el agregar efectos benéficos al cultivo, adicionales a la eliminación de la competencia lo cual resulta favorable en términos productivos, puesto que la existencia de plántulas diversas pueden airear el suelo, favorecer la proliferación de organismos de la microfauna y microflora benéfica del suelo, contribuir con la meteorización de los minerales y su reciclaje.

Plateo alrededor de una planta joven de cacao en forma manual, Palermo, Huila



El manejo de la flora acompañante del cacao no debe tener hoy el criterio tradicional del llamado control de malezas que indicaba la eliminación de toda planta distinta a la de la especie cultivada sin importar el medio, el modo y la oportunidad. Por ello en el cultivo del cacao, el uso de métodos de deshierba como los correspondientes al uso de herbicidas está prácticamente revaluado.

El manejo mecánico de las plántulas es hoy en cambio, la labor recomendada máxime cuando en la edad adulta los propios árboles de cacao con la sombra que producen y con el depósito de hojarasca que generan eliminan prácticamente toda posibilidad de competencia.

Plantación de cacao con control de malezas, Baraya, Huila



Con la adición de un implemento, el control mecánico de malezas es una actividad más sencilla y segura, a las guadañadoras se les puede incorporar un elemento protector, que impide que la cuchilla ocasione daños en los troncos de los árboles de cacao, en los vástagos de plátano, y en los árboles maderables.

Cuchilla de guadaña y protector



Las hojas que se desprenden de los árboles de cacao y los árboles maderables caen al suelo se demoran en descomponerse, formando un colchón de hojarasca que dificulta la emergencia de otras plantas, al tiempo que mantiene la humedad en el suelo y favorece el desarrollo de microorganismos que encuentran debajo de estas hojas y en la superficie en descomposición, un hábitat propicio para su desarrollo. Solo se presenta el crecimiento de plantas en los claros donde falta un árbol de cacao, o cuando la densidad de cultivo es muy baja.

Cultivo de cacao, con cobertura de hojarasca, Granja Tierradura, Miranda, Cauca



En conclusión, el control de malezas en cultivos de cacao adultos, se garantiza si no se remueve la capa de hojarasca y si se realizan prácticas de poda adecuadas que no permitan demasiada radiación directa al suelo, al igual que sembrando los sitios donde falten plantas de cacao. En muchas de las resiembras, bien puede plantarse una planta de plátano mientras crece el cacao. Así se hace un uso racional y económico de la superficie del suelo.

En la etapa de instalación del cultivo, por la falta de buen sombreado puede ser mayor el efecto de la competencia de otras plantas. Ello se evita con la siembra de las especies de sombrío con la anticipación adecuada.

Tanto para la siembra y crecimiento de las especies acompañantes o proveedoras de sombra del cacao, es conveniente considerar el concepto de plateo, que consiste en mantener controlado el crecimiento en la zona de influencia de raíces del cacao, dejando crecer las hierbas o arbustos en el resto del terreno.

Dicho control a manera de plateo se hace en forma radial a partir del tronco del cacao en una superficie cuyo tamaño se va ampliando en la medida en que el cultivo vaya creciendo, comenzando a 30 cm del tronco hasta un metro de distancia aproximadamente.

Tanto los plateos como las deshierbas, se recomienda sean realizadas unos tres o cuatro veces por año en forma manual o con machete o con guadaña, llamada también corta malezas, en las épocas señaladas para el manejo del cultivo de acuerdo con su fenología.

Al momento del trasplante de los árboles y durante la etapa juvenil de esto ayuda al control el depósito de residuos vegetales alrededor del tronco lo cual impide la entrada de luz a la superficie del suelo y retarda el crecimiento de las hierbas.

En lo posible se deben programar las desyerbas o limpiezas para las épocas anteriores al inicio de las lluvias y ojalá antes de la recolección de la cosecha, quedando un intervalo largo entre la última desyerba del año y la primera del siguiente, que corresponde a la temporada seca.

La desyerba antes al inicio de la temporada húmeda garantiza que cuando el árbol activa sus

mecanismos fisiológicos, preparándose para la cosecha, encuentra el mínimo de competencia por cuenta de las malezas; el hecho de transcurrir un periodo largo durante el periodo seco sin cortar las malezas, disminuye costos en un periodo en el que tampoco es tan activo el crecimiento de éstas y su nivel de competencia es mínimo.

Arvenses: Es de máxima importancia el tener en cuenta el concepto de Arvenses. Estas son plantas que no causan ningún tipo de competencia a las plantas cultivadas o esta es insignificante en términos económicos y por el contrario su efecto benéfico puede ser considerable.

Los avances deben dejarse crecer alrededor del cacao, en especial si son de crecimiento a manera de cobertura, con la cual se mantiene la frescura del suelo. Se protegen de la erosión y se agregan los efectos señalados sobre microflora y microfauna.

Hay algunas de estas que no crecen espontáneamente y pueden ser cultivadas y pueden tener algún interés comercial como las llamadas aromáticas, medicinales o condimentos.

Algunos ejemplos de estos son los siguientes:

En la etapa de instalación del cultivo, mientras crecen los sombríos, en los espacios que dejan tales especies, en los entresurcos, se utiliza el cultivo de plantas de ciclo corto que contribuyen a controlar las malezas, además de los efectos benéficos en términos económicos y de aporte de nutrientes al suelo en especial si se trata de leguminosas.

De otra parte, la siembra de este tipo de cultivos representa ventajas tales como: controlan el crecimiento de malezas, protegen el suelo de la radiación directa del sol, y generan ingresos económicos al productor. Un ejemplo de cobertura benéfica es el cultivo de frijol.

Protección del suelo con cobertura de frijol, Algeciras, Huila



PODA DE CACAO



La poda es una de las prácticas de manejo del cultivo del cacao que más inciden en el aumento de la productividad, pero también, realizada de manera inadecuada pueden deteriorar considerablemente la plantación y disminuir drásticamente la formación y maduración de frutos con el consecuente impacto en la economía de la empresa cacaotera.

El objetivo principal de la poda es el darle al árbol la estructura más adecuada para que exprese toda la capacidad productiva que su configuración genética le permite. El cuerpo del árbol entonces debe modificarse a través de la poda para promover la formación de áreas de floración, cuajamiento de frutos, crecimiento y madurez de estos.

Es esencial para la práctica de la poda el conocimiento del manejo integral del cultivo, el conocimiento fisiológico de la especie cacao y la influencia del clima en el que se desarrolla la plantación.

Es necesario por supuesto el pleno conocimiento de la fenología, identificando dentro del ciclo anual las épocas de reposo de la planta, los periodos vegetativos en los que se presenta la brotación, los de la floración, cuajamiento de frutos y épocas de cosecha.

El régimen de lluvias en el cacao es el factor que más incide en el comportamiento de los procesos internos y externos del cacao y es el que marca los fenómenos fisiológicos, en especial los que tienen que ver con el crecimiento vegetativo y reproductivo, claves en la ejecución de la poda en su oportunidad óptima.

Una poda mal hecha o mal programada en el tiempo puede ocasionar una serie de consecuencias negativas como la interrupción de los ciclos productivos y vegetativos de la planta, predisposición del árbol o ataques de plagas y enfermedades, marchitamiento de pepinos y ramas jóvenes, eliminación de gran cantidad de frutos verdes en desarrollo, transmisión de enfermedades como mal de machete, fitophtora y algunas enfermedades virales y deterioro de árboles.

Época de la poda

En términos generales la época de la poda principal se relaciona con la etapa final de la temporada seca, final del ciclo de reposo, lo que garantiza que al entrar las lluvias y el aumento de la humedad ambiental cuando se activan todos los procesos fisiológicos, periodo de crecimiento vegetativo, el árbol esté debidamente preparado para la producción en óptimas condiciones.

La segunda poda debe hacerse antes de cuatro meses de la principal coincidiendo con la realización del control de la escoba de bruja y de manera intermedia entre estas dos de acuerdo con las condiciones y necesidades particulares podrán darse otras oportunidades de intervención para corregir levemente algunos aspectos sin que se tenga que modificar profundamente la estructura u arquitectura del árbol.

A través de la poda se logran los siguientes resultados

Labor de poda en cultivo de cacao



- Dar y mantener la forma adecuada del árbol
- Favorecer la formación, el crecimiento en forma adecuada de las partes del árbol que deben hacerlo permanentemente en particular de las hojas, ramas, flores y frutos y engrosamiento de las partes leñosas.
- Eliminar estructuras indeseables como ramas ladronas, secas y enfermas.
- Eliminación de chupones
- Promover la entrada de aire y luz a la zona de producción
- Facilitar las labores culturales tales como control de malezas y fertilización
- Facilitar el control sanitario y mejorar las condiciones ambientales que propician la proliferación de plagas y enfermedades
- Facilitar la labor de cosecha
- Recuperación de la producción de árboles que la han perdido por falta de manejo
- Contribuir a la formación del colchón protector del suelo con el aporte de las ramas y hojas removidas
- En términos generales propiciar las mejores condiciones para la productividad deseable del cultivo.

¿Y qué pasa cuando no se realiza o se hace mal?

- Predisposición para enfermedades
- Se aumentan los costos de manejo
- Disminución en la productividad
- Árboles demasiado altos e inmanejables
- Se cortan los ciclos productivos y vegetativos de la planta
- Marchitez y muerte de pepinos y ramas
- Envejecimiento
- Microclima favorable para las enfermedades

Impermeabilización de cortes

Para la protección de los cortes se puede utilizar la pasta cicatrizante hormonal, la pasta bordeleza o algunas pinturas utilizadas para inmunizar madera.

La más económica de todas ellas puede resultar la pasta bordeleza si se prepara en la propia finca, la cual se hace mezclando una parte de sulfato de cobre o el oxiclورو de cobre con dos partes de cal más un insecticida de baja toxicidad.

Herramientas a utilizar

La herramienta más apropiada para la ejecución de la poda es la tijera manual, también se utilizan el podón y las tijeras de poda alta.

En los casos de poda de rehabilitación, se deberán usar machetes, seguetas, serruchos y hasta motosierra para el corte de troncos y ramas gruesas.

Tipos de poda

Poda de formación en clones de cacao, San Vicente de Chuchurí



Es una práctica que consiste en darle forma de molinillo al árbol de cacao en su estado joven o época de crecimiento, que se inicia en el vivero hasta la época de inicio de la producción, época en la cual se deben favorecer las ramas primarias del árbol de las que se derivan las ramas secundarias y terciarias que concentran la mayor parte de la producción de la planta.

Se deben tomar las ramas principales que formaran la copa, las demás deben ser eliminadas.

Esta tiene como objetivos:

- Dar forma al árbol
- Selección de ramas aptas
- Permitir la entrada de luz
- Evitar condiciones favorables para enfermedades

Poda de mantenimiento

Esta tiene como objetivo, mantener la estructura de la planta activa para la formación de la cosecha, eliminando ramas secas, enfermas, deformes, entrecruzadas, despuntas ramas laterales y demasiado desarrolladas.

Para llevar a cabo correctamente la poda de mantenimiento se deben realizar los siguientes pasos:

1. Despunte de las ramas altas y en especial control de las ramas ladronas para quitarles predominancia.
2. Despunte de las ramas laterales entrecruzadas con las de los árboles vecinos, dando la vuelta completa alrededor del árbol intervenido.
3. Realce de ramas bajas, que consiste en cortar las ramas muy bajas o que vayan dirigidas hacia el suelo, hasta permitir el paso del trabajador bajo la plantación y asegurar la circulación del aire a través de los surcos de cacao.
4. Entresaque de las ramas o plumillas que estén presentando una maraña que no permita la circulación del aire y la filtración de los rayos de luz.

Plantación de cacao adulta recién podada, Rivera, Huila



5. Remoción de frutos y partes enfermas que aún hayan quedado adheridas al árbol, tales como escobas de bruja o frutos afectados por hongos.
6. Aplicación de la pasta cicatrizante cubriendo toda la superficie de los cortes en la madera del árbol, para evitar el ingreso por ellas de patógenos o el ataque de plagas.

Poda de rehabilitación

Cuando se tienen árboles que producen menos de un kilogramo puede deberse a situaciones como enfermedades, estar deformados o muy altos, con mucho tiempo sin podar, etc. En estas circunstancias debe hacerse una intervención más profunda para disminuir altura y adecuar el árbol a unas mejores condiciones de manejo.

Esta poda debe coincidir con la finalización de la temporada seca para que el árbol se recupere prontamente y se ponga a tono con los ciclos biológicos.

Después de la poda debe hacerse la selección de chupones y plumillas, en mayo y julio y comenzar la poda regular de mantenimiento en septiembre.

Poda de rehabilitación en plantación de cacao para mejorar productividad, Rivera, Huila



CONTROL Y MANEJO DE ENFERMEDADES DEL CACAO

Manejo de las enfermedades del cacao

El cacao, como todos los seres vivos, plantas y animales, está sometido a la acción de patógenos que causan efectos negativos en términos de la productividad, deteriorando los órganos de la planta, ocasionando la muerte de las mismas.

El control de tales enfermedades constituye una de las prácticas esenciales en el cultivo. Algunas atacan los órganos aéreos de la planta y otras las raíces. Las de mayor ocurrencia son las causadas por hongos.

¿Qué es una enfermedad?

Es un trastorno que sufre la planta que implica un crecimiento anormal en la forma, o interferencia con la función normal de la planta, que conducen a la alteración parcial, muerte de la planta o de sus órganos, causado por el ataque de microorganismos patogénicos o microbios.

Ejemplo, se observa en la planta de cacao síntomas de marchitez, con hojas muertas adheridas sobre las ramas del árbol.

Factores que causan enfermedades

MEDIO AMBIENTE	FACTORES BIOTICOS	Son organismos vivos que producen enfermedades
		Causada por organismos microscópicos como: bacterias, protozoos, virus y hongos, nematodos, gusanos entre otros.
		Tienen la capacidad de crecer, reproducir y diseminarse desde una planta enferma a una sana y causar nuevas enfermedades
	FACTORES ABIOTICOS	Enfermedades NO infecciosas, causadas por la falta o exceso de un factor indispensable para la vida.
		El clima y agentes atmosféricos, el suelo, la falta de nutrientes u otros minerales.
		Ocurren en ausencia de patógenos, pueden afectar las plantas en todas las etapas de desarrollo.

En el ambiente la causa de enfermedades se da por factores bióticos, causada por agentes patógenos como los microorganismos, las causas abióticas incluyen la temperatura, el viento, humedad relativa, salinidad, exceso de riego, que pueden provocar una enfermedad para debilitar la planta y hacerla más vulnerable a los patógenos, a continuación, se relacionan los factores bióticos y abióticos determinantes que afectan la salud de las plantas.

Síntomas y signos

Síntoma

Es una alteración interna o externa que sufre los órganos de la planta como resultado de una enfermedad.

Necrosis

- Cancros
- Gomosis
- Marchitez
- Muerte regresiva
 - Manchas
- Secamiento
- Pudrición
- Quemaduras

Hipoplástico

- Achaparramientos
- Amarillamientos
 - Clorosis
- Enanismo
- Mosaico
- Moteados

Hiperplásticos

- Agallas
- Callos
- Enrollamientos
- Fasciación
- Heteropia
 - Sarna
- virescencias



Clorosis



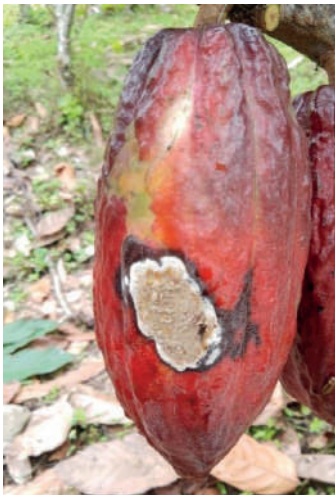
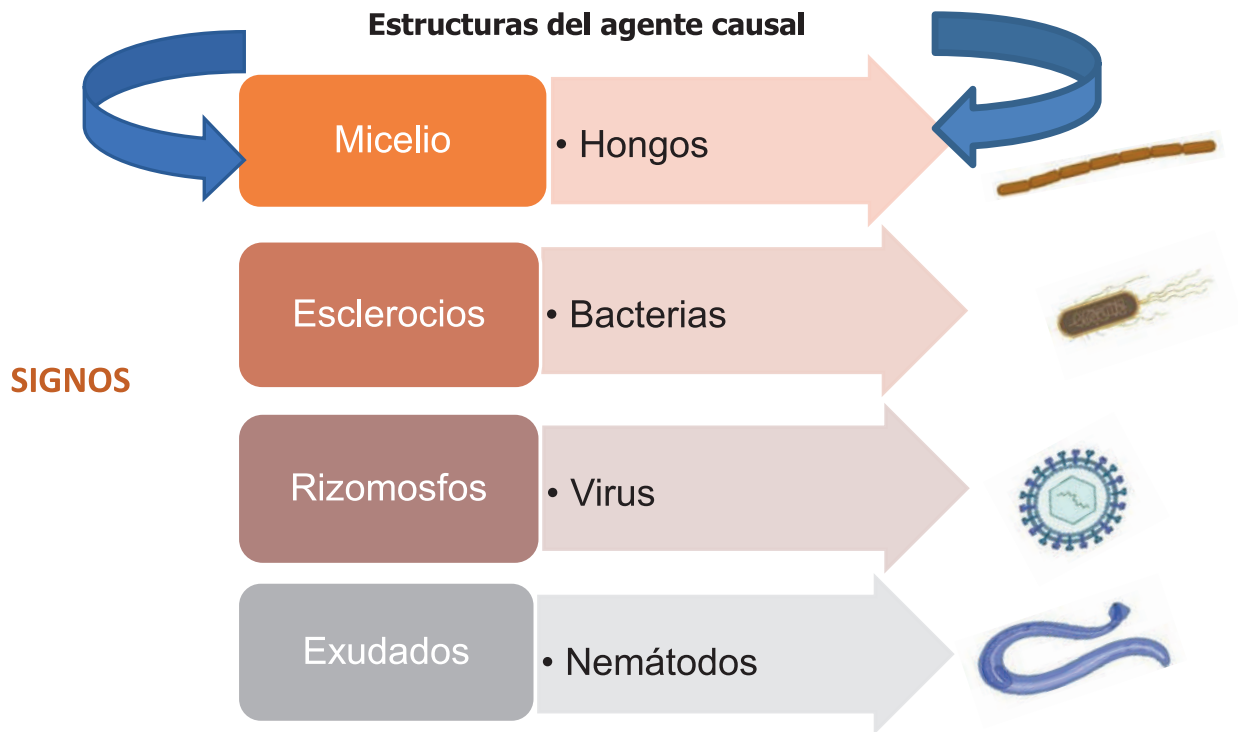
Mancha



Muerte Regresiva

Signo

Es la manifestación visible o microscópica del patógeno, causante de una enfermedad, por ejemplo, esporas y crecimiento micelial en frutos afectados por monilia.



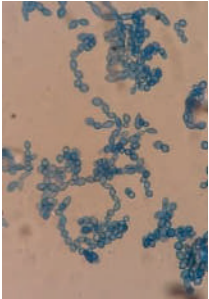
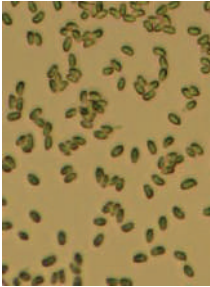
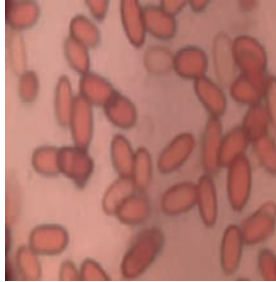
Esporulación por Monilia



Llaga Estrellada



Esporulación por fitóftora

Enfermedades	Patógeno	Microscopico	Organo que afecta	Distribución geográfica
Moniliasis	<i>Moniliophthora roreri</i>			Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, occidente de Venezuela
Mazorca negra	<i>Phytophthora spp.</i>			La mayoría de los países productores de cacao en todo el mundo
Escoba de bruja	<i>Moniliophthora perniciosa</i>			Brasil (Bahía, Espírito Santo, regiones amazónicas), Bolivia, Colombia, Ecuador, Granada, Guayana Francesa, Guayana, Panamá, Perú, San Vicente, Santa Lucía, Suriname, Trinidad y Tobago, Venezuela
Llaga estrellada	<i>Rosellinia spp.</i>			Muy extendido en América tropical, También en, África tropical, India, Indonesia, Malasia, Filipinas

Monilia

Moniliophthora roreri Cif & Par, Evans et al



¿Con qué otros nombres se le conoce a la monilia?

- Monilia
- Moniliasis
- Pasma
- Neva
- Helada

El agente causal de la moniliasis es el hongo *Moniliophthora roreri*, ataca solamente los frutos en todos los estados de desarrollo desde los recién formados, hasta los que se encuentran a punto de maduración. Este hongo produce esporas que pueden ser globosas, sub globosas y elípticas, las cuales germinan y penetran el fruto vía intercelular.

Las condiciones ambientales propicias para el desarrollo de los hongos, además de la competencia por nutrientes y agua, pueden contribuir a debilitar el árbol, lo que predispone al efecto de los patógenos.

Como principio general, debe observarse que una planta bien nutrida, es más fuerte frente a los patógenos y las plagas que la atacan, igual efecto se espera de las plantas manejadas adecuadamente, de acuerdo a las prácticas que favorecen su desarrollo.

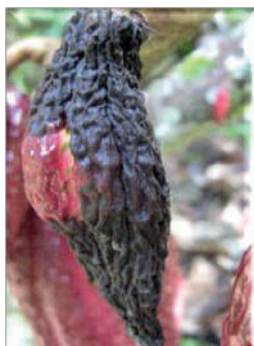
Distribución geográfica

En la actualidad esta enfermedad está presente en 13 países entre ellos:

Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú y Venezuela.

Síntomas en monilia

1



Frutos afectados con una edad menor a un mes, presentan maduración prematura, marchitez y secamiento.

2



En frutos jóvenes o pepinos, de menos de tres meses, se producen deformaciones, gibas o abultamientos.

3



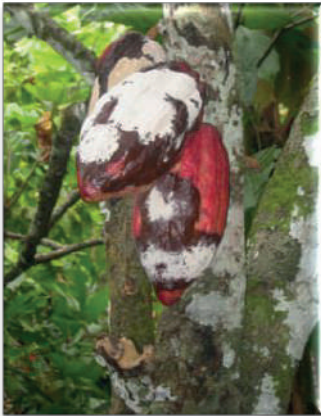
Las mazorcas enfermas de más de 3 meses presentan puntos concentricos o aceitosos, es decir, puntos oscuros brillantes, islas amarillentas o falsa maduración parcial.

4



Estos síntomas se incrementan hasta aparecer la mancha de color marrón o chocolate.

Signos en monilia



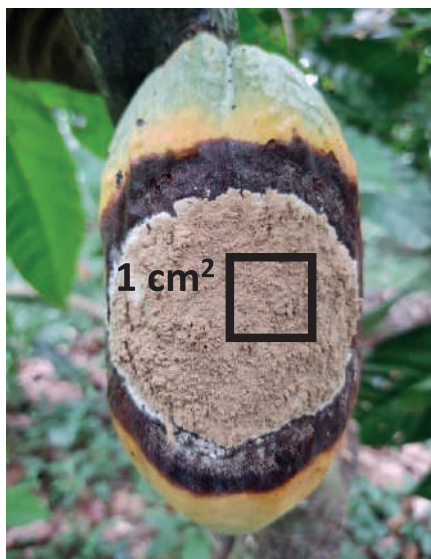
La mancha se cubre con un micelio de apariencia algodonosa blanca.



Finalmente el color blanco se torna gris con aspecto de ceniza por la presencia de un polvo que se desprende con el viento o con el movimiento del fruto, denominado esporas.

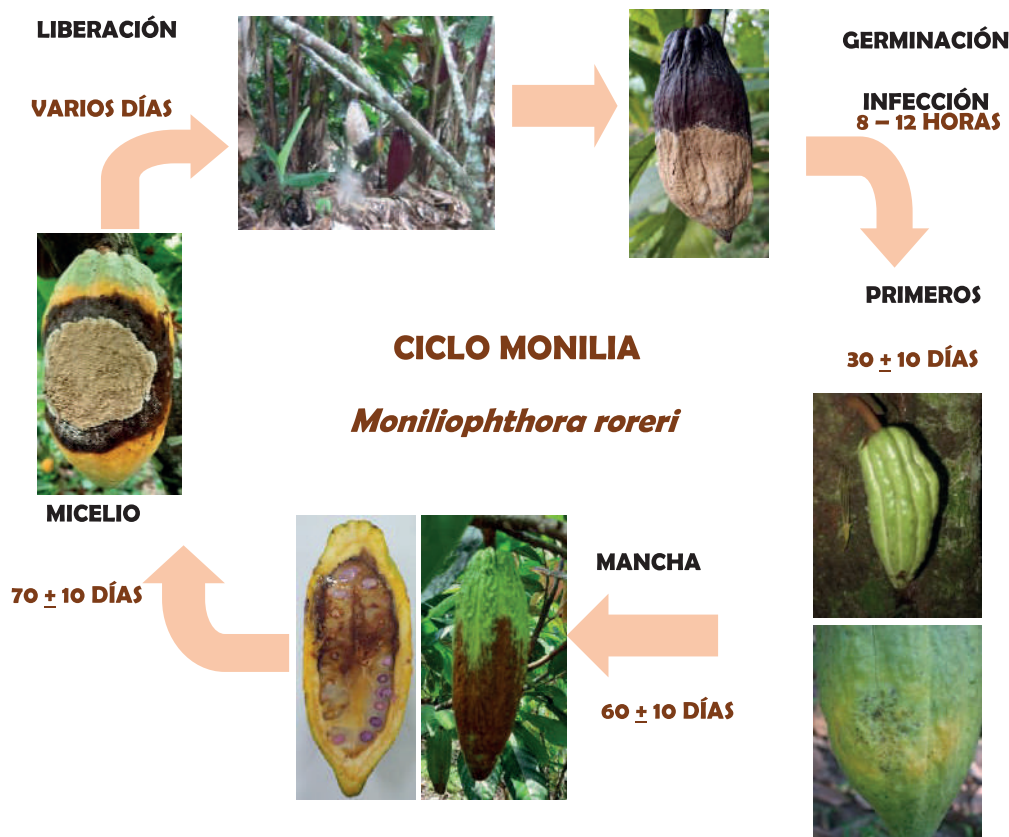
Este polvillo denota la presencia de conidias maduras que son los responsables de la reproducción de la enfermedad.

Cantidad promedio de esporas por cm² en frutos afectados por monilia



7000 millones de esporas en cm²

Ciclo de vida



El hongo causante de la Moniliasis es un hongo, que ataca el cultivo de cacao causado por el basidiomycete *Moniliophthora roreri*. Es de tamaño microscópico visible siempre y cuando se multiplique de manera masiva. Una mancha de un centímetro cuadrado del patógeno, se constituye por millones de diminutas esporas que crecen sobre los frutos.

Es importante conocer cuánto dura la vida del hongo causante de la Monilia, desde que es introducido al fruto por intermedio de una conidia u órgano análogo a lo que sería una semilla de una planta superior que germina, hasta cuando esporula, es decir, hasta cuando produce sus frutos maduros capaces de generar semillas para una nueva generación de hongos.

Cada período de éstos, se denomina ciclo de vida; en el caso de la Monilia, dura alrededor de tres meses y es más rápido en climas cuyas temperaturas son más elevadas. Así que la enfermedad, es menos agresiva en altitudes cercanas a 1.200 m.s.n.m, es decir, llegando al límite superior para la siembra de cacao. Por el contrario, en las tierras más bajas cercanas al nivel del mar, la duración del ciclo de vida se acelera en la medida en que se encuentran temperaturas más elevadas.

La humedad ambiental, también tiene que ver con la severidad de la enfermedad y con el desarrollo del patógeno, de manera más activa, así que en las zonas más cálidas y húmedas deberá tenerse más cuidado con el manejo de Monilia.

En las áreas más frescas de cultivo, el fruto del cacao se demora seis meses para madurar, contados desde el momento de la fecundación. En estos climas, la enfermedad se demora un mes para presentar los primeros síntomas y 106 días para completar el ciclo.

En las regiones más cálidas y húmedas la maduración de la mazorca se alcanza en 5 y 6 meses, la enfermedad se demora como mínimo 61 días, de los cuales 30 para la aparición de los primeros síntomas y hasta 49 para la aparición de la mancha color chocolate.

Control

De acuerdo con el conocimiento del comportamiento de la enfermedad, se deben establecer medidas de control de acuerdo con los siguientes criterios generales.

La Monilia requiere de un manejo permanente y sistemático a través de todo el año, pero se debe tener especial cuidado durante la época de lluvias y durante la etapa de formación de frutos, es decir, desde la floración hasta cuando los frutos promedien los cuatro meses de edad.

Poner especial atención en los lotes bajos, especialmente localizados cerca de lagunas o fuentes de agua.

Retirar los frutos enfermos del árbol y remover todos los frutos que presenten alguno de los síntomas o signos descritos; dichos frutos deben ser depositados en el suelo preferiblemente tapados con la hojarasca.



El hongo en contacto con el suelo, es inmediatamente atacado por una infinidad de otros hongos, bacterias y animales, es especial, los insectos que evitan su esporulación o que las conidias sean hábiles para reproducirse y enfermar nuevos frutos. La remoción debe hacerse antes de la esporulación, pues el polvillo, especialmente cuando está seco, es diseminado fácilmente por el viento, cualquier golpe hace que se desprendan las conidias y se contaminen los frutos de los alrededores.

En tal caso, una mala práctica ayuda a diseminar la enfermedad. La remoción de los frutos debe ser semanal, excepto en las épocas secas o de fin de cosecha, cuando se hace quincenal.

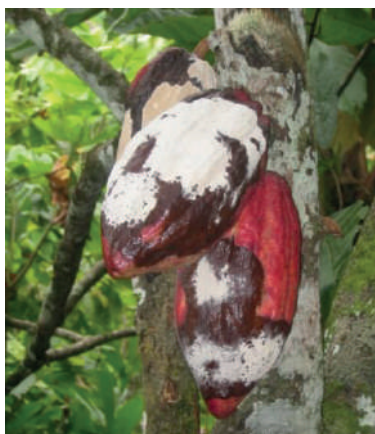
Antes de la época de formación de frutos, período reproductivo, se debe hacer una poda, a través de la cual se mantengan los árboles de baja altura.

La poda del árbol ayuda a que haya una circulación de aire más activa, removiendo la humedad ambiental del lote y permite poner los frutos al alcance de la mano, con herramientas cortas para mayor facilidad de removerlos, bien sea a su madurez o cuando se enfermen.

Se deben mantener controladas las hierbas o arbustos que pueden contribuir a aumentar la densidad vegetal en el área del cultivo y por supuesto, ayudar a propiciar las condiciones óptimas para el desarrollo de los patógenos.

Las anteriores recomendaciones, de posible ejecución, sin uso de químicos y sin necesidad de elementos extraños, harán posible la obtención de cosechas sanas, con bajas pérdidas por causa de la Monilia.

Revisión exhaustiva semanal del cultivo



La periodicidad con que se debe inspeccionar el cultivo del cacao para retirar los frutos enfermos debe ser como mínimo semanal, especialmente en la época de floración y formación de frutos cuando las condiciones de humedad sean altas, es decir, la temporada de lluvias. Esta remoción podrá hacerse quincenalmente, cuando la mayoría de los frutos estén por madurar, época de cosecha y cuando se presenta la época seca del año.

La remoción debe ser exhaustiva, no debe quedar ningún fruto enfermo adherido al árbol, pues uno solo se constituirá en una fuente de contaminación que puede borrar todo el trabajo de remoción hecho anteriormente y en especial, si dicho fruto está esporulando. La remoción de las mazorcas debe ser constante, de tal manera que no falte ninguna de las veces que corresponde, pues la falta de la remoción una sola vez, conduce a perder todo el esfuerzo realizado hasta ese momento.

Cosecha de frutos sanos

Las mazorcas que van llegando a su punto de madurez, deben cosecharse prontamente para evitar el avance de la enfermedad, cuando han sido atacadas cerca de su madurez. La cosecha debe hacerse quincenalmente y durante el ejercicio de ésta debe aprovecharse para no dejar en el árbol ningún fruto enfermo.

Remoción de todo tipo de fruto enfermo

Todo fruto enfermo, con apariencia de manchas o deformidades, debe removerse, así corresponda el ataque de otros patógenos, esto asegura la sanidad general de la plantación.

Manejo de la cáscara

Las cáscaras de frutos atacados por Monilia, deben dejarse sobre el suelo, pero cubiertos con ramas u hojarasca. Las de los frutos maduros cosechados, deben usarse, en una de las múltiples formas posibles, especialmente en forma de compost para ser regresados al suelo en forma de abono orgánico.

En los casos en que se dejan amontonados en el lote, es preciso aplicarles cal para favorecer su rápida descomposición y deben taparse con hojas grandes como las de plátano.

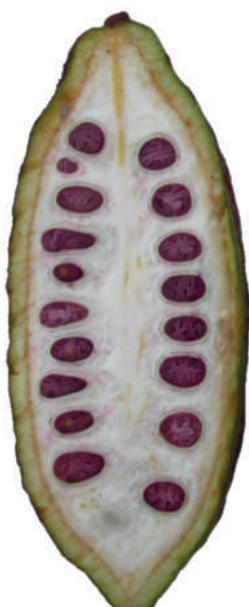
Lo más aconsejable para efectos de la extracción del grano, es llevar las mazorcas cosechadas a un

sitio determinado en el que se concentra el beneficio. En el caso en que la extracción se haga en el lote, la cacota o cáscara no debe ser esparcida en forma inmediata, pues se corre el riesgo de diseminar enfermedades de los frutos infectados tardíamente. Lo más aconsejable es preparar con ellos el compost.

Especial cuidado con pepinos afectados

Los frutos o pepinos de menos de tres meses de edad, son los más susceptibles, por lo que la práctica de control debe ser más cuidadosa durante esa época. En cambio, los frutos cercanos a la maduración son menos vulnerables y en los casos en que llegaren a infectarse, no alcanzan a ser dañados completamente pues el hongo no tiene el tiempo suficiente para invadirlo, ni para realizar el ciclo de vida completo.

Indicadores de daño interno por moniliasis en cacao



Tolerante

0 - 1,25%



Moderadamente tolerante

1,26 - 2,5%



Moderadamente susceptible

2,51 - 3,75%



Susceptible

3,76 - 5,0

Lo anterior responde al % de daño interno y clasificación de tolerancia o susceptibilidad en materiales por su respuesta a *M. roreri*.

La Escoba de Bruja

Moniliophthora perniciosa (Stahel) Aime y Phillips - Mora



Basidiocarpos en forma de sombrilla



El hongo afecta todos los órganos de crecimiento activo

¿Con qué otros nombres se le conoce a la escoba de bruja?

- Escoba de bruja del cacao
- Escoba

Esta enfermedad es causada por un hongo, cuyo nombre científico es *Moniliophthora perniciosa*, afecta todas las estructuras aéreas de la planta, ubicándose en los tejidos meristemáticos que son los que están en proceso de multiplicación dentro del crecimiento de los órganos de la planta, excepto en los tejidos de la raíz.

Así que ataca las yemas terminales de las puntas de las ramas, las yemas axilares, los cojines florales y los frutos.

Distribución geográfica

La escoba de bruja está presente en Suramérica, algunos países del Caribe y al sur del canal de Panamá, donde ha causado pérdidas en la producción de cacao con reducciones en el rendimiento del 50 al 90% (Meinhardt et al., 2008), por lo que constituye una amenaza potencial para el cultivo del cacao y hospedantes alternos. Se encuentra presente en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Granada, Guyana, Panamá (al este de Panamá Canal), Perú, Trinidad, Santa Lucía, San Vicente, Surinam, y Venezuela.

Síntomas causados por *Moniliophthora perniciosa*

El patógeno ubicado en los tejidos meristemáticos de los diferentes órganos de la planta, causa disturbios en su crecimiento.



En ramas, yemas terminales y yemas axilares, el síntoma característico es la proliferación de brotes que dan origen a estructuras, abultadas exageradamente, produciendo el crecimiento de varias ramas hipertrofiadas al mismo tiempo a manera de abanico, como si fuera una escoba, lo cual dio origen a su denominación popular.

Cada una de estas estructuras es más gruesa que las ramas normales de su edad, tejidos hipertrofiados con entrenudos cortos, hojas anormalmente alargadas, tallos de color verde claro de apariencia vigorosa, aunque se trata de un falso vigor; pues pronto llegará igualmente la degradación, debido a que tales escobas completan prontamente su crecimiento entrando en una fase de marchitez, necrosis y secamiento, cuando el ataque se produce en toda la estructura de la planta.



En cojines florales, pueden aparecer estructuras a manera de escoba como las descritas para las yemas terminales y axilares, o pueden aparecer una especie de frutos con apariencia de una fresa, de una chirimoya pequeña a manera de fruto partenocarpico o a manera de zanahoria. Estos falsos frutos tienen pedúnculo corto y grueso. Dichos frutos se secan antes de alcanzar una longitud de 6 centímetros.

En los cojines florales afectados, las flores atacadas se presentan anormalmente, abundantes y grandes con pedúnculos más gruesos y rígidos que al secarse, se desprenden fácilmente.



En frutos, las mazorcas o pepinos normales pueden verse afectados a cualquier edad, los más vulnerables son los que se encuentran en los primeros estados de crecimiento. En este caso, los frutos presentan síntomas similares a los de la Monilia, con la diferencia de que la mancha chocolate es un poco más oscura y menos brillante. Es difícil distinguir, a simple vista cuál de las dos enfermedades corresponde el síntoma, cuando los frutos se encuentran en el árbol y desde luego, no debe gastarse ningún esfuerzo en su identificación. Igualmente, debe ser removido dentro de las rondas de control sanitario.

La esporulación por escobas secas con basidiocarpos

Después del secamiento de las escobas, cualquiera que ellas sean, en presencia de las condiciones

favorables, como alta humedad relativa, aparece la estructura reproductiva que se compone de una especie de paragüitas de color claro, rosado o blanco, en cuyo interior presenta pequeños pliegues, en los que se forman las esporas que al madurar son liberadas al ambiente y que al ser viables constituyen la semilla para producir la Escoba.

Dichas estructuras reproductivas, se denominan técnicamente como basidiocarpos, carpofaros o esporoforos.

Estos órganos tienen una vida productiva de máximo una semana, tiempo durante el cual liberan millones de basidiosporas, especialmente durante la noche en presencia de humedad.

Las basidiosporas, son de tamaño microscópico, tienen una conformación muy liviana por lo que el viento las transporta a grandes distancias.

Sin embargo, la vida útil de ellas es de menos de 48 horas, sólo germinan en los tejidos del hospedero, planta en plena actividad de crecimiento y en presencia de agua.

Cualquier Escoba produce basidiocarpos, mientras permanezca adherida a la planta o en el suelo sin descomponerse, si una parte enferma no se retira del árbol, podrá permanecer produciendo basidiocarpos y basidiosporas durante varios años.

Ciclo de vida





El hongo causante de la Escoba de Bruja tiene un ciclo de vida mínima de 17 semanas en las condiciones más favorables para su desarrollo, es decir, que ésta es la duración desde que la espore cae en un tejido activo y germina, hasta el momento en que emite sus propias esporas.

Antes de formarse la escoba, la basidiospora pasa por un período de incubación de 3 a 8 semanas dependiendo del órgano atacado. A partir de esa edad, la enfermedad se hace visible, iniciando un ritmo de crecimiento activo de seis (6) semanas, al cabo de los cuales la escoba verde deja de crecer y entra en un período de marchitamiento, secándose en dos (2) semanas más. En ese momento, entra en dormancia, sin emitir el basidiocarpio, permaneciendo así por cuatro (4) o cinco (5) semanas adicionales. De ahí en adelante, la aparición del cuerpo reproductivo depende de las condiciones ambientales, de humedad relativa que favorecen la esporulación.

En ese momento, a partir de cualquier espore que caiga sobre los tejidos en crecimiento, puede desarrollarse un nuevo ciclo, originando la aparición de nuevas escobas.

Síntomas de escoba de bruja en cacao



Control

La Escoba de Bruja es una enfermedad de relativa baja incidencia en el caso de que se le haga un manejo adecuado, pero que en condiciones de abandono puede resultar de efectos catastróficos, en términos de disminución de la producción y pérdida completa de la plantación.

Para controlar la Escoba de Bruja, como para controlar las demás enfermedades, el cultivo de cacao debe ser manejado integralmente a partir de las prácticas enunciadas en el caso de la Monilia, a partir de la poda, la adecuación del sombrío, las desyerbas, la adecuación de los drenajes y una adecuada fertilización.

Pero la labor principal es la poda, una vez que los árboles hayan sido podados, se revisan exhaustivamente para retirar los órganos afectados por la enfermedad, ya sea que estén verdes o secos, deben cortarse incluyendo una porción de tejido sano, evitando dejar adherido al árbol alguna porción de tejido afectado, lo cual haría posible la formación de basidiocarpos y por supuesto, el riesgo de permanencia de las fuentes de inóculo.

Las escobas vegetativas deben cortarse unos 10 centímetros por debajo del sitio de donde se desprenden y las de cojín floral deben ser extirpados, junto con el cojín. En árboles muy afectados, es necesario cortar ramas completas, dentro de un proceso de rehabilitación.

Plantaciones completamente afectadas, deben soquearse en caso que sean productivas y mejor, si su renovación se hace injertando un chupón basal, con un clon que no sea susceptible a la enfermedad. Las partes removidas del árbol afectado por la Escoba de Bruja se dejan sobre el suelo, cubiertas por hojarasca y por ramas sanas cortadas durante la poda para acelerar su descomposición y prevenir la diseminación de las esporas que sobreviven. El control debe hacerse al finalizar la época seca, coincidiendo con el período de reposo del árbol.

Esta época es clave para el control de la enfermedad, ya que garantiza que no haya en el árbol partes recién infectadas difíciles de ser detectadas, garantizando la remoción total para que no queden escobas adheridas en procesos de crecimiento.

Así las cosas el cultivo permanecerá libre de fuentes de inoculación, es decir, de fuentes productoras de basidiosporas durante las 17 semanas que dura el ciclo de vida del hongo. Por ello, antes de la semana 16, se deberá realizar una inspección para remover las escobas que se haya formado en ese lapso de tiempo, coincidiendo con la poda suave o poda intermedia. El control debe repetirse año tras año, de lo contrario, el cultivo entrará en un proceso de deterioro progresivo. En los casos más drásticos de abandono, conlleva a la pérdida total de la plantación por invasión total de los tejidos en crecimiento.

En los casos de árboles muy afectados pero buenos productores, se recomienda inicialmente, una poda drástica de rehabilitación a manera de renovación de copa, dejando solamente ramas sanas; téngase en cuenta que la recuperación de estas plantas, de acuerdo a la severidad puede durar un año, mientras la planta adquiere nuevamente su estructura productiva completa.

**Periodo de incubación de Escoba de Bruja
dependiendo el órgano que afecte en la planta.**

Órgano de la planta	Tiempo de incubación	
Brotes vegetativos tiernos y cojines activos	3 a 5	Semanas
Yemas latentes y cojines en reposo	8	Semanas
Frutos menores a 15 días	2 a 4	Semanas
Frutos de 1 a 2 meses	5 a	Semanas
Frutos de 3 a 4 meses	7 a	Semanas

Los periodos de infección son rápidos, basta de 4 a 6 horas transcurridas en ambientes húmedos, para que los basidiosporas se liberen e infecten los tejidos, iniciando el periodo de incubación. La duración de esta fase dependerá de la precipitación y la humedad ambiental.

Rosellinia

Esta enfermedad es causada por el hongo *Rosellinia pepo*, habitante natural del suelo (Aranzazu Hernández, 1997). Se presenta con mayor frecuencia en suelos muy ácidos y húmedos, ricos en materia orgánica, adicionalmente, asociada a suelos con bajos contenidos de fosfatos.

Afecta inicialmente, todo el sistema radical de la planta y posteriormente, el cuello del tallo, hasta causarle la muerte, *Rosellinia* es un parásito facultativo, es decir, que, siendo saprófito, puede adquirir la facultad de actuar como parásito, no solamente afecta al cacao sino cultivos como el café, aguacate, cítricos, maderables, los guamos y la yuca, entre otros.

Rosellinea sp



¿Con qué otros nombres se le conoce a *Rosellinia*?

- Llaga estrellada
- Podredumbre de la raíz
- Llagas radicales

La enfermedad se origina a partir de árboles enfermos vivos, dañados o físicamente débiles, que pueden ser de cacao o de otras especies y que al estar su raíz afectada y entrar en contacto con las raíces sanas de otros árboles, van transmitiendo la enfermedad, ya que el hongo deja de ser alimentado de la materia orgánica en descomposición en el suelo y pasa a vivir de tejido sano de los árboles. Las condiciones favorables para el desarrollo del patógeno, son la alta humedad, materia orgánica en descomposición, la presencia de árboles en proceso de erradicación lenta cuyas raíces inician la descomposición sin que del todo estén muertos, el contenido de materia orgánica y el pH del suelo, aunque el manejo de la plantación también es un factor determinante para su desarrollo (Flood et al., 2016).

Distribución geográfica

La enfermedad se encuentra distribuida de la siguiente manera:

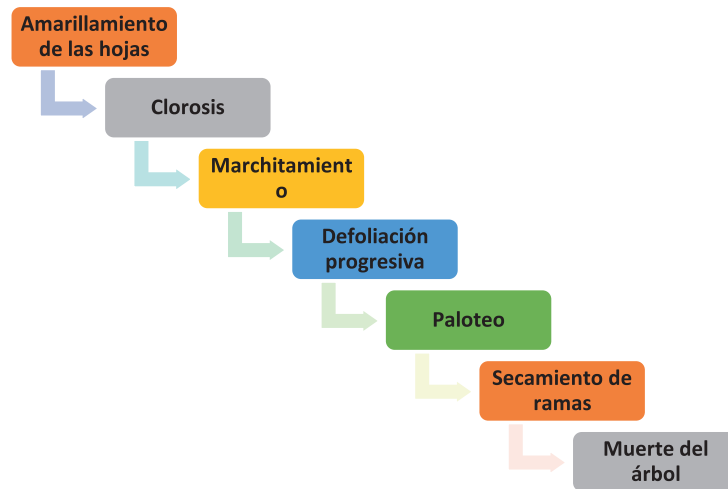
Rosellinia bunodes: América Tropical, India, Indonesia (Java y Sumatra), Malasia (peninsular), Filipinas, Sri Lanka

Rosellinia. paraguayensis: Granada

Rosellinia pepo: América Central, Indias Occidentales, África occidental

Síntomas

A continuación, se relacionan los síntomas que presenta la planta desde el inicio hasta la muerte de la misma.



Algunos síntomas presentados por el árbol ante Rosellinia, San Vicente de Chucurí, Santander



Control

La prevención es el mejor método de control de la Rosellinia. En principio, debe darse al suelo y al cultivo un manejo racional, evitando el uso indiscriminado de correctivos, abonos y productos químicos, de tal forma que se favorezca el equilibrio biológico.

No permitir la exposición directa del cultivo al sol, por eliminación total de los árboles de sombrío, en el caso que sea necesario se recomienda el entresaque de algunos de estos árboles, es importante realizar su eliminación rápida, preferiblemente mediante el uso de un herbicida inyectado al centro del tallo y la corteza. Los árboles a los que se realizan el anillamiento de la corteza y mueren lentamente, son los más propensos a que la Rosellinia desarrolle su forma parásita y los ataque. En general, árboles de cacao o de sombrío débiles son la puerta abierta para la enfermedad.

En el caso de presencia de este patógeno, debe evitarse el contacto de las raíces de los árboles enfermos con los sanos, pues la transmisión se realiza a través del tejido vegetal de las raíces que mueren a causa de la enfermedad. Por ello deben arrancarse las raíces de árboles muertos a causa de la Rosellinia y podar las de los árboles cercanos que aún permanecen vivos.

El área del foco, o superficie atacada por Rosellinia, debe ser solarizada y repicada, es decir, debe despejarse para que penetre el sol. La hojarasca y el material vegetal del área del foco, debe amontonarse en el centro de ésta, de tal forma que el suelo quede expuesto a la radiación solar, en esta área se aplicará cal y se sembrarán especies de hoja angosta menos susceptibles a la enfermedad. Luego de un tiempo, podrá volverse a sembrar cacao.

La aplicación de un hongo antagonista para Rosellinia como lo es el trichoderma, es muy útil para complementar las labores de control.

El tratamiento a los árboles según su ubicación con relación al foco de Rosellinia, se presenta en la tabla "Pasos a seguir en el control de la Rosellinia", los cuales se clasifican en 5 grados, de acuerdo con la afección:

G1: Grado 1	• Árboles muertos. Deben erradicarse.
G2: Grado 2	• Árboles con signos y síntomas de la base del cuello, paloteo y clorosis o amarillento. Deben erradicarse.
G3: Grado 3	• Árboles con alguna contaminación en raíces laterales, sin síntomas. Debe podarse su raíz a todo su alrededor
G4: Grado 4	• Los árboles sin contaminación vecinos. Se podan las raíces en media luna hacia el lado del foco.
G5: Grado 5	• Árboles sanos vecinos del cuarto grado. Sin tratamiento.

Para el control de los focos de Rosellinia, debe realizarse los siguientes pasos:

- Diagnóstico del lote y área afectada.
- Control de Malezas, manteniendo el terreno limpio durante el tiempo de realización del tratamiento.
- Arrancar y repicar todos los árboles Grado 1.
- Erradicar los árboles degradados, con aplicación de un herbicida sistemático, inyectado al xilema y floema para darles muerte instantáneamente.
- Arrancar, erradicar, amontonar y quemar todo residuo de los árboles Grado 1 y Grado 2 y todo vegetal fresco, hojarasca en proceso de descomposición en el centro del foco.
- Podar raíces de todos los árboles Grado 3 en círculo a 40 cm. del tallo y a 20 cm. de profundidad y efectuar poda aérea.
- Poda de raíces hacia el lado del foco de todos los árboles Grado 4 en medio círculo a 40 cm. del tallo y a 20 cm. de profundidad.

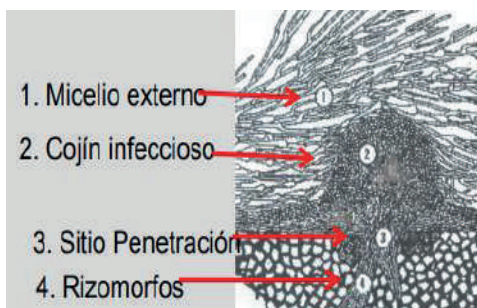
- Árboles Grado 5 se mantienen limpios de hojarasca.
- Repique el área de influencia del foco a 20 cm. de profundidad y se solariza o se expone al sol.
- Aplicación de cal agrícola sobre el suelo afectado siempre y cuando en análisis de suelo lo permita.
- Solarización del área afectada alrededor de cuatro meses, manteniendo limpia el área de residuos vegetales y malezas.
- Aplicación de *Trichoderma sp* y *Clonostachys sp*, sobre el suelo afectado como método de control.
- Fortalecer la actividad microbial del suelo con el uso de soluciones revitalizadoras, caldos microbiales, súper cuatro.
- Realizar aplicaciones foliares cada quince días y edáficas teniendo en cuenta el análisis de suelo.
- Cuatro meses de iniciado el tratamiento, sembrar plantas indicadoras como el frijol cuarentano, si durante el período de crecimiento la planta muere por *Rosellinia sp*, se deben extraer las raíces y repetir las labores nuevamente.
- Luego se utiliza el área con plátano y si se quiere posteriormente, con cacao o cualquier otra especie.

Mecanismos de penetración de *Rosellinia sp*

Cojín Infeccioso

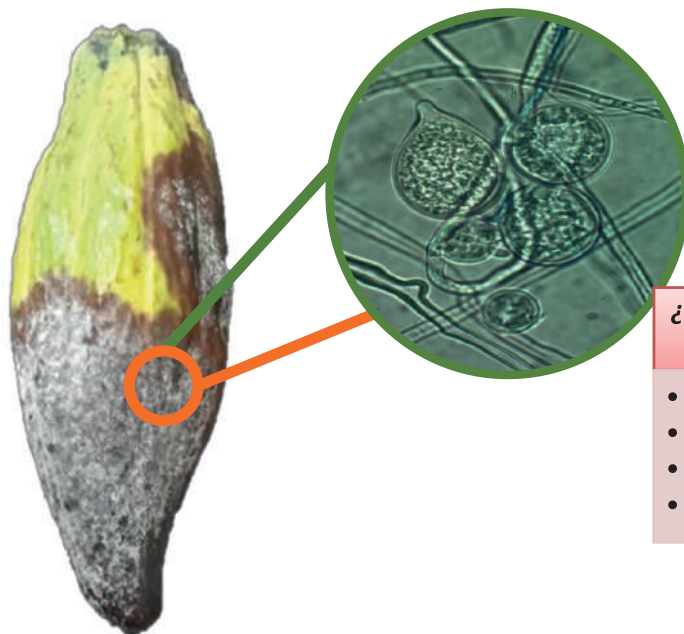


Cojín Transversal



Fitóftora

Phytophthora spp



¿Con qué otros nombres se le conoce a Fitóftora?

- Mazorca negra
- Fitóftora
- Pudrición acuosa
- Cáncer de tallo

Son microorganismos patógenos distintos a los hongos y bacterias, se denominan Oomicetes. En la actualidad existen 123 especies descritas de las cuales ocho han sido reportadas afectando el cacao, (Surujdeo – Maharaj et al., 2016), entre ellas: *P. palmivora*, (E.J Butler), la que mayor distribución mundial presenta, y *P. megakarya* (Brasier & J. Griffin) es considerada la de mayor potencial de daño, y por otra parte se encuentran las especies, *P. capsici* (Leonian), *P. tropicalis* (Aragaki & J.Y. Uchida), *P. Citrophthora* (R.E. Sm. & E.H.), *P. heveae* (A Thomps), *P. megasperma* (Drechsler), *P. nicotianae* var. *Parasítica*, se encuentran distribuida en Brasil, Cuba, Filipinas, India y Malasia.

Es una enfermedad que ataca raíces, hojas, tallos y frutos del cacao, causando pudrición de color pardo conocido como cáncer, la cual en estado avanzado causa la muerte de la planta.

El hongo causante de la fitóftora se desarrolla especialmente a partir de frutos infectados que permanecen adheridos al tallo o ramas durante largo tiempo.

Distribución geográfica

La enfermedad se encuentra distribuida de la siguiente manera:

P. palmivora: en la mayoría de los países productores de cacao en todo el mundo.

P. megakarya: Bioko (Fernando Pó), Camerún, Côte d'Ivoire, Gabón, Ghana, Nigeria, Santo Tomé y Príncipe, Togo.

P. capsici/ *P. tropicalis*: Brasil, Camerún, Costa Rica, Côte d'Ivoire, República Dominicana, El Salvador, Guayana Francesa, Guatemala, India, Indonesia, Jamaica, Méjico, Panamá, Perú, Trinidad, Venezuela.

P. citrophthora: Brasil, Cuba, Malasia, India, México, Filipinas

P. hevea: Brasil, Camerún, Cuba, India, Malasia, México, Filipinas

P. megasperma: Brasil, Cuba, India, Malasia, Venezuela, Filipinas

P. nicotianae var. *Parasítica*: Brasil, Cuba, India, Malasia, Filipinas

¿Cómo se infecta la planta?

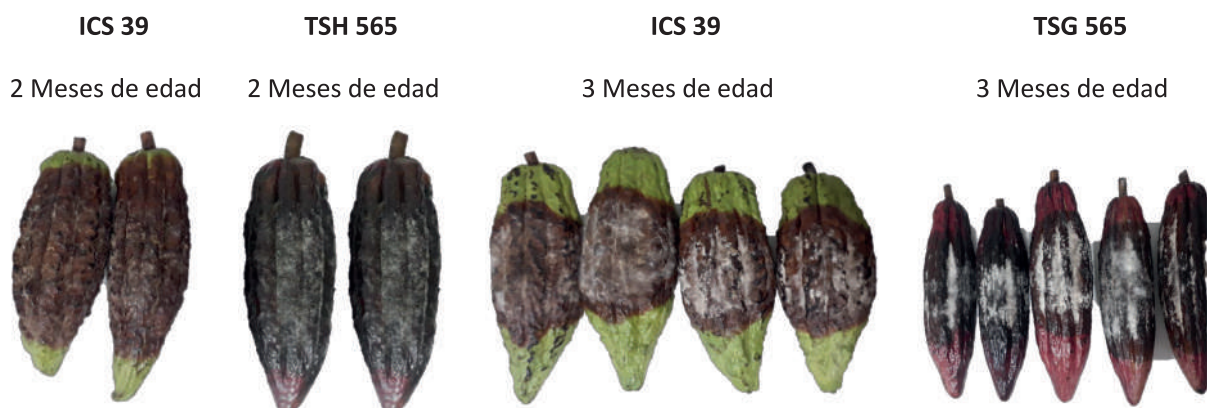
Este patógeno tiene diversos mecanismos de disseminación, la vía más común de infección es por esporas llamadas zoosporas, que tienen la capacidad de nadar y germinan cuando hay alta humedad y variaciones de temperatura. Las esporas pueden transportarse por salpique de lluvia, viento, insectos, etc; otros medios como herramientas, sustrato y tejido contaminado son frecuentes en su disseminación.

Síntomas

Ataca frutos en cualquier edad, pero es más frecuente en aquellos que están próximos a la madurez. Se caracteriza por presentar una mancha de color chocolate, muy similar a la de Monilia pero con bordes bien definidos. Las mazorcas afectadas son blandas y menos pesadas que las mazorcas normales o las atacadas por Monilia, el daño es de apariencia acuosa.

En los frutos los síntomas inician sobre la cáscara de la mazorca con una mancha descolorida, sobre la que se desarrolla una coloración chocolate, pero a diferencia de la monilia esta muestra unos límites bien definidos y de consistencia blanda, las lesiones van de afuera hacia la parte interna de fruto. Donde el daño es causado por pudrición acuosa.

Síntomas y signos de Fitóftora en frutos



El patógeno aparece sobre la superficie de los frutos como una pelusa blanquecina, de rápido crecimiento que llega a cubrir al fruto en pocos días, formando esporas.

La mazorca finalmente se ennegrece, marchita y es colonizada por hongos secundarios.

En la raíz se presenta un necrosamiento (muerte de tejido), que da la apariencia de una mancha de color marrón. Cuando invade todo el perímetro radical el resto de la raíz se seca afectando los vasos comunicantes, perdiendo la posibilidad de absorber los nutrientes y el agua y causando la muerte del árbol cuando la enfermedad se ubica en el cuello de la raíz o cuando afecta el total de las raíces.



En el tallo, igualmente, se presenta la muerte de los tejidos, la pudrición de color marrón y la muerte total del árbol cuando el hongo le da la vuelta al tronco. En tal caso, se le denomina cáncer del tronco.

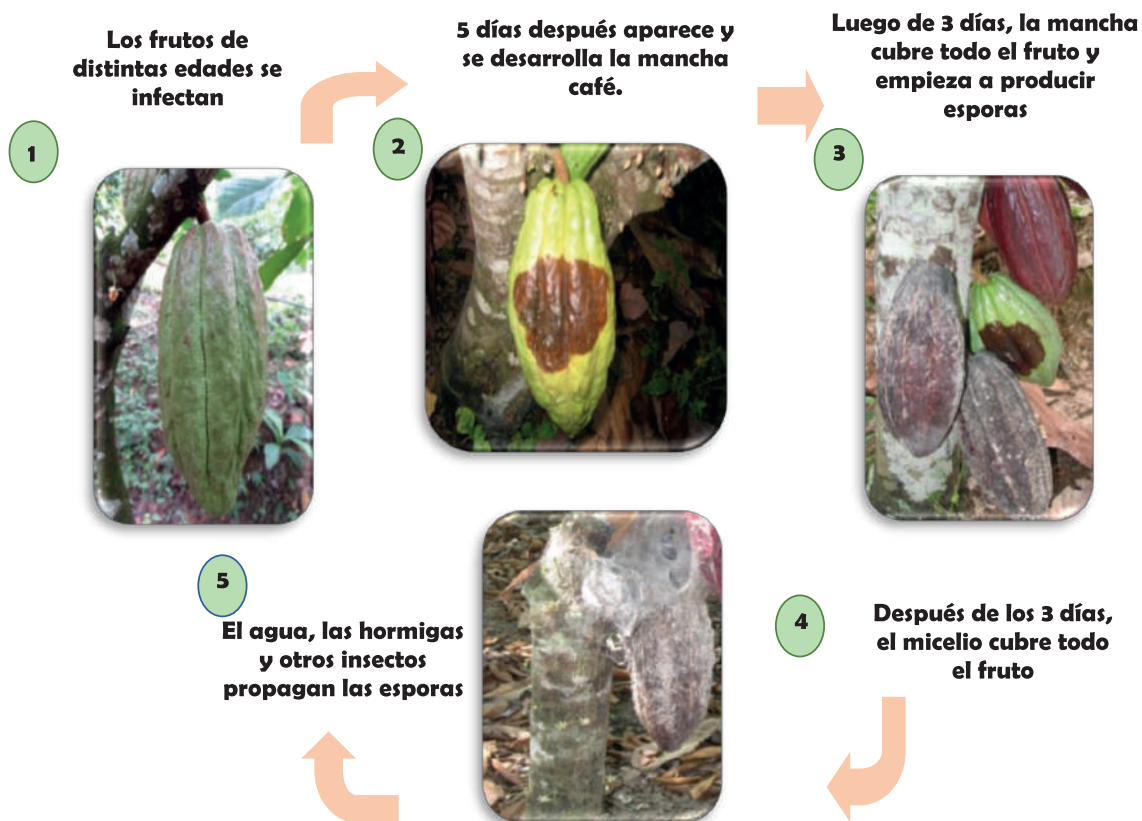
En el tronco se caracteriza por el desarrollo de un área necrótica marrón sobre la corteza, cubriendo todo el tejido alrededor del tallo. Cuando se raspa la superficie de la corteza afectada, el tejido expuesto se torna de consistencia acuosa y pegajosa de color rojizo.

partículas de suelo hacia el follaje. Se presenta secando tanto las hojas como el tallo, dando una apariencia inicial de quemazón.

En hojas, los síntomas se observan fácilmente cuando el patógeno entra a través de una herida. Los síntomas típicos de amarillamiento, avanzan en la lámina hasta causar la caída de la hoja.

Plántulas de cacao afectadas con *Phytophthora sp.*





Control

Adecuar las plantaciones regulando el sombrío y realizando podas de mantenimiento y estructurales de acuerdo con los requerimientos del cultivo.

Control de arvenses.

Remoción de las mazorcas enfermas. Todo fruto al que se le detecte la mancha debe cortarse y retirarse del árbol colocándolo sobre el suelo de la misma manera y simultáneamente como se hace el control de la Monilia, es decir, en rondas semanales. Las mazorcas adheridas al árbol son fuente de inóculo.

Las raíces afectadas deben ser podadas por la parte sana, en cuanto sea posible detectar a tiempo la infección. Cuando su ubicación es en el tronco y es incipiente el avance, se puede hacer una cirugía con el fin de raspar la porción enferma, hasta dejar el tejido sano, al que se aplica una pasta cicatrizante que debe contener un fungicida específico para el control de esta enfermedad.

Es importante realizar inspecciones sanitarias periódicas a tronco y raíces cuando se sospeche para detectar la enfermedad a tiempo. En caso de que se encuentre, deben podarse las partes afectadas. En caso de ataques considerables, se pueden aplicar fungicidas protectantes a manera de prevención, complementariamente a las otras prácticas descritas y la eliminación de árboles donde hay exceso de sombra en el lote y siembra de plántulas donde hace falta sombrío, con el fin de mantener un sombreado favorable a la plantación de cacao.

Controlar las hormigas ya que ellas ayudan a propagar la enfermedad.

En vivero, se debe manejar la humedad y la sombra. Garantizar una buena nutrición y calidad del sustrato.

En el tronco se puede hacer cirugía raspando el área enferma, involucrando parte del tejido sano y cubrir con una pasta cicatrizante a base de metalaxil.

Tratar los residuos de cosecha con aplicaciones de cal o productos biológicos a base de Trichoderma. Desinfectar las herramientas de recolección.

Ceratocystis

Ceratocystis fimbriata



¿Con qué otros nombres se le conoce a *Ceratocystis*?

- Ceratocystis
- Mal de machete

El Mal del Machete, es una enfermedad del tronco y ramas del cacao producida por el hongo *Ceratocystis fimbriata* transmitida por el insecto de género *Xyleborus* sp., que es un coleóptero perforador del tronco, también se transmite por herramientas sin desinfectar.

Distribución geográfica



La enfermedad se encuentra distribuida en los siguientes países, entre ellos: Brasil, Camerún, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guayana Francesa, Trinidad y Venezuela

Síntomas y signos

Si es transmitida por el *Xyleborus sp.*, se observan perforaciones y aserrín en los sitios de entrada y por lo general, se encuentra en los troncos y ramas primarias; si es por herramientas, se encuentran en cualquier parte del árbol. Si se presenta en el tronco y raíces, causa la muerte total; si es en las ramas, causa la muerte de éstas.

El síntoma inicial es un amarillamiento de las hojas, que mueren rápidamente y quedan adheridas a las ramas, aun después de muerto el árbol. Se manifiesta en forma rápida, es decir, muerte súbita.

Los árboles enfermos atraen a los coleópteros perforadores o pasadores del tallo y ramas, del género *Xyleborus*, los cuales son atraídos por el fuerte olor a banana emitido por el hongo.

Los perforadores construyen galerías en la madera del árbol enfermo.

Los adultos contaminados con el hongo se encargan de diseminarlo en la plantación. Las herramientas de trabajo como el machete, constituyen otra forma de propagación del hongo.

Rama afectada por *Xyleborus sp.*, e infectado por *Ceratocystis sp.*



Control

La mejor manera de evitar el efecto de esta enfermedad, es mediante la prevención, por esto, no deben usarse herramientas que hayan sido utilizadas en labores realizadas a plantas enfermas y cuando se tenga la necesidad, deben desinfectarse previamente utilizando sustancias como el formol diluido en agua al 10% o el hipoclorito de sodio.

Complementariamente, debe realizarse el control de *Xyleborus* destruyendo los árboles secos o las partes secas en las que tenga presencia la plaga y cicatrizar toda herida que se le cause al leño bien sea en las prácticas de poda o por algún factor que raje el árbol, lo desgarre o le cause daño de cualquier magnitud.

Finalmente, el uso de estas prácticas, complementadas con buena nutrición, contribuye a la disminución de la incidencia de enfermedades, permitiendo obtener plantaciones más sanas y productivas.

¿Qué es la incidencia?

Es la cantidad de individuos o partes contables de un individuo (plantas, frutos, hojas, etc.) Afectados por una determinada enfermedad respecto al total analizado expresada en %.

Procedimiento

Para la evaluación se sugiere tomar 20 árboles en producción, sean híbridos o clones, por finca.

Identificar y numerar con cinta los árboles del 1 al 20, distribuidos en forma de ELE (L), localizados hacia el interior del lote.

Mensualmente se deberá hacer una evaluación sobre los árboles identificados, contando todos los frutos que presenten los síntomas o signos de Moniliasis y los frutos sanos maduros (únicamente los frutos maduros).

Los frutos evaluados se deben eliminar de los árboles, para evitar que sean nuevamente contados en las evaluaciones siguientes.

Ejemplo

Como medir el nivel de incidencia en una plantación de cacao.

El siguiente ejemplo muestra el total de frutos cosechados entre ellos con monilia y fruto sanos con 163, de las cuales 118 corresponden a frutos sanos y 45 a frutos afectados por monilia. Como resultado este indica que la incidencia a monilia es del 38%.

Índice de frutos enfermos

No. árbol	Número de frutos		
	Con Monilia	Sanos Maduros	Total frutos
1	2	10	12
2	3	9	12
3	2	8	10
4	4	8	12
5	4	7	11
6	4	5	9
7	2	6	8
8	2	4	6
9	2	5	7
10	3	6	9
11	1	5	6
12	1	4	5
13	2	4	6
14	2	3	5
15	1	6	7
16	2	6	8
17	3	4	7
18	3	4	7
19	1	5	6
20	1	9	10
Total	45	118	163

La fórmula para determinar la incidencia es la siguiente:

EVALUACIÓN INCIDENCIA MONILIA

$$\% \text{Incidencia monilia} = \frac{\text{Total frutos con monilia}}{\text{Total frutos cosechados}} * 100$$

$$\% \text{Incidencia} = \frac{45}{118} * 100 = 38$$

Incidencia monilia = **38%**

Otras enfermedades en cacao en el mundo

Enfermedades	Distribución geográfica
Virus de la necrosis del cacao (Cacao necrosis virus, CNV) Género Nepovirus	Ghana, Nigeria
Virus de la hinchazón de los brotes de cacao (Cacao swollen shoot virus, CSSV)	Benín, Côte d'Ivoire, Ghana, Liberia, Nigeria, Sierra Leona, Togo Registros también en Sri Lanka
Virus del mosaico amarillo del cacao (CYMV)	Sierra Leona
Virus del mosaico leve del cacao y virus del anillado amarillo de las nervaduras del cacao	Ocurrencias aisladas en Trinidad
Muerte descendente por rayado vascular (VSD, <i>Ceratobasidium theobromae</i>)	La mayoría de las regiones cacaoteras del sur y sudeste de Asia: China (Isla Hainan), India, Indonesia, Malasia Occidental y Estado de Sabah, Myanmar, Papúa Nueva Guinea, (islas de Nueva Guinea, Nueva Bretaña, Nueva Irlanda), sur de Filipinas, Tailandia, Vietnam
Marchitamiento por <i>Verticillium</i> en cacao	Mundial, pero especialmente en Brasil, Colombia y Uganda
Mal de machete	Brasil, Camerún, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guayana Francesa, Trinidad, Venezuela

MANEJO DE LAS PLAGAS EN EL CULTIVO DEL CACAO

El cacao está expuesto al ataque de animales que causan detrimento a la producción, por el efecto de alimentarse de las partes del árbol o debido a que le producen algún deterioro.

Los principales daños pueden ser causados por roedores, aves y principalmente, por insectos.

Sin embargo, cabe precisar que los daños en el cacao no son generalizados, suelen ser puntuales y en general, corresponden al manejo inadecuado de las plantaciones.

Los roedores, ratas y ardillas son potencialmente causantes de algunos daños menores que se minimizan, cuando hay amplias extensiones de bosque o de suelos cultivados bajo el sistema agroforestal.

Las aves, principalmente los loros, son causantes de pérdidas sobre todo cuando los frutos están jóvenes y escasean las opciones para su alimentación. Las mazorcas a punto de madurar o maduras, suelen ser perforadas por pájaros, causando fermentación del grano en la cáscara y pudrición total del fruto. En general, tal como sucede con los roedores, es raro que deba acudir a medidas especiales de control y en términos generales, el cosechar oportunamente ayuda a prevenir mayores daños y procurando ambientes heterogéneos para ampliar las opciones de alimentación de dichas especies.

Insectos

Todos los órganos del cacao sirven de alimento a una gran cantidad de especies de insectos. Se conocen en América cerca de 53 especies de insectos que causa diversos daños al cultivo del cacao. Es así, como las hojas, los tallos, los frutos, las flores y las raíces son consumidas o parasitadas por éstos. Sin embargo, los casos de daño económico son escasos y circunscritos a cultivos con manejo inadecuado.

Las principales especies que eventualmente pueden convertirse en plagas en Colombia, son las siguientes:

En los semilleros o viveros

En los almácigos o viveros, se pueden presentar casos de daño producidos por insectos chupadores, comedores de follaje y especies bajo tierra, consumidores de las semillas o las raíces. El control de todos ellos debe ser específico, según el caso y previa verificación de que los daños sean potencialmente considerables.

Especies de la tierra

La chiza o mojoy. Masticadores de hojas.

Los grillos, especialmente los llamados verraquitos de tierra.

Chupadores.

Se presentan ataques de trips y de pulgones.

En cultivos adultos

Las especies de mayor incidencia en términos de pérdidas económicas en el cacao, corresponden a las hormigas, el chinche llamado monalonio y el perforador de leño o Xileborus. Por lo demás, se tienen varias especies que rara vez causan daños de consideración en términos de merma de la productividad, los cuales prácticamente no deben ser considerados dañinos, sino miembros de la comunidad biológica que conviven con el cacao, y frente a un eventual manejo inadecuado del cultivo pueden convertirse en plagas.

Monalonion spp

Nombre científico: *Monalonion dissimulatum*

Insecto del orden Hemiptera, familia Miridale Cápside, denominado comúnmente como codillo, chinche del cacao, grajo, chupanga o simplemente monalonio.



La forma de este insecto cuando adulto tiene un tamaño de 1,0 a 1,5 centímetros de largo, de color naranja con alas y antenas oscuras. En su estado inmaduro, la ninfa es más pequeña que el adulto de 0,5 a 1,0 centímetros de largo, de color amarillo, no tiene alas y su cuerpo es muy frágil y acuoso.

Se conocen tres especies de Monalonio atacando cacao, las cuales son el *Monalonion dissimulatum* que afecta los frutos tanto en pepino como mazorcas adultas. El *Monalonion annulipes* ataca los cogollos de las ramas y en general los tejidos tiernos. También se conoce la especie *Monalonion itabunensis*.

Daños: el insecto tiene un aparato bucal chupador a manera de estilete que introduce en el fruto para alimentarse. El ataque a mazorcas, produce en ellas puntos oscuros (pústulas) de apariencia seca y carrasposa, que al unirse parece hundido el tejido. La cáscara del fruto se pone negra y se vuelve quebradiza, tomando posteriormente un color cenizo o blanco. En los puntos se levanta una especie de costra.

El insecto al pinchar la mazorca con su aparato bucal, inyecta saliva tóxica que produce esos daños. Cuando el ataque es a los pepinos, éstos se marchitan y se secan; en mazorcas más desarrolladas, se puede atrofiar parte de ella, perjudicando la formación de granos o reduciendo su tamaño.

El ataque a brotes o ramas nuevas por parte de *Monalonion annulipes*, impide su crecimiento. Los brotes se secan y dan la apariencia como de haberse quemado, los que no mueren quedan deformes y débiles, la planta reacciona formando una especie de escoba. El desarrollo del *Monalonion*, es favorecido por las temperaturas altas, humedad ambiental alta, exceso de sombrío, falta de poda, y presencia de malezas. La especie *Monalonion annulipes* ataca en condiciones de poco sombreadamiento y ambiente seco.

Los ambientes húmedos, cultivos muy sombreados y en general los cultivos mal manejados, son los preferidos por el *Monalonio*.

Control

El insecto es muy susceptible a que se le transforme su hábitat. El *Monalonion dissimulatum* no resiste el sol y el *Monalonion annulipes* por el contrario es afectado por la sombra.

Control de *Monalonion dissimulatum*

Cuando se detectan a tiempo los focos de la plaga, tales como los adultos, huevos y ninfas, se destruyen aplastándolos con la mano, práctica que se debe complementar con otras medidas de manejo del cultivo, como las siguientes:

- Limitar el exceso de sombra, efectuando podas periódicas, tanto al cacao como al sombrío.
- Control de las malezas.
- Evitar distancias de siembras muy cortas y en caso que se utilicen, regular el sombrío y podar periódicamente.
- Otra forma de control es mediante la quema del insecto con una antorcha o tea encendida, flameando los sitios en los que se agrupa el insecto.
- Existe también el control natural, efectuado por avispa y otros insectos benéficos por lo que se debe en lo posible, evitar la aplicación de insecticidas, ya que también se afectaría el polinizador del cacao disminuyendo severamente la producción. Cuando sea necesaria la aplicación de productos químicos, debe hacerse de manera esporádica y con la asistencia de un técnico; los insecticidas usados deben ser de baja toxicidad.
- Aplicar control biológico. Hacer aplicaciones de hongos controladores de plagas acompañados de otras labores culturales que conlleve a la disminución de la plaga. En estudios sobre alternativas de control biológico, se dispone del hongo *Beauveria bassiana*, que presenta un porcentaje de mortalidad alto (94% acumulada en 10 días, tanto de ninfas como de adultos)
- Manejo de focos. El insecto ataca por focos o lotes de cacao donde las condiciones le son favorables, especialmente en áreas húmedas, demasiado sombreadas y a orilla de las cañadas. A estas áreas debe darse un manejo especial y en general, no es necesaria la

aplicación de productos a todo el cultivo, lo cual es benéfico sobre todo si se utilizan insecticidas.

Las Hormigas

Como causantes eventuales del daño en el cacao, actúan varias especies de hormiga que cortan las hojas para llevarlas a sus depósitos como sustrato, pues sobre las hojas depositadas de cacao y otras plantas, ellas cultivan unos hongos que son en realidad su alimento.

Entre las especies de hormiga que causan daños al cacao, se cuentan la arriera cuya denominación científica es la de *Atta cephalotes* y otras especies del mismo género *Atta* que cortan las hojas y las conducen por caminos hasta el hormiguero construido por ellas bajo tierra, compuesto de innumerables cavidades o galerías en las que viven y cultivan el hongo alimenticio llamado *Altmyces sp.*

También pueden presentarse daños por hormigas del género *Agromyrmex* al que pertenecen las llamadas hormigas brujas, que tienen un hábito de ataque nocturno y no presentan caminos definidos, conduciéndose hasta el hormiguero a través de túneles, comportamiento que la hace difícil de localizar además porque su hormiguero es más discreto que el del género *Atta*.

En las mañanas, aparece el daño característico del ataque de hormiga, cortes de la hoja a manera de media luna, en muchas ocasiones dejando solamente la nervadura central. En general, el ataque de las hormigas de todo género es particularmente grave en plantas en vivero y en etapa juvenil, a las que pueden destruir todo su follaje causando la pérdida total.

Control



Las hormigas de todo tipo que atacan al cacao, deben ser controladas directamente en los hormigueros, pues resultan muy poco efectivos los controles en los caminos o en las plantas atacadas; el método más eficaz consiste en eliminar la reina que es la encargada de la reproducción de todo el hormiguero, destruyendo su fuente directa de alimento, el hongo que cultiva.

Por ello, una medida puede ser la de destruir mecánicamente los hormigueros, derrumbando las galerías y por supuesto aplastando los individuos que allí se encuentren incluyendo la reina y su fuente de alimento.

De otro lado, es posible el control con el uso de cebos específicos, por razones ambientales, efectividad del control en el tiempo y mayor economía. También con el uso de insecticidas insuflados por las bocas del hormiguero.

El cultivo de plantas repelentes, como la canavalia favorecen el control.

Así mismo, es conveniente tener en cuenta que favorecer la biodiversidad, constituye la más eficaz herramienta de control de las hormigas, ya que estas se tornan plagas en la medida en que las áreas de bosques naturales son reemplazadas por actividades agropecuarias. La diversidad de flora y fauna desapareció y entre éstos, los depredadores naturales de las hormigas como pequeños mamíferos, algunas aves e insectos, también algunas plantas repelentes. Esto permite el aumento de las poblaciones de hormigas y la disponibilidad de un solo sustrato para ellas que corresponde al cultivo atacado.

Pasador del tronco o Xileborus

Nombre científico: *Xileborus spp* Se trata de coleópteros o cucarrones muy pequeños de color oscuro, que penetran a las partes leñosas del árbol donde ponen sus huevos y desarrollan parte del ciclo de vida. Se conocen por lo menos 15 especies distintas de *Xileborus* que atacan el cacao, de los cuales sólo el *Xileborus ferrugineus* ataca árboles sanos. Las demás especies lo hacen cuando el árbol está débil o herido. El ataque de estos insectos se identifica por la presencia de pequeños orificios en la madera del cacao, de forma redondeada, alrededor de los que se deposita el aserrín que extrae el insecto para construir sus galerías. Usualmente actúa en simbiosis con el hongo *Ceratosystis fimbriata* causante del "Mal del Machete".

Control

Evitar heridas en las ramas y tronco del árbol, cicatrizar los cortes realizados al momento de la poda, cortar las partes secas del cacao y eliminar los árboles secos, quemándolos en el sitio que se detecten, procurando una aspersión previa del mismo con una solución insecticida.

Raspadores del follaje trips

Nombre científico: *Selenothrips rubrocinctus*. Son insectos muy pequeños de color oscuro que raspan las hojas y las mazorcas. Se caracterizan por presentar en las hojas, manchas cloróticas especialmente en el envés, raspaduras color café o plateadas y en casos avanzados la defoliación. Las mazorcas adquieren un color pardo y pierden el brillo.

Control

Evitar el exceso de luminosidad sobre el cultivo.

Anillador de las ramas



Nombre científico: *Ischioloncha sp.* Se trata de un cucarrón de antenas largas, color café oscuro, con bandas amarillas a lo largo de sus alas. Las hembras hacen un corte en forma anular alrededor de la rama, sin partirla del todo, que queda colgando, causando su secamiento posterior. Allí deposita los huevos para que las larvas se alimenten de la madera.

Control

Recoger las partes trozadas que se vean colgando y quemarlas; aplastar los insectos adultos que son malos voladores y mantener las condiciones de un buen sombreadamiento regulado, ya que su desarrollo se favorece por la alta exposición al sol.

Chinche negro

Nombre científico: *Mecistorhinus pallesceus*. Cucarrón de color marrón o negro, largo y fuerte pico, forma ovalada, un centímetro de extensión por 0,5 de ancho. Posee un aparato bucal chupador picador. Excreta un líquido de olor repugnante que le sirve de defensa. La hembra permanece sobre los huevos hasta que eclosionan, de los cuales emergen ninfas sin alas.

Su ataque se localiza en el pedúnculo y la base de las mazorcas y en las partes sombreadas de ésta. Los daños en las mazorcas, se detectan por puntos negros. Se alimenta a través del pico, que introduce en los tejidos tiernos de frutos y cogollos a los que marchita y mata, perturbando el crecimiento normal de árboles y pérdida de pepinos.

Pasador del fruto



Nombre científico: *Sinantedum theobromal*. Se trata de una mariposa pequeña con alas transparentes que deposita huevos en los frutos para que se alimenten larvas muy pequeñas, con poco nivel de consumo de alimento, pero, a través del orificio de entrada de la larva, penetran hongos y bacterias que producen la pérdida total de la mazorca; el daño ha sido observado particularmente en regiones secas.

Control

Mantener la biodiversidad y un sombreadamiento adecuado.

Perforador de la mazorca del cacao

Dentro de las plagas que atacan al cultivo de cacao se encuentran los perforadores de la mazorca de los géneros *Carmenta* (Lepidóptera: Sesiidae) y *Gymnandrosoma* (Lepidóptera: Tortricidae). Las larvas de polillas de *Carmenta* y *Gymnandrosoma* ocasionan daño a todos los estados de desarrollo de la mazorca, pero son menos severos los efectos de las especies *Carmenta theobromae* (*Carmenta* amarilla) y *Gymnandrosoma* sp. (Pasadores) al alimentarse de la cascara de la mazorca. Sin embargo, el daño importante lo causa la especie *Carmenta foraseminis* (*Carmenta* negra), cuyas larvas se alimentan de la placenta de la mazorca, mucílago y semillas. La plaga ha venido tomando importancia en los últimos años y se tiene conocimiento que en la actualidad hace presencia en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caquetá, Cauca, Cundinamarca, Norte de Santander, Risaralda y Tolima.

El ciclo de vida de la *Carmenta foraseminis*

El ciclo de vida desde la postura del huevo al adulto es de 71 días, pasando 7 días como huevo, 36 días como larva, 21 días como pupa y 7 días como adulto.

Ejemplares machos adultos de la *Carmenta amarilla* y *Carmenta negra* del cacao



Los adultos son poco activos en el día y su actividad de dispersión, cópula y oviposición ocurren en las horas de la noche. Una vez coloca los huevos sobre la superficie de la mazorca, las larvas emergen de los huevos e inmediatamente proceden a perforar la mazorca y se adentra en el mismo, alimentándose de la placenta, el mucílago y ocasionalmente de las semillas; Las heridas causadas permiten la entrada a otras plagas y enfermedades como Fitóptora que terminan de deteriorar el fruto.

Daño interno en la mazorca y larva del perforador de la mazorca del cacao



Síntomas

Cuando las mazorcas atacadas por el insecto son menores a 4 meses se presenta una madurez prematura; En mazorcas mayores a 4 meses se observan los orificios de entrada de la larva, los cuales en muchos casos se encuentran taponados por excreciones o exudaciones acuosas.

Daños e intensidad de pérdidas

El daño típico del perforador es la mala calidad de los granos ocasionada por su fermentación cuando aún están dentro de la mazorca. La intensidad del daño depende de la edad de la mazorca cuando es atacado por el insecto, en mazorca menores de 4 meses en donde se presenta madurez prematura se pierden totalmente por no alcanzar su madurez normal. En mazorcas que se cosechen antes de la salida del adulto (mazorcas con excreciones o exudaciones acuosas) se aprovecha hasta un 90%; finalmente cuando el insecto adulto ya ha salido de la mazorca o ha llegado hasta un estado avanzado como larva-pupa el daño es total.

Aspecto exterior de mazorcas atacadas por Carmenta



Control

Dentro de las medidas de control probadas se encuentran: cultural, biológico, físico, químico y genético. A continuación, se describen algunas de ellas.

Control cultural: la cual consiste en la recolección de frutos infectados cubriéndolos con un plástico para evitar la salida de los adultos.

Control biológico: se recomienda liberación de las avispitas *Telenomus sp*, *Trichogramma sp*, *Brachymeria sp*, *Polistes sp*. quienes son parásitos de este insecto, y el hongo entomopatógeno *Paecilomyces sp*.

Control físico: consiste en el embolsado de frutos jóvenes para su protección, que impide a la hembra colocar los huevos sobre la superficie de la mazorca.

Control químico: se reporta el uso de productos a base de Piretroides (Deltametrina, Cypermetrina), y consiste en hacer entre 3 y 5 aspersiones de en vísperas de la cosecha principal de cada año como insecticida para el control de los adultos.

EL RIEGO

El árbol de cacao es una especie de la zona húmeda tropical y para su óptimo desarrollo requiere entre 2.000 y 2.500 mm de agua anualmente. En Colombia y en otras zonas cacaoteras del mundo, se tienen condiciones de régimen pluviométrico seco, con precipitaciones medias anuales de 900 a 1.500 mm, en las que los demás factores se presentan con características óptimas para el cultivo.

En tales regiones, resulta indispensable la aplicación del agua que permita suplir las necesidades hídricas deficitarias del cultivo.

Es importante que en las fincas cacaoteras, cada uno de los productores pueda determinar cuanta agua llueve cada día, mediante el uso de un pluviómetro, el cual es un instrumento que se emplea para la recogida y medición de la lluvia. Se usa para medir la cantidad de precipitaciones caídas en un lugar durante un tiempo determinado.

Pluviómetro



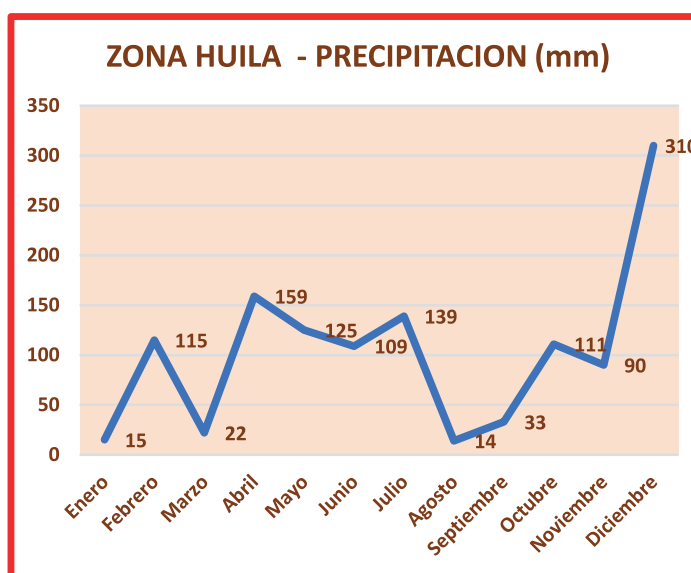
Con el acompañamiento del Técnico Extensionista, se da instrucciones al cacaocultor, sobre la forma de hacer la medición del agua recolectada durante el día, y también como debe registrarse la información en un cuaderno para el uso posterior de estos datos.

Con los valores diarios, se pueden hacer consolidados mensuales, y construir la gráfica de precipitación para la finca, o la zona de influencia.

Se describe la precipitación de una finca localizada en la Zona del Valle Interandino Seco, en donde se puede apreciar los meses de mayor y menor cantidad de lluvia mensual.

Precipitación de una finca localizada en la Zona del Valle Interandino Seco

MES	PRECIPITACION HUILA (mm)
Enero	15
Febrero	115
Marzo	22
Abril	159
Mayo	125
Junio	109
Julio	139
Agosto	14
Septiembre	33
Octubre	111
Noviembre	90
Diciembre	310
Total	1242



La zona del valle interandino seco, se caracteriza porque su precipitación anual está por debajo de 1.500 mm al año, mal distribuidos. En gráfica anterior se observa que existen cinco meses con precipitación menor de 100 mm mensuales, (enero, marzo, agosto, septiembre y noviembre) los cuales técnicamente se consideran meses secos.

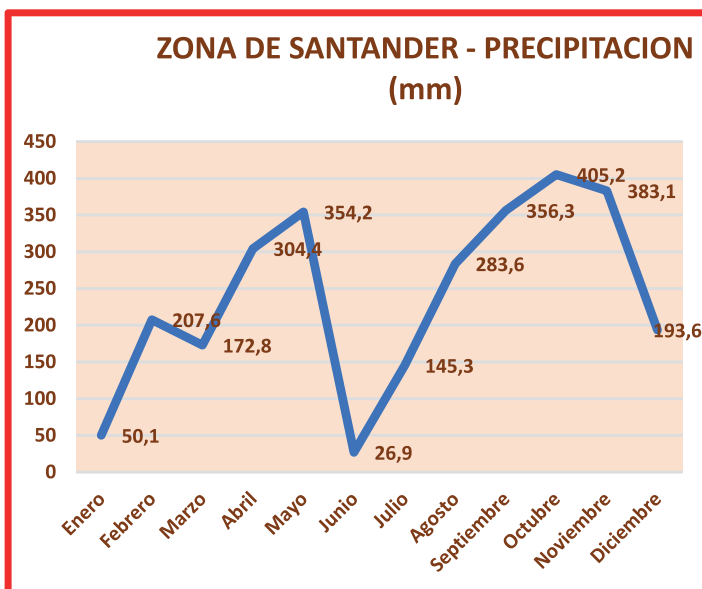
En términos prácticos, esta gráfica nos indica que, para implementar siembras nuevas de cacao, es necesario conocer si existe la disponibilidad de agua adicional a la lluvia, para cubrir esta deficiencia en estos cinco meses de estrés hídrico. En este caso, el comportamiento de la curva de precipitación, indica que es necesaria la implementación de un sistema de riego, el cual será operativo la mayor parte del año.

De otro lado, aún en regiones con régimen pluviométrico superior a los 1.500 mm, anuales se hace necesario la aplicación de riego en los casos en los que la distribución es demasiado concentrada, dejando temporadas secas de más de tres meses y aún en las regiones con precipitación y distribución óptimas, vale la pena contemplar la posibilidad de riego para esos eventos extremos que suelen presentarse periódicamente, como lo es el llamado fenómeno del pacífico o del niño.

Aquí se describe la precipitación de una finca localizada en la Zona de la Montaña Santandereana, en donde se puede apreciar que, en la mayoría de los meses del año, existe una alta precipitación,

y solamente se presentan dos meses con menor cantidad de lluvia mensual, por debajo de 100 mm al mes.

MES	PRECIPITACION SANTANDER (mm)
Enero	50,1
Febrero	207,6
Marzo	172,8
Abril	304,4
Mayo	354,2
Junio	26,9
Julio	145,3
Agosto	283,6
Septiembre	356,3
Octubre	405,2
Noviembre	383,1
Diciembre	193,6
Total	2883,1



Precipitación

Curva de precipitación mensual.

La gráfica muestra que existen diez (10) meses con precipitación mayor de 100 mm mensuales, lo significa que se debe pensar en construir canales de drenaje para evacuar los excesos de agua para evitar el encharcamiento del lote, los cuales pueden ser de perfil rectangular o perfil trapezoidal.

Canal de drenaje rectangular, Arauquita, Arauca



Canal de drenaje trapezoidal, Granja Tierradura, Miranda, Cauca



En este caso de alta precipitación en la zona de Santander, es necesario realizar un análisis técnico y económico, que permita determinar la viabilidad de realizar la inversión en un sistema de riego, el cual solamente tendrá utilidad durante dos meses en el año, una en el mes de enero y la otra en el mes de junio.

El riego proporcionado al cacao en el momento oportuno, garantiza para el cacao la realización plena de las funciones fisiológicas del crecimiento y producción para un óptimo resultado económico del cultivo.

Componentes de un sistema de riego

Un sistema de riego tiene los siguientes componentes:

1- Captación 2- Conducción 3- Distribución predial 4- Emisor

1- CAPTACIÓN

La captación se refiere al sitio de donde se toma el agua para ser utilizada en el riego.

- | | |
|-----------------------|--|
| 1.1 Agua superficial: | En Movimiento (quebrada, río):
Quieta (manantial, lago, reservorio, humedal): |
| 1.2 Agua Subterránea: | Aljibe:
Pozo profundo: |

Captación de una quebrada



Captación de un reservorio



Captación de un aljibe



Captación de un pozo profundo.



2- CONDUCCIÓN

La conducción se refiere a la forma en que se lleva el agua hasta el lote de cacao.

2.1 En Canal: En tierra.

En canal revestido.

2.2 En tubería: En PVC.

Conducción canal en tierra



Conducción en canal revestido



Conducción en tubería PVC.



Conducción en manguera de polietileno



3- DISTRIBUCIÓN PREDIAL

La distribución predial se refiere a la forma como se distribuye el agua dentro del lote.

3.1 Riego por gravedad: Riego por inundación

Riego por surcos

3.2 Riego presurizado

**Riego por inundación,
Gigante, Huila**



**Riego por surcos,
Rivera, Huila**



4-EMISIÓN

La emisión se refiere a la forma final mediante la cual se entrega el agua a los árboles dentro del lote.

4.1 Aspersión

4.2 Micro aspersión

**Riego por aspersión,
Granja Tierradura, Miranda, Cauca**



**Riego por micro aspersión,
Rivera, Huila**



Riego por goteo



Riego por micro manguera



Cualquiera sea el sistema de riego seleccionado, debe ser adoptado teniendo en cuenta la topografía, las condiciones de textura y estructura del suelo, la extensión de la superficie a regar, el costo del sistema, el tipo de cultivo bien sea tradicional o moderno, el volumen potencial de las cosechas y fundamentalmente el volumen de agua disponible y concesionado por la autoridad ambiental.

El principal criterio de selección del sistema de riego ha de ser la relación costo beneficio, por lo tanto, es necesario garantizar el menor costo posible. También es necesario consultar la disponibilidad de agua pues su abundancia o escasez marcan una pauta definitiva para la toma de decisiones u por supuesto deben adoptarse sistemas amables con el ambiente que no causen erosión y sean de bajo consumo de agua.

FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DEL CACAO

La fertilización entendida como la aplicación de elementos nutritivos y/o enmiendas, es la manera de aportar nutrimentos que se encuentran en cantidades mínimas en el suelo, y que son necesarios para el adecuado desarrollo y producción del cultivo.

La nutrición en el cultivo de cacao es una acción fundamental para el desarrollo fisiológico y crecimiento óptimo de modo que este alcance los niveles de producción esperados acorde a la edad y variedad sembrada. Generalmente las plantas necesitan de elementos que son esenciales para su normal desarrollo en etapas de crecimiento y producción, estos pueden encontrarse en diferentes cantidades asimilables en el suelo y ambiente.

Un programa de fertilización del cultivo de cacao debe estar basado en los resultados obtenidos a partir de un análisis de suelos pues este nos permite tener un diagnóstico nutricional del terreno y de esta manera identificar los elementos presentes, ausentes o en bajas cantidades y que son necesarios para obtener plantas sanas y vigorosas que expresen todo el potencial productivo de la variedad, del mismo modo una buena fertilización debe combinar tanto la parte química como biológica. La fertilización debe acompañarse de control de malezas, control fitosanitario, podas, manejo de sombríos los cuales deben ser considerados de forma cuidadosa.

En realidad, cada lugar o plantación es un caso diferente, por lo tanto, es mejor que el productor cuente con asesoría técnica.

Composición mineral de las plantas

Son 17 los elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, incluyendo los elementos orgánicos Oxígeno, Carbono e Hidrógeno, provenientes del H₂O, CO₂ y el aire.

Estos se clasifican según la cantidad absorbida por las plantas en; macronutrientes que se requieren en concentraciones superiores a 0,1%, con base en la masa seca y micronutrientes que se absorben en cantidades menores a 100 µg por gramo de masa seca.

NUTRIENTES PRIMARIOS

- Nitrógeno (N)
- Fósforo (P)
- Potasio (K)

NUTRIENTES SECUNDARIOS

- Azufre (S)
- Calcio (Ca)
- Magnesio (Mg)

MICRONUTRIENTES

- Hierro (Fe)
- Manganeseo (Mn)
- Cobre (Cu)
- Zinc (Zn)
- Boro (B)
- Molibdeno (Mo)
- Cloro (Cl)
- Níquel (Ni)

Así mismo, existen los nutrientes beneficiosos, como lo son el Sodio, el Silicio, el Selenio y el Cobalto, los cuales no se clasifican como esenciales por no cumplir los criterios de escenciabilidad pero que son de beneficio para las plantas en la fijación de otros nutrientes y la estimulación del crecimiento y desarrollo.

Ventajas de la fertilización

Sin fertilización	Con fertilización
Pérdida de la fertilidad del suelo, deficiencias nutricionales.	Restituye al suelo los nutrientes absorbidos por la planta.
Deterioro de la calidad y cantidad de la producción.	Aumenta producción y los rendimientos.
Envejecimiento prematuro de la plantación.	Mejora la calidad, tamaño del fruto y del grano.
Susceptibilidad a problemas sanitarios.	Tolerancia a factores ambientales adversos y al ataque de plagas y enfermedades.

Cultivos de cacao con fertilización



Clasificación de algunos nutrientes para el cacao

Nutriente	Estado del nutriente				
	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
pH	< 4,5	4,5–5,0	5,0–5,5	5,5–6,5	> 6,5
C. Orgánico %	< 1,0	1,0–1,5	1,5–3,0	3,0–4,0	> 4,0
N Total %	< 0,10	0,10–0,15	0,15–0,25	0,25–0,40	> 0,40
P Disponible (µg g-1)	< 10	10–15	15–25	25–35	> 35
CIC (cmol kg-1)	< 8	8–12	12–15	12–25	> 25
K intercambiable (cmol kg-1)	< 0,15	0,15–0,25	0,25–0,30	0,30–0,45	> 0,45
Mg intercambiable (cmol kg-1)	< 0,15	0,15–0,25	0,25–0,40	0,40–3,00	> 3,0

Fuente: Dr. S. Paramanathan (Soil Survey and Suitability Consultant) Malasia.

Requerimientos nutricionales

Los requerimientos nutricionales dependen fundamentalmente de varios factores que se mencionan a continuación:

La fertilidad natural del suelo y características fisicoquímicas

Se debe partir de un análisis fisicoquímico del suelo, el cual nos permitirá saber que elementos se encuentran desequilibrados, cómo y en qué cantidades debemos aplicar las enmiendas, los abonos y fertilizantes.

La edad y estado fisiológico de las plantas

El cultivo de cacao es de tardío rendimiento, a medida que el árbol de cacao llega a la adultez los requerimientos y proporciones de nutrientes que la planta necesita van cambiando. Esta es una condición muy importante para tener en cuenta para lograr una eficiencia en la fertilización. En vivero se requiere una mayor proporción de Magnesio, Manganeso, Calcio y Nitrógeno mientras que en la etapa productiva se absorbe en mayor cantidad Potasio, Nitrógeno y Calcio.

El grado de sombreadamiento del cultivo

Es un factor muy importante ya que varios estudios han comprobado que en condiciones de plena exposición solar el cacao llega incluso a presentar mayores niveles de productividad, sin embargo, es también más susceptible al aumento de estrés por agua y nutrientes, debido principalmente a que las tasas de fotosíntesis que se presentan son más elevadas, adicionalmente a esto, se acorta notablemente la vida de la planta por lo cual esta práctica de establecer el cacao sin sombrero no se recomienda.

En el caso de las plantaciones de cacao que tienen sombríos de leguminosas se reduce ostensiblemente la necesidad de aplicación de fertilizantes nitrogenados.

Las prácticas de manejo

Si el cultivo de cacao se hace de manera tecnificada efectuando todas y cada una de las prácticas de manejo de manera natural los requerimientos de fertilización serán menores, ya que no habrá por ejemplo competencia por malezas, ataque de plagas y enfermedades y pérdida de la biodiversidad del suelo por el uso indiscriminado de agroquímicos.

El tipo de cacao cultivado (Genotipo)

La genética del cultivo es importante ya que existen diferentes niveles de exigencia dependiendo de esta. Las plantaciones híbridas tienen un potencial de producción menor que las plantaciones clonadas que llegan a ser superiores a las 2 toneladas por hectárea.

La proyección de producción

De manera lógica si se quiere aumentar la producción de cacao por hectárea una de las medidas que se puede tomar es la de fertilizar adecuadamente las plantas, no obstante, siempre se debe tener en cuenta la viabilidad económica de esta práctica para saber si compensa la inversión realizada o no. El tipo de fertilizantes o abonos a emplear.

No todas las fuentes y tipos de fertilizantes y abonos tienen la misma calidad ni nos brindan las mismas garantías por lo tanto debemos asesorarnos de las personas idóneas que conocen del tema y nos pueden recomendar cual es el fertilizante más adecuado a nuestras necesidades. El agricultor puede de manera sencilla y económica producir en su propia finca el abono que va a consumir el cultivo de cacao, aprovechando para ello materiales como los residuos de cosecha y excrementos de animales domésticos.

Extracción de nutrimentos por la planta de cacao

De acuerdo con Cocoa growers bulletin, el cultivo de cacao requiere para su desarrollo de diferentes contenidos tanto en vivero como en el primer año de establecimiento y en producción. En las tres etapas de desarrollo, el elemento de mayor requerimiento es el potasio (K), seguido del nitrógeno (N) y el Calcio (Ca), es importante ver que los requerimientos nutricionales del fósforo (P) en las diferentes etapas de desarrollo son menores.

Estimación de nutrientes requeridos para el cacao en diferentes estados de desarrollo (kg/ha)

Estado De La Planta	Edad de La planta (Meses)	Requerimientos nutricionales						
		Kg/ha						
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn
Vivero	5 -12	2,1	0,6	2,4	2,3	1,1	0,04	0,01
Establecimiento	28	136	14	156	113	47	3,9	0,5
Inicio de producción	39	212	23	321	140	71	7,1	0,9
Plena producción	50 – 87	438	48	633	373	129	6,1	1,5

Fuente: Thong YNG, Citado por Morais, F.I., Santana, M.B. y Santana, Ch, Nutricao Mineral e Adubacao do cacauero. CEPLAC, Bahia, Brasil.

Es importante conocer la cantidad de elementos que extraen la plantas, para devolverlo al suelo en los diferentes programas de nutrición. De acuerdo con los contenidos de la tabla anterior, se observa que el potasio (K), es el elemento extraído en mayor proporción por el cacao, seguido de Nitrógeno (N), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Fósforo (P).

Teniendo en cuenta la cantidad de nutrimentos extraídos para obtener una cosecha de 1.000 kilos de cacao/ha/año y la eficiencia de estos elementos por algunos factores adversos como la solubilidad, perdida por lixiviación y absorción de microorganismos, todas las aplicaciones de un programa de nutrición para el cacao deben estar por encima de estas cantidades.

Cantidad de nutrimentos extraídos por cosecha de 1.000 kilos cacao/ha/año

Nutriente	N	P	K	Ca	Mg
Kilogramos	31-41	5-6	54-86	5-8	5,7

Fuente: Cocoa Growers' Bulletin

Para suelos cacaoteros ácidos se recomienda la aplicar un mes antes de la siembra, 200 kg de cal dolomítica, más dos kilogramos de materia orgánica por planta/año, elementos que se deben fraccionar en parte iguales en el primer y segundo semestre acorde con las lluvias. Para suplir las deficiencias

de nitrógeno, fósforo y potasio es aconsejable con fuentes que aportan un solo elemento y con base en el análisis del suelo, la respuesta a la aplicación de fertilizante y el estado de nutrición de la planta.

Composición química de los suelos cacaoteros

En general la composición química de los suelos cacaoteros es la siguiente, según estudios realizados por Méndez, H y otros (1988) y Castilla C y otros (2009).

El pH en términos generales mide el grado de acidez o alcalinidad (basicidad) de un medio acuoso y el valor promedio en los municipios cacaoteros es de 5.6 considerado moderadamente ácido, en donde el 40% de los suelos presenta altos contenidos de aluminio intercambiable.

En cuanto al contenido de materia orgánica el 76% de los suelos presentan bajo contenido de M.O., que se va a reflejar en la cantidad de nutrientes disponibles para la planta de cacao.

Aporte de nutrientes al suelo por cobertura de hojarasca, Arauquita, Arauca



Según los estudios desarrollados por la Federación Nacional de Cacaoteros, con más de 6.000 muestras de suelos en diferentes regiones del país entre 2018 y 2020, la mayoría de los suelos donde se siembra cacao las condiciones de pH son ácidos.

Se encontraron 2 grupos de suelos en Colombia, en donde se evidencia que el primero presenta unas deficiencias de N y el segundo deficiencias de N, K, Mg y Cu.

Más del 70% de los análisis realizados indican suelos con bajos contenidos de Fosforo y cerca del 56% contenidos moderados de Nitrógeno.

Promedios generales de elementos químicos por departamento 2018 - 2019

DEPARTAMENTO	M.O	pH	P (ppm)	Al (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	K (meq/100g)	Na (meq/100g)	Azufre (ppm)	Boro (ppm)	N (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)
ANTIOQUIA	3,07	5,07	17,91	0,76	9,17	1,13	0,34	0,23	10,04	0,75	0,15	3,15	2,82	50,89	85,10
ARAUCA	2,44	4,76	19,68	1,29	3,77	0,99	0,16	0,19	8,45	9,30	0,29	1,25	4,65	31,05	98,71
BOLÍVAR	1,54	4,46	12,05	1,48	2,15	0,45	0,18	0,18	7,64	0,51	0,08	0,32	3,83	25,24	60,88
BOYACÁ	4,23	4,58	22,99	1,51	3,02	0,34	0,14	0,21	10,00	1,57	0,26	0,67	3,66	21,76	133,27
CAQUETÁ	2,73	4,28	25,34	1,80	1,85	0,48	0,15	0,19	23,66	0,48	0,14	0,70	5,50	8,91	96,38
CAUCA	2,33	5,82	25,94	0,37	6,76	4,17	0,36	0,28	12,89	12,71	0,13	4,27	4,85	24,16	81,59
CESAR	2,62	5,67	21,72	0,32	5,16	1,04	0,23	0,18	4,99	10,62	0,29	1,15	5,08	30,35	44,79
CHOCÓ	2,49	5,22	24,19	0,67	7,98	1,37	0,20	0,27	16,97	5,98	0,16	3,02	2,97	28,99	108,71
CUNDINAMARCA	3,96	4,84	32,82	1,13	5,56	0,82	0,22	0,29	13,43	1,68	0,21	1,47	9,14	15,32	161,08
GUAVIARE	2,59	4,51	21,77	1,41	2,41	0,46	0,16	0,22	5,97	5,60	0,25	1,02	2,48	24,54	76,88
HUILA	2,86	5,98	21,66	0,41	8,03	2,10	0,25	0,19	13,03	0,62	0,14	1,87	3,47	17,59	73,02
META	2,36	4,53	20,80	1,57	2,26	0,43	0,15	0,28	9,17	8,06	0,18	1,21	3,03	27,92	107,31
NARIÑO	3,08	4,94	18,06	0,99	6,17	1,31	0,25	0,29	9,60	1,91	0,20	1,10	3,66	28,37	88,37
NORTE DE SANTANDER	2,74	4,90	19,88	1,02	4,42	0,82	0,23	0,31	9,97	5,77	0,25	0,96	4,21	27,09	94,40
RISARALDA	3,85	5,21	10,03	0,70	5,56	1,40	0,40	0,20	20,80	0,65	0,19	1,69	3,65	30,42	61,89
SANTANDER	2,83	4,68	20,39	1,31	4,77	0,65	0,17	0,25	10,71	4,05	0,23	1,22	5,30	24,93	146,86
TOLIMA	3,45	4,99	26,67	0,99	6,91	1,24	0,26	0,20	15,37	1,58	0,21	0,96	3,76	31,82	84,30
VALLE DEL CAUCA	2,14	5,22	32,28	0,83	7,31	2,35	0,12	0,18	11,46	0,69	0,11	3,57	3,17	45,74	115,63
Promedio general	2,83	4,81	21,30	1,23	4,68	0,82	0,19	0,25	10,78	4,77	0,22	1,24	4,64	26,00	119,00

Claves para diagnóstico de deficiencias nutricionales en cacao

Los desórdenes nutricionales que inhiben ligeramente el crecimiento y producción no son caracterizables mediante síntomas visibles, sólo hasta cuando se trata de una deficiencia aguda y deprime notablemente el crecimiento y la producción. A continuación, se presentan las claves para diagnóstico de deficiencias nutricionales.

Nitrógeno (N)



Funciones	Síntomas de deficiencias
• Promueve el crecimiento y el desarrollo del cultivo. • Forma parte de la molécula de clorofila. • Es esencial en la síntesis de aminoácidos y proteínas. • Es importante en la división celular. • Incrementa el Número de flores y mejora el peso y tamaño de los frutos.	• Se detiene el crecimiento de las plantas. • Clorosis en las hojas bajas de la planta. • Hojas pequeñas y delgadas. • Tallos delgados. • Caída prematura de hojas. • Floración prematura.

Fósforo (P)



Funciones	Síntomas de deficiencias
• Promueve el desarrollo de raíces. • Importante en la formación de flores, frutos y semillas. • Vital en el proceso de fotosíntesis y en el transporte, almacenamiento y transferencia de energía. • Acelera la maduración de los frutos.	• La planta crece lentamente y las hojas más pequeñas no se desarrollan. • El crecimiento nuevo tiene entrenudos cortos y las hojas se posicionan en ángulo agudo con relación a la rama. • Raíces cortas, delgadas y poco profundas. • Plantas con precario desarrollo vegetativo. • Deficiencia en los procesos de formación de flores, frutos, semillas, etc. • Las hojas maduras desarrollan color pálido en los filos y en las puntas, mientras que las hojas jóvenes se tornan más pálidas que las venas.

Calcio (Ca)



Funciones	Síntomas de deficiencias
• Crecimiento y fortaleza en tallos y raíces jóvenes (División celular y elongación de las células. • Aumenta la vida de anaquel de frutos y órganos cosechados. • Componente de la pared celular y de la membrana plasmática. • Facilita el aprovechamiento del boro. • Regula la transpiración. • Reduce la tasa respiratoria.	• Pudriciones apicales en frutos. • Deformación y necrosis de las hojas jóvenes • Se afecta el crecimiento radicular. • Caída prematura de hojas, muerte de brotes y yemas.

Magnesio (Mg)



Funciones	Síntomas de deficiencias
• Componente estructural de la clorofila (fotosíntesis). • Necesario para la formación de azúcares, aceites y grasas. • Interviene en el llenado de frutos. • Interviene en el metabolismo del fósforo. • Importante en el cargue del floema de nutrientes elaborados. • Activa procesos enzimáticos.	• Clorosis intervenal. • Baja concentración de hidratos de carbono por falta de fotosíntesis

Azufre (S)

Funciones	Síntomas de deficiencias
• Se le confiere propiedades insecticidas y fungosas. • Mejora la asimilación y el metabolismo del Nitrógeno(sinergismo) • Forman compuestos que confieren resistencia al frío y a la sequía.	• Disminución en la producción de clorofila. • Hojas nuevas pálidas y poco desarrolladas. • Detención en la síntesis de proteínas por falta de aminoácidos: Cisteína y metionina.

Boro (B)



Funciones	Síntomas de deficiencias
• Importante en el desarrollo radicular, hojas y botones florales. • Esencial en la polinización, crecimiento de semillas y frutos. • Importante en la germinación del polen. • Formación del tubo polínico • Formación de la pared celular. • Transporte de azúcares vía floema.	• Malformación de flores y frutos. • Acortamiento en entrenudos. • Aborto de flores y frutos. • Baja viabilidad del polen. • Aspecto corchoso de la lámina foliar.

Zinc (Zn)



Funciones	Síntomas de deficiencias
• Interviene en la formación de las auxinas (hormonas de crecimiento) • Favorece la maduración de los frutos. • Interviene en la síntesis de la clorofila. • Estimula el vigor de la planta y el desarrollo vegetativo.	• Ocasiona deformación y retraso en la planta. • Arrosetamiento en hojas jóvenes. • Clorosis intervenal en hojas nuevas. • Tallos cortos y delgados.

Hierro (Fe)



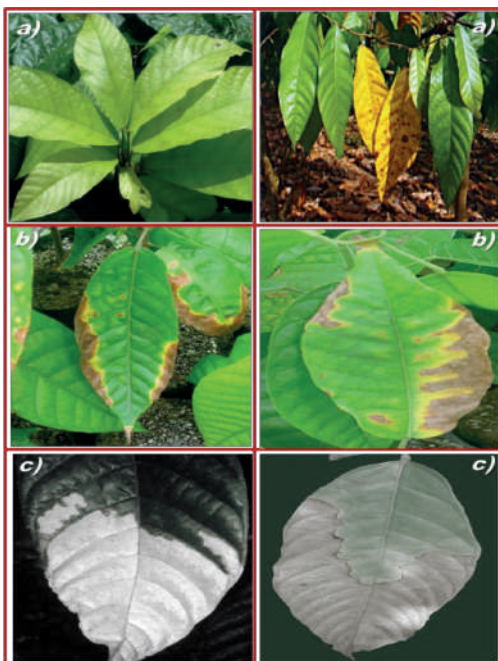
Funciones	Síntomas de deficiencias
• Asociado con la producción de clorofila y hormonas de la planta. • Interviene en el proceso fotosintético. • Se presenta con deficiencia en suelos alcalinos con alto contenido de Ca. • No todos los suelos ácidos son suficientes en este elemento.	• Tallos cortos y delgados. • Clorosis intervenal en hojas jóvenes.

Cobre (Cu)

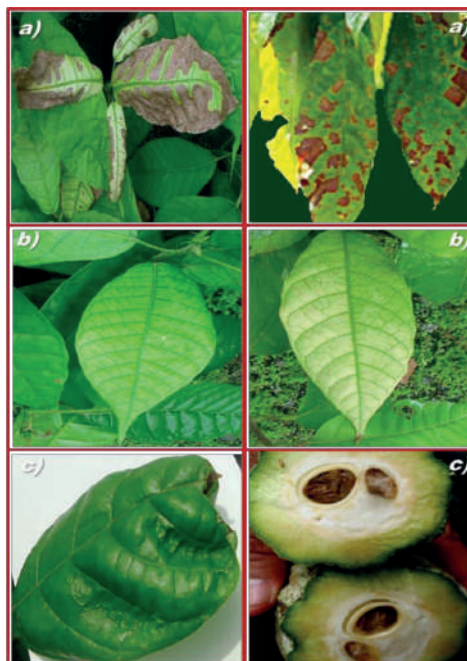
Funciones	Síntomas de deficiencias
• Importante en el control de la humedad de los tejidos de la planta y en el crecimiento del tallo y de las hojas. • Interviene en los procesos de fecundación de flores, fotosíntesis y respiración. • Promueve resistencia a enfermedades (Taninos) • Deficiente en suelos arenosos y suelos lixiviados.	• Exceso de P y de N ocasionan su deficiencia. • Deficiencias severas producen clorosis y muerte descendente de los brotes terminales.

Manganeso (Mn)

Funciones	Síntomas de deficiencias
• Importante en la asimilación del P, Ca, y Mg. • Regula la respiración y la maduración de frutos. • En la síntesis de clorofila y en la fotosíntesis. • Móvil en el suelo e inmóvil en la planta. • Antagónico con el hierro.	• Clorosis intervenal. • Con el Cloro (Cl) quemazón en hojas jóvenes.



Deficiencia de Nitrógeno (a), Fósforo (b) y Potasio (c). Fuente: Rengifo G. 2009.



Deficiencia de Calcio (a), Magnesio (b) y Boro (c) Fuente: Rengifo G. 2009.

Clave para identificar deficiencias nutricionales en el cacao según el color de las hojas

A – Según P. de T. Alvim

Plantas medianamente cloróticas

Nitrógeno	Azufre:	Hierro
• Hojas verdes pálidas, de tamaño reducido, a menudo necróticas (Común en cacao sin sombra y con malas hierbas)	Hojas de color verde pálido, tamaño normal, venas pálidas (No es común en el campo)	Hojas nuevas amarillas, tamaño normal, hojas viejas verdes (Común en suelos de aireación deficiente, carentes de materia orgánica, o altamente alcalinos)

Hojas con síntomas de deficiencia de Nitrógeno



Deficiencias de Hierro en hojas de cacao



Magnesio

- Hojas verdes de color verde pálido en las áreas intervenales y en los márgenes, pero nunca a lo largo de las venas (No es común excepto en suelos altamente alcalinos.)

Manganeso

Hojas nuevas de color verde pálido en las áreas intervenales y en los márgenes, pero nunca a lo largo de las venas (No es común, excepto en suelos altamente alcalinos).

Deficiencias de Magnesio en hojas de cacao



Hojas necróticas

Potasio

- Hojas verdes con márgenes necróticos: línea divisoria entre el tejido necrótico y el sano pronunciadamente ondulada. (Común en suelos arenosos ácidos muy lixiviados)

Calcio:

Hojas nuevas con áreas necróticas intervenales simétricas a uno y otro lado del nervio principal. Caída prematura de hojas (No es común en el campo).

Magnesio

Hojas viejas con áreas necróticas. (No hay caída prematura de hojas).

Deficiencias de Potasio en hojas de cacao



Deficiencia de Calcio en hojas de cacao



Hojas nuevas deformadas

Boro

- Hojas nuevas de tamaño reducido, curvas a espirales: lámina dura, quebradiza (Se presenta ocasionalmente en suelos ácidos lixiviados)

Zinc

Hojas nuevas angostas con márgenes ondulados, lámina en forma de hoz, con clorosis entre las venas secundarias. Hojas viejas con manchas cloróticas a los lados de las venas principales (Común en suelos alcalinos).

Cobre

Hojas nuevas de tamaño reducido, comprimidas cerca del ápice; venas secundarias reducidas en número, distribuidas irregularmente, ápices necróticos (No es común en el campo)

Deficiencia de Zinc en hojas de cacao



Ausencia de clorosis, necrosis o deformación foliar

Fosforo

- Planta de tamaño reducido, hojas inferiores se caen tempranamente; en ocasiones necrosis cerca de los ápices de las hojas; algunas veces de color broceado. (Generalmente en suelos infértiles)

Molibdeno

Hojas nuevas, angostas, transparente, clorosis moteada pálida en las zonas intervenales. Hojas viejas con márgenes necróticos. (No es común en el campo)

Épocas de aplicación:

La fertilización se puede fraccionar de acuerdo con las condiciones fisicoquímicas del suelo, del clima y del destino final de la producción, la época para la aplicación de los fertilizantes y porcentaje de la dosis total del fertilizante se debe realizar acorde con el ciclo de cultivo.

La mejor época para fertilizar es luego de que el árbol este podado, sin malezas, con la sombra regulada y con las enfermedades controladas, en una época en que ojalá las lluvias sean poco intensas, al inicio de estas, cuando se disponga de buena humedad y el árbol tenga una buena carga de flores y pepinos en formación.

En esta etapa es cuando se da la mayor absorción de nutrientes por cuanto todos los procesos fisiológicos están activados.

ÍNDICES DE PRODUCCIÓN

Para evaluar desde el punto de vista agronómico el potencial de un clon y como variables muy importantes a considerar en el rendimiento, tenemos los índices de grano y de mazorca.



Índice de grano

El índice de grano se refiere al peso promedio de un grano de cacao fermentado y seco. Este se calcula pesando 100 granos de cacao en las condiciones mencionadas y dividiendo el valor obtenido en 100.

Se recomienda hacer tres repeticiones para tener un dato promedio de esos resultados. Comercialmente según la NTC 1252, los materiales que presenten índices de grano menores a 0,95 gramos por grano se catalogan como cacaos corrientes.

Materiales con tamaños de grano mayor a 1,2 g/grano, presentan mejores rendimientos al calcular número de frutos por árbol año.

Índice de mazorca



Está dado por la cantidad de mazorcas que se requiere para obtener un kilogramo de cacao fermentado y seco. Para calcularlo se beneficia el grano de un número determinado de mazorcas, luego con una sencilla regla de tres se calculan los valores para un kilogramo dado como resultado el número de mazorcas que hacen un kilo.

Con la modernización de los cultivos de cacao se busca implementar materiales que posibiliten índices de mazorca por debajo de 17. Se recomienda hacer el cálculo en dos o tres cosechas diferentes para tener un dato promedio más ajustado a la realidad, en la siguiente formula se observa un ejemplo:
NF: Número de mazorcas usadas para la masa en fermentación.

GS: Peso del cacao fermentado y seco en gramos

XM: incógnita, numero de mazorcas

Planteamos de la siguiente forma: Si con NF hicimos GS, Cuantas XM necesitamos para hacer 1000g:

$$\begin{array}{lcl} NF & \rightarrow & GS \\ XM & \rightarrow & 1000\text{ g} \end{array} \quad XM = \frac{NF \cdot 1000\text{g}}{GS}$$

Número de frutos por árbol



Este indicador, está relacionado directamente con el manejo de la plantación en fertilización, MIPE, etc., se puede utilizar como estrategia de pronóstico de cosecha si se relaciona con los datos de índice de mazorca, y con la densidad de árboles/ha., se puede proyectar que si tenemos un índice de mazorca de 15, y en promedio se coseche 30 frutos maduros y sanos a cada árbol obtendremos 2 kilos por planta, y si la densidad es de 900 a 1000 árboles/ha., esperaríamos 1800 kilos de cacao seco por ha/año.

Número de granos por mazorca



Este indicador se puede monitorear eligiendo arboles aleatoriamente por el lote y tomando un fruto de cada árbol, para contar los granos y promediar según el número de frutos muestreados; un muestreo sencillo puede ser con 10 árboles, y se puede repetir en dos picos de cosecha diferentes. Generalmente es aceptable que este indicador este por encima de 35 granos por fruto, e ideal más de 40.

Es importante resaltar que el manejo de la plantación de cacao influye de manera directa en los factores de rendimiento y en los resultados productivos del cultivo, razón por la cual, labores como la poda, fertilización, y manejo sanitario, deben ser ejecutadas con precisión, para aprovechar el potencial productivo de los materiales establecidos. Por otra parte, conocer la compatibilidad e incompatibilidad de los clones, puede ayudar a mejorar los factores de productividad.

EL PROCESO DE BENEFICIO DEL CACAO

El manejo de poscosecha del cacao, denominado beneficio, constituye un aspecto de máxima importancia para presentar al mercado un producto de calidad. Conlleva a que el grano sea apreciado, apetecido por la industria y asegura por ende la comercialización tanto a nivel nacional como para la exportación y justifica un mejor precio.

El proceso de beneficio requiere cumplir una serie de pasos que ayudaran a la obtención de un grano de la mejor calidad:

1. RECOLECCIÓN

Cosechar únicamente frutos maduros. Las mazorcas verdes no se deben recolectar porque el grano sin madurez origina un producto de sabor muy amargo, ya que las sustancias azucaradas que recubren el grano, aún no se encuentran en óptimas condiciones para el desarrollo de los procesos bioquímicos que se llevan a cabo durante la fermentación.

La periodicidad de las recolecciones debe corresponder al volumen de la cosecha, la madurez de las mazorcas, la presencia de plagas, enfermedades o animales dañinos.



Generalmente, en plantaciones pequeñas o medianas, la recolección debe hacerse cada dos o tres semanas, con lo cual se evita la sobre maduración de los frutos o pérdidas por insectos o enfermedades.

Para la recolección se recomienda utilizar la tijera podadora manual, la cual permite maniobrar evitando hacer daño al tronco, lo que sucede a menudo cuando se usan otras herramientas como machetes; el corte con la tijera debe hacerlo cerca de la mazorca, sobre la base de ésta y no sobre el cojín floral, pues también puede dañarlo perjudicando la cosecha futura.

Por ningún motivo retire los frutos del árbol halándolos, esto destruye el cojín floral y predispone el árbol al ataque de patógenos.

2. PARTIDA DE MAZORCAS

Una vez recolectadas las mazorcas, se amontonan, separándose las que puedan estar enfermas, para garantizar que solo se beneficien los frutos maduros y sanos, de lo contrario se afectará la calidad final del producto.

Los montones o pilas de cacao deben ubicarse en un área donde se pueda hacer fácilmente la partida y la disposición de las cascaras para su descomposición, es recomendable rotar el sitio de los montones para ayudar a distribuir los residuos que serán abono orgánico disponible para las plantas.

La quiebra o partida de las mazorcas, suele hacerse con un machete corto, con un mazo de madera, con partidor de lamina sin filo y en algunos casos, con máquinas. Sin embargo, hay que advertir que, en todo caso, debe evitarse el cortar los granos, y prevenir el riesgo de accidentes en las manos.

Partida de mazorcas de cacao con ángulo de hierro, San Vicente de Chucurí, Santander



Con el dispositivo de lamina sin filo (que puede ser un machete empotrado con el lomo hacia arriba, o un ángulo de hierro), se parte la mazorca al golpearla con mayor garantía de seguridad y rendimiento, sin dañar los granos, ya que no representa alto riesgo para el operario, al no usar corte con filos. Al partirlo, el fruto debe tomarse de la punta y el sitio de quiebra debe estar cerca del pedúnculo para facilitar la extracción del grano, también puede hacerse el partido de forma diagonal. Por su parte el uso del mazo de madera también puede ser una opción segura.

3. DESGRANADA

La extracción de las semillas de la cáscara se denomina desgranada, “desengullada” o “degruyada”; se hace deslizando los dedos de la mano a lo largo de la placenta o vena central de la mazorca, evitando extraerla para no mezclarla con los granos de cacao. Si esto sucede debe sacarla posteriormente pues constituye una impureza que perjudica la calidad del producto.

Degruyada de cacao, San Vicente de Chucurí, Santander



4. FERMENTACIÓN

Es el paso fundamental en el beneficio del cacao. En este proceso se desarrolla el sabor y el aroma del producto, contribuye a formar un grano hinchado, de color marrón y de buena apariencia. una buena fermentación origina un cacao que al ser convertido en chocolate, es agradable al gusto y al olfato, por el contrario la usencia o sobre fermentación, generan sabores y aromas indeseados

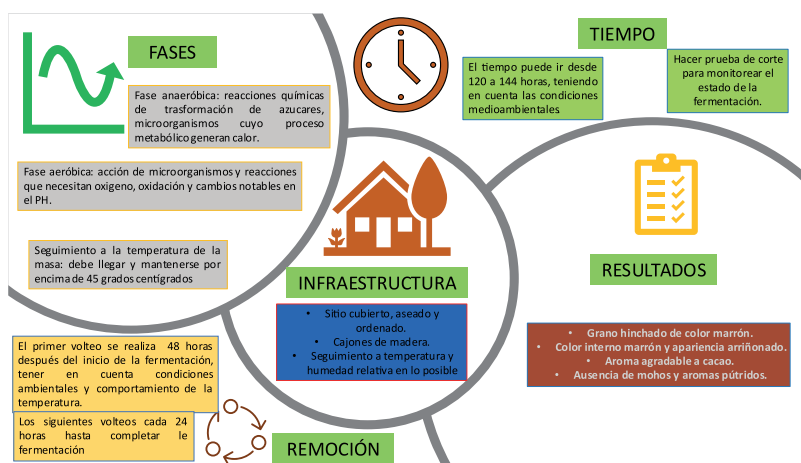
demeritando el producto.

La fermentación, también llamada “cura” del cacao o “avinagrada”, consiste en una serie de cambios de carácter bioquímico y físico, ocurre en todas las estructuras del grano. En una primera fase mediante reacciones químicas, los azúcares contenidos en la pulpa, se transforman liberando entre otras sustancias, agua, alcohol etílico y ácido acético, donde intervienen microorganismos anaeróbicos, bacterias principalmente, las cuales en su proceso metabólico generan el desprendimiento de calor. En una segunda fase actúan microorganismos aeróbicos, continúan los cambios bioquímicos, con cambios notables en el Ph, en los contenidos de ácido acético, y la oxidación de polifenoles.

Desde el punto de vista físico se da un hinchamiento del grano, por ingreso de agua y ácido acético, que permea la cascara desde afuera hacia los cotiledones, esto ayuda a la muerte definitiva del embrión y da al grano de cacao la apariencia arriñonada o de grietas y estrías internas, característico de un grano bien fermentado.

Estos cambios durante la fermentación dan la apariencia y color que se espera en un cacao para la industria de los chocolates, y es un factor que puede influir en los precios, sin embargo, en otro tipo de mercado como el medicinal, se espera mantener por ejemplo la coloración violeta que indica los contenidos de polifenoles en el grano, sustancia de gran interés en esta industria, por tanto es necesario el ajuste de todos los protocolos de postcosecha cuando se quiere vender el cacao a esos mercados.

Proceso de fermentación del cacao



Infraestructura para la fermentación

Cuarto de fermentación, caja de fermentación, termómetro o termo cupla, termohigrómetro, palas de volteo, costales, baldes, bloc de notas, elementos de protección y aseo.

Teniendo en cuenta lo determinante que es el proceso de fermentación del cacao en términos de calidad e inocuidad, es importante que en cada finca se procure disponer de las herramientas y equipos necesarios para garantizar unas condiciones que conlleven a la adecuada fermentación del cacao, iniciando con un lugar exclusivo para la fermentación, con techo y protección con paredes según lo disponible, y facilidad para manejo de residuos.

Además, es primordial el fermentador, siendo los cajones de madera los más recomendados, si es

cuenta con los equipos es ideal hacer un seguimiento a las condiciones de humedad y temperatura en el sitio de fermentación y en la masa de cacao en fermentación, datos que pueden ser utilizados en la toma de decisiones respecto al tiempo de fermentación, los volteos de la masa y las adecuaciones que necesite el sitio de la fermentación.

Cajón fermentador de cacao, Granja Villa Mónica, San Vicente de Chucurí, Santander



El proceso de fermentación del cacao requiere una infraestructura en condiciones de asepsia antes durante y después, de la fermentación, esto ayuda a que el cacao mantenga y potencie las condiciones de calidad que la genética y el buen manejo del cultivo nos proveen.

Dimensiones y capacidad para los cajones fermentadores

Largo	Metros Ancho	Metros Alto	Kilos	
			FRESCO	SECO
1.00	0.40	0.60	378	14 1
1.50	0.80	0.60	648	246
2.00	0.80	0.60	756	288

Estos cajones se pueden construir con maderas blandas o blancas, deben tener perforaciones que faciliten el drene de residuos, pueden tener diseños diferentes, lineal, tipo escalera, barril, etc., pero en todo caso deben ser exclusivos para fermentar el cacao, facilitar el volteo de la masa, mantener limpieza y ser considerados como la herramienta para trabajar un alimento.

5. SECADO

Cuando el cacao sale del proceso de fermentación, se estima que su humedad se encuentra en el rango de 53% al 58%, esto depende los varios factores como las condiciones ambientales, el tipo de material, el estado fenológico de la planta entre otros, para las condiciones del mercado colombiano, es necesario acondicionar su humedad a un contenido de agua cercano al 7%, lo cual permite un almacenamiento seguro frente a formación de hogos dentro y fuera de los granos de cacao. Las condiciones más favorables de secado se obtienen cuando se realiza con el calor del sol, que es la fuente más barata y adecuada. Si se utiliza secado artificial debe tenerse cuidado para que la temperatura no sobrepase los 50 grados centígrados. No es recomendable usar patios de cemento ni áreas pavimentadas, ya que puede afectarse negativamente la calidad del cacao.

Secado de cacao al sol en casa elba, Granja Villa Mónica, San Vicente de Chucurí, Santander

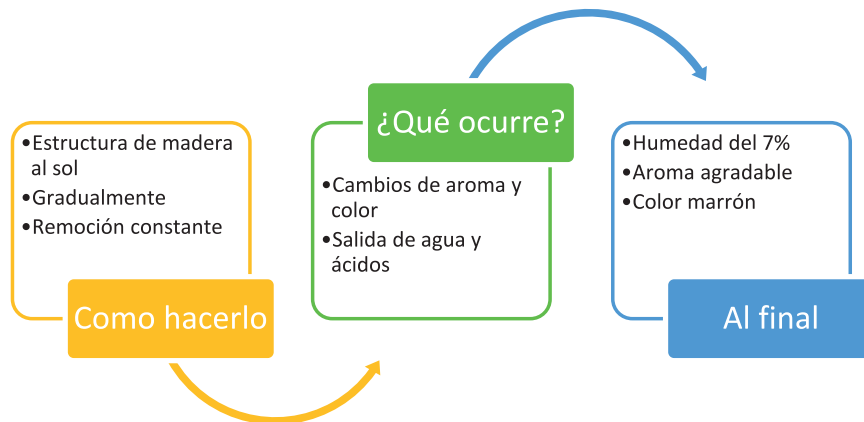


Para el secado al sol, se utilizan estructuras como las paseras, casa elbas, camillas de madera o carros corredizos tipo elba.

El proceso debe ser lento y a bajas temperaturas al principio del secado, por lo cual el primer día de asoleada, es aconsejable utilizar la plena exposición, sólo durante las primeras y las últimas horas del día.

Posteriormente no habrá inconveniente para hacer el secado durante todo el día. Ello garantiza que el grano que se hinchó durante la fermentación no se aplaste de manera brusca, tomando una textura aplanada y enjuta.

En el proceso de secado, se remueve la masa de cacao frecuentemente para la distribución pareja del calor y el secado uniforme, para ello, se recomienda usar utensilios de madera tipo rastrillo, los implementos metálicos pueden deteriorar la calidad del cacao.



Es importante tener en cuenta que, durante el secado, continúan algunos procesos bioquímicos que se iniciaron durante la fermentación, los cuales deben culminar en esta etapa; los ácidos que ingresaron al grano deben salir, por esta razón es importante seguir las recomendaciones del secado o deshidratado progresivo. Durante esta etapa se termina la oxidación y transformación de los polifenoles desapareciendo por completo el color violeta de las almendras, con lo que el grano se torna totalmente marrón, generando las características organolépticas deseables.

En forma práctica, el punto de secado se conoce, tomando un puñado de granos y si al apretarlos crujen como cascajo, es señal de que están en el grado de sequedad requerido, de aproximadamente el 7% de humedad.

Características de los granos de cacao fermentados y mal fermentados:



6. Control de Calidad en la finca

Selección

Es una práctica de control de calidad que busca eliminar cualquier material que pueda considerarse impureza dentro del cacao, teniendo en cuenta las normas vigentes, para Colombia es la NTC 1252.

Este ejercicio se realiza de manera manual, usando zarandas o por medio de máquinas clasificadoras, dependiendo del volumen de cacao que se maneje, retirando residuos o impurezas como: trozos de corteza, placentas de la mazorca, granos partidos, vanos, afectados por hongos o insectos.

Esta práctica puede ser determinante al momento de negociar el cacao.



Prueba de corte

Consiste en partir los granos de cacao para observar su condición interna en color y aroma. Se puede hacer en dos momentos del proceso de beneficio:



Durante y después de la fermentación: consiste en tomar aleatoriamente un número de granos de cacao, usando una navaja o cualquier otro utensilio afín, partir los granos muestreados de manera que se pueda observar el interior del grano en dos caras, para definir el estado de la fermentación, se debe observar el cambio en la coloración de los cotiledones, los cuales se irán tornando color marrón o chocolate a medida que el proceso de fermentación avanza, el aroma es a cacao y algo avinagrado, esta prueba ayuda a determinar el momento de finalizar la fermentación frente al tiempo de la misma.

Después del secado: se recomienda tomar aleatoriamente 100 granos de cacao de la pila o directamente del área de secado, los granos al igual deben ser partidos a la mitad para observarlos internamente, para este caso es ideal consultar la Norma Técnica Colombiana 1252 Cacao En Grano, la cual muestra las características principales de los granos de cacao, y es la guía para este control, sin embargo en términos generales, el aspecto del grano debe ser color marrón o chocolate, estructura quebradiza, arriñonados, aromas agradables a cacao y una acidez baja.

COMERCIALIZACIÓN

Generalmente para los cultivadores es el último paso en su proceso productivo, y el momento de recibir las utilidades de su trabajo. La comercialización la realizan los mismos productores llevando su cacao a los puntos de compra, donde se realiza la negociación del precio por kilo. En Colombia, existe una industria grande que demanda más del 70% de la producción, con compras en las principales ciudades o centros productivos del país, y con un importante número de comerciantes que compran el cacao a los productores y lo entregan a las industrias, también una industria mediana y pequeña que demanda cacao de manera regional.

Compra de cacao, San Vicente de Chucurí, Santander



El cacao es transportado a los puntos de compra que en la mayoría de las regiones están en los pueblos, teniendo en cuenta que este cultivo en nuestro país en su mayoría es de agricultura familiar, el transporte de los granos de cacao se realiza en vehículos de servicio público que hacen rutas por las veredas, es primordial que los productores se aseguren que este vehículo presente condiciones de limpieza que garanticen la inocuidad del cacao.

El cacao se entrega en el punto de compra donde es pesado, luego el comprador realizará la revisión de la calidad del producto y finalmente se hace la liquidación, facturación y pago inmediato al productor.

El precio del kilo de cacao puede variar de una región a otra, dependiendo de la operación logística para la entrega a la industria o los niveles de intermediación que existan en cada región.

En el mercado mundial, los granos o almendras de cacao, se comercializan usualmente por categorías: los granos utilizados para producir manteca de cacao y productos para los que se requiere grandes volúmenes, son denominados cacaos corrientes, los cuales en los estados unidos son conocidos como "basic beans" y granos ordinarios o "Bulk beans" en Europa, y representan más del 70% de la producción mundial.

Otra clasificación contempla los granos que dan características específicas de sabor, aroma y color en chocolates finos, en revestimientos o coberturas y para la obtención de polvo para dar sabor a recetas domésticas y la preparación de diverso alimentos y bebidas que se consiguen en el mercado. Este tipo de granos se denominan finos, cacao fino en Europa y flavor beans (granos de aroma), en los Estados Unidos. También están los cacaos especiales que son los que tienen algún tipo de distinción complementaria a la genética, por ejemplo, certificaciones orgánicas o de sostenibilidad.

Calidad del cacao

La calidad del cacao puede ser evaluada desde dos puntos de vista, una teniendo en cuenta las propiedades físicas del grano y su adecuado proceso de beneficio, midiendo aspectos como el porcentaje de fermentación, el tamaño y peso del grano, y los porcentajes de impurezas, entre otros aspectos. Esto es lo que en Colombia evalúa la norma NTC 1252 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC, la cual bajo estos parámetros clasifica el cacao en tres categorías que son: Premium/ Especial, Estándar, y Corriente.

La segunda categoría respecto de la cual puede ser evaluada la calidad del cacao es desde el punto

de vista de las propiedades organolépticas del grano, como sabor, aroma, color y textura.

Norma técnica 1252 Clasificación del cacao en grano para comercialización nacional

Requisitos físicos y químicos	Clasificación del cacao en grano		
	Premium/ Especial	Estándar	Corriente
Granos bien fermentados, % mín.	70	65	55
Granos insuficientemente fermentados y violetas, % máx.	30	35	45
Masa (peso), en g de 100 granos	> 120	95 - 120	< 95
Contenido de humedad en % fracción en masa, máx.	7,0	7,5	7,5
Tolerancias para el cacao en grano			
Contenido de impurezas o materias extrañas en % fracción en masa, máx.	0	0,3	0,5
Grano con moho interno, número de granos/100 granos máx.	1	3	5
Grano dañado por insectos y/o germinados, número de granos/100 granos, máx.	1	2	3
Contenido de grano partido, número de granos/100 granos, máx.	1	2	5
Contenido de almendra en % fracción en masa, mín.	n.a.	n.a.	40 - 60
Granos sin fermentar (pizarrosos), %, máx.	1	3	5
n.a.: no es aplicable			
NOTA. El término almendra se refiere al cotiledón o fragmento de cotiledón del grano de cacao.			

Fuente: NTC 1252 Cacao En Grano. Especificaciones Y Requisitos De Calidad (Quinta actualización)

Generalmente este tipo de evaluación es realizada por un panel de evaluación, conformado por personas entrenadas y expertas (catadores), quienes son capaces de distinguir las diferencias a veces sutiles entre muestras de cacao que prueban a ciegas, lo más común es que estas pruebas se hagan con licor de cacao, dando como resultado un perfil de sabor de la muestra evaluada, lo que puede ayudar a generar oportunidades de negociación de cacaos con perfiles sensoriales especiales, con sabores y aromas potenciales para la elaboración de chocolates finos.

Para hacer la evaluación sensorial de un cacao a partir de granos, después de la evaluación física, se debe preparar el licor, que es la pasta o masa obtenida luego de tostar, descascarillar y moler los granos, proceso durante el cual se potencian los sabores que tiene el cacao dependiendo de su origen genético, manejo en cosecha y postcosecha. Se debe tener especial cuidado con el método de

tostado de los granos, evitando sobre tostarlos, por lo que hay que definir un protocolo de tosti3n, que tenga en cuenta: la humedad del grano, tama3o, origen gen3tico, el equipo a utilizar, y el tiempo de tosti3n.

En promedio la temperatura y tiempo de tosti3n puede ubicarse en los rangos desde 110°C hasta 130°C, por 15 a 25 minutos.

Evaluaci3n sensorial de cacao, laboratorio de calidad, Fedecacao, San Vicente de Chucur3, Santander



La cataci3n o evaluaci3n sensorial del cacao permite conocer las caracter3sticas sensoriales de una muestra, evaluando los atributos b3sicos y espec3ficos de la misma, plasmando unos datos o califi-caciones que pueden ser tratados estad3sticamente, para generar el perfil sensorial, por escrito o de manera gr3fica. Durante la cata, en la boca sucede un conjunto de sensaciones olfativas, gustativas, y otros est3mulos qu3micos, que son percibidos y conforman el sabor, esto puede ser influenciado tambi3n por efectos t3ctiles y t3rmicos. El sabor es un criterio clave de calidad para los fabricantes de productos de cacao.

El sabor en un producto o sustancia se da como resultado de la presencia de muchos componentes vol3tiles y no vol3tiles que presentan diferentes propiedades fisicoqu3micas. Es as3 como: los com-puestos no vol3tiles contribuyen esencialmente a las sensaciones gustativas, los vol3tiles influyen tanto en el gusto como en el aroma.

Hay ciertos sabores que son b3sicos como lo son el dulce, amargo salado, 3cido, y otros espec3ficos que son m3s complejos como floral, frutal, malta, nuez, panela, caramelo etc. Para poder percibir bien los sabores los catadores deben tener una cualidad innata y adem3s cuidar su sentido del gusto y el olfato y entrenarlos mucho para poder distinguir los diferentes sabores y aromas.

Atributos b3sicos:

Dulce: Se asocia directamente al gusto estimulado por el az3car, pero no limitado a esta, ya que hay otros compuestos como los edulcorantes sint3ticos, los amino3cidos entre otros que al igual dan esta particularidad. La recci3n innata al sabor dulce puede ser de gusto, felicidad, y relajaci3n. Referencia: az3car blanca, az3car morena, panela, caramelo.

Salado: Sensaciones provocadas por la presencia de sales inorg3nicas de bajo peso molecular. Como el cloruro de sodio, (sal com3n).



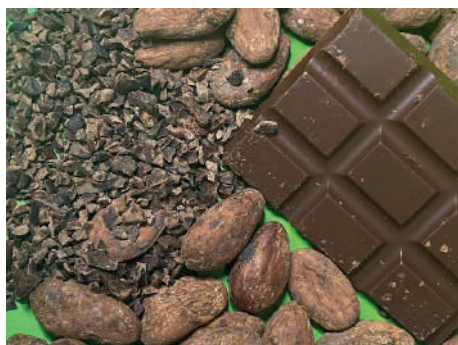
Ácido: Sensaciones activadas por la presencia de ácidos volátiles y no volátiles. Referencia: ácido cítrico, Frutas cítricas, vinagre. En cacao, es molesto cuando hay falencias en el secado.

Amargor. Sensaciones fuertes está muy relacionado con los compuestos químicos específicamente con los alcaloides cafeína, quinina, en cacao, generalmente debido a la falta de fermentación. Referencia: café, cerveza, toronja.

Umami: Poco conocido, se le llama el quinto sabor básico y puede identificarse como: "Sabroso". Es un matiz muy particular que no puede ser encasillado en ninguno de los otros cuatro sabores básicos. No es parte del perfil de sabor estándar del cacao, se puede encontrar en un chocolate cuando es parte de los ingredientes, pueden dar un efecto potenciador del sabor del chocolate. Referencia. glutamato monosódico.

Atributos específicos:

Cacao: Describe una sensación típica a granos de cacao bien fermentados, tostados y libres de defectos, es un sabor único que trae placer y felicidad. Las labores de cosecha y beneficio son determinantes para que este sabor sea evidente, y no opacado por ácidos o amargos dominantes. Referencia: Barras de chocolate, cacao fermentado.



Frutales: ligado a la percepción de compuestos químicos de alta o media volatilidad. La estabilidad de estos Los compuestos en el cacao, está relacionada con los procesos de cosecha y beneficio, pero también con la transformación, y se pueden opacar u ocultar con errores que se cometan durante todo el proceso. Estas notas están ligadas de igual forma a la genética y al origen de los granos, y se pueden percibir más fácilmente en chocolates con altos contenidos de cacao.

En el cacao se pueden identificar distintos tipos de frutales: están los frutos secos, que puede referirse a algo que es muy dulce, parecido al azúcar concentrado, (uvas y ciruelas pasas, higos, dátiles). Las frutas amarillas, son aquellas que se perciben como dulces, pero no necesariamente ácidas, (banano, mango, piña, melocotón, pera). Los frutos rojos dan una impresión de dulzura intensa combinada con acidez, (uva, cereza, frambuesa, fresa). Las notas cítricas están relacionadas con la mayoría de los cítricos conocidos, limón, lima,

mandarina, naranja, tamarindo.

Características Botánicas: son esas impresiones que evocan la cercanía y la riqueza de la naturaleza, generan atributos que pueden relacionarse con aromas florales, especiadas, herbáceas o vegetales. Asociadas directamente con el origen y la variedad, también, habitualmente a un protocolo específico de fermentación y secado.

Las notas florales pueden ser bastante volátiles y estar vinculadas al jazmín, la lavanda y violeta, las notas de especias son en su mayoría cálidas y estimulantes, puede encontrarse: vainilla, clavo, canela, nuez moscada, jengibre, pimienta, cilantro. Finalmente hay otro grupo de sabores botánicos que se consideran asociadas al bosque o de impresiones naturales, como la aceituna, el tabaco, el whisky, el ron, las setas, la madera, y la madera ahumada.

Atributos por Pardeamiento: este grupo de sabores tiene la particularidad de que pueden ser influenciados en al menos dos pasos claves en el proceso de elaboración del chocolate. Durante el tostado ocurren eventos complejos como la reacción de Maillard, donde los azúcares y los aminoácidos reaccionan a una temperatura más alta dando como resultado un sabor típico de cacao tostado.

Por su parte en el conchado donde ocurre la mezcla de todos los ingredientes, el nivel de ácidos volátiles disminuye y el chocolate queda en equilibrio, no obstante, si el conchado se prolonga, los compuestos volátiles positivos pueden perderse.



En esta gama de sabores marrones encontramos 4 grupos principales, en el primero están los asociados con la tostión, (cacao tostado, café tostado, pan tostado, almendras tostadas, avellanas tostadas), luego están los dorados, (miel, caramelo, melaza, miel de malpe), los relacionados con granos y cereales, (malta, palomitas de miz dulce, cereal, galleta), luego están los anueizados, (nuez, macadamia, nuez de pecan, pistacho, almendra).

Es importante mencionar que además de los factores que influyen durante la transformación del cacao en chocolates, para que estos sabores marrones se expresen en el mismo, también están las características genéticas, el proceso de beneficio, el manejo del cultivo y hasta los cultivos asociados o acompañantes.

Sensaciones trigéminas: se trata de sensaciones que se perciben a través del nervio trigémino, (principal nervio sensitivo de la cara), generalmente, picor, calor, refrescante, astringente hacen parte de estas sensaciones, las cuales ocurren por estímulos químicos en la boca, nariz o garganta. No son sabores básicos propiamente dichos, sino que nos producen unos efectos físicos que los asociamos con el sentido del gusto. Como ejemplo: el picor de los rábanos, la astringencia del té, el frescor de

la menta.

La sensación refrescante se asocia con productos aromatizados con mentol que se encuentran en la menta o eucalipto.

La TRPV1, es una proteína responsable de la sensibilidad térmica, por su parte y la molécula capsaicina, de la sensación quemante presente en la comida picante, la nuez moscada y la canela.

La astringencia está relacionada con la presencia de ácido tánico y otras sustancias. Se asocia con percepción de sequedad de la boca y sensación de fruncir el ceño. Referencia: Cáscara de plátano, fruta del marañón o merey, vino seco, granada, plátanos inmaduros, cacao sin fermentar.

Sabores Atípicos: en el cacao y el chocolate son sabores que no se desean desde el punto de vista de la calidad, su presencia se relaciona con compuestos químicos que estimulan intuitivamente manifestaciones de disgusto, repugnancia, desaprobación, desinterés, tristeza, cansancio.

Algunos ejemplos pueden ser el mal sabor asociado con la oxidación de grasas que puede estar vinculado a una alta concentración de hexanal, la rancidez por el ácido butanóico, concentración alta de guayacol, ligado al humo, o acetato de etilo que puede indicar un mal sabor a levadura.

Podemos citar diferentes causas para los sabores atípicos, tenemos los relacionados con los cambios del producto mismo, los del procesamiento, y los accidentales, se puede encontrar: terroso, yute, corral, paja, grasa calentada, quemado, ahumado, tocino, sobre fermentado, rancio, mohoso, levadura, a pescado entre otros. Estos pueden ocurrir en todos los niveles de manipulación de granos de cacao, procesamiento de granos, almacenamiento, transporte, procesamiento de chocolate, en puntos de venta e incluso durante el almacenamiento en la cocina del consumidor. Adicionalmente, están los relacionados con la contaminación debido al contacto con diferentes materiales, pueden ser: plástico, caucho; pintura, cartón, metalizado.

Es de vital importancia que se implementen mecanismos de aseguramiento de la calidad en todos los niveles de la cadena del cacao y el chocolate, actuando con gran responsabilidad en cada eslabón con la premisa de estar tratando un alimento.

REHABILITACIÓN Y RENOVACIÓN DE PLANTACIONES DE CACAO

Rehabilitación es el proceso de restaurar la producción, mediante aplicación de técnicas sencillas de manejo del cultivo, conservando la mayoría de los árboles existentes.

La rehabilitación es una actividad de intervención que no debería ser común en cultivos manejados adecuadamente año tras año, sin embargo, es una actividad que se presenta con cierta frecuencia en plantaciones antiguas y deterioradas híbridas y clonadas, principalmente por estas razones:

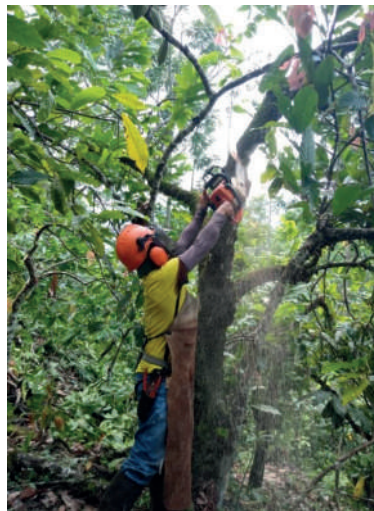
Falta manejo agronómico del cultivo; especialmente podas de mantenimiento y controles fitosanitarios periódicos.

- Abandono de cultivos por un lapso de más de un año.
- Material de siembra improductivo, con altura exageradas y mala arquitectura.
- Afectación física del cultivo por vendavales e inundaciones.

La rehabilitación se realiza en plantaciones con alturas exageradas, mala arquitectura y presencia de altos índices de enfermedades como Escoba de bruja y Monilia, lo que constituye un obstáculo para generar altas producciones.

Como estrategia actual para alcanzar la rehabilitación de plantaciones, se recomienda primero hacer un diagnóstico del estado del cultivo de una manera más integral, sostenible, y duradera, y en base al diagnóstico se debe emplear tratamientos más individuales, para cada árbol o grupos de árboles, de acuerdo a la problemática específica que presenten cada uno de ellos. (Aranzazu y Castillo, 1998).

Poda de rehabilitación usando la motosierra, San Vicente de Chucurí, Santander



Dentro de la rehabilitación de una plantación es necesario e imprescindible considerar acciones de regulación de sombríos, cambio de algunas copas de árboles improductivos, resiembras, sustitución de árboles enfermos y aquellos que presenten mal anclaje o defectos físicos.

La rehabilitación de un cultivo puede iniciarse, cuando comiencen a manifestarse los primeros árboles con síntomas de deterioro vegetativo o productivo.

En este sentido los diferentes métodos que deben emplearse como tratamientos individuales para

árboles, dentro de una plantación son los siguientes: 1) Rehabilitación de árboles por reducción de altura y mejoramiento de su arquitectura. 2) Rehabilitación por chupón basal. 3) Rehabilitación por chupón basal con injerto. 4). Rehabilitación por renovación de copa con injerto lateral en el tronco.

Rehabilitación por reducción de altura y manejo de arquitectura

Los árboles con excesiva altura e inadecuada organización de sus ramas principales constituyen un obstáculo para un manejo eficiente. La solución es intervenir la copa de los árboles y no permitir que exceda los 4 metros. Esta actividad permite reactivar y aumentar la producción de frutos en tronco y ramas primarias. Es un método útil para el manejo de problemas fitosanitarios.

Árbol híbrido rehabilitado con excelente comportamiento productivo



Rehabilitación por chupón basal

Se trata de la regeneración natural de los árboles de cacao. El chupón basal es útil para renovar árboles que se caracterizan por buena producción. En este método hay dos opciones: cortar el árbol viejo y esperar los chupones o eliminar el árbol viejo gradualmente, seleccionando el chupón basal que tenga mayor contacto con el suelo.

Árbol rehabilitado por chupón basal



Rehabilitación por chupón basal con injerto

Útil para reemplazar árboles indeseables por baja producción, mala calidad o susceptibilidad a enfermedades. Es un método sencillo y poco costoso que consiste en la injertación de chupones por aproximación o injerto lateral a una altura de 40 centímetros del suelo, una vez hayan desarrollado la mesa o verticilo.

Rehabilitación por renovación de copa con injerto lateral

Consiste en cambiar la copa existente por una nueva proveniente de un clon de alto rendimiento, conservando la raíz y el tronco del árbol viejo. La renovación se hace mediante un injerto en leño grueso (Ver capítulo de injertación) que va a formar las ramas de la nueva copa.

El éxito de los programas de rehabilitación dependerá en gran medida de la planeación donde los diagnósticos, tanto locales como a nivel de finca, deben considerar los aspectos sociales, técnicos y económicos, para decidir las técnicas que se aplicarán en el área a rehabilitar, ofreciéndole al agricultor la mejor alternativa de acuerdo a sus recursos para aumentar la competitividad de su cultivo (Aranzazu, 1988; Aranzazu y Castillo, 1998).

Renovación de plantaciones de cacao

La renovación tradicionalmente ha significado sembrar nuevas plantas en el mismo sitio del anterior cultivo con cambio total de material genético. Sin embargo este concepto ha venido evolucionando su aplicación para cultivos híbridos conservándose alrededor del 30% de los árboles que presenten características de productividad y sanidad sobresalientes; en aras de preservar nuestra diversidad genética y el otro 70% corresponda a nuevas copas obtenidas de la injertación lateral en leños gruesos, chupones basales y resiembras preferiblemente injertadas en sitio definitivo.

¿Por qué renovar los cultivos?

La renovación se hace para cambiar la genética de la plantación por una que le brinde una mayor productividad, mejor calidad de cacao y un óptimo comportamiento frente a las principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo, garantizando de esta manera un aumento en los ingresos económicos que recibe el productor, lo cual incide en una mejora en su calidad de vida.

Renovación y relevo generacional

Algunas de las razones principales para renovar una plantación de cacao son las siguientes:

- Avanzada edad de los cultivos.
- Siembra con materiales genéticos o semillas inadecuadas.
- Exceso o déficit de sombra.
- Distancias de siembras inapropiadas.
- Mala estructura de los árboles.
- Presencia de plagas y enfermedades.
- Daños físicos (cortes, pérdidas de ramas, mal anclaje, etc.)

Cuando la renovación se hace por medio de la injertación con clones de alto rendimiento teniendo en cuenta los modelos de intercompatibilidad sexual, se logra además de un aumento en la producción, la reducción del ataque de enfermedades como la Monilia y Escoba de bruja, y se hace más fácil la

realización de las prácticas culturales tales como las podas y controles fitosanitarios. Con el cambio de copa también se da una organización de la arquitectura del árbol y una reducción importante de la altura, ya que los árboles injertados y bien manejados no deberán superar los 4 metros de altura facilitándose de esta manera las labores culturales, especialmente las que se realizan con mayor frecuencia; el control fitosanitario y la cosecha.

Sumado a los beneficios mencionados, los nuevos clones utilizados para la renovación de cacaotales cuentan con una excelente calidad y características organolépticas (sabor, textura, olor y color), por lo cual algunos de ellos han ganado premios internacionales en el área de calidad, confirmando las características de nuestro cacao fino de sabor y aroma el cual ya empieza a ser reconocido en los mercados de exportación.

Otro factor positivo de la renovación por injerto es la rapidez en la obtención de la primera cosecha de frutos de cacao entre los 12 y 18 meses después de injertado el árbol.

En todo caso la decisión de renovar una plantación debe ser tomada por el productor teniendo como base un diagnóstico conjunto que debe realizar junto con el técnico de campo el cual le indique clara y detalladamente el proceso a seguir.

Diagnóstico de plantaciones de cacao con empleo de indicadores para iniciar procesos sistemáticos para la renovación

Antes de iniciar el proceso de renovación de plantaciones se debe hacer un diagnóstico del estado de la plantación de cacao clasificando los árboles de cacao en diferentes categorías.

Inicialmente se deben tener en cuenta los siguientes indicadores:

- El Número de árboles (vivos) y útiles/ha.
- La eficiencia productiva de los árboles (Número de frutos y calidad/árbol) y la plantación (kg/ha).
- El grado de deterioro frente a enfermedades y plagas.
- Aspectos de la calidad del grano.

El Número de árboles (vivos) y útiles/ha

Inicialmente se hace una demarcación de la plantación dividiéndola por lotes de 1 hectárea. Esta medición se puede hacer preferiblemente en la época de formación de frutos. Se cuentan los árboles vivos y útiles identificando con estacas y cintas rojas de los sitios faltantes o árboles próximos a morir.

Eficiencia productiva de cada árbol

Se emplean cintas de colores, con revisión y diagnóstico en la plantación en dos épocas del año (antes de la recolección de las cosechas principales).

Árbol que presente menos de 15 frutos adultos sanos, se le colocará cinta amarilla y si en la segunda evaluación merece cinta amarilla, se le colocará cinta roja.

Árbol que en la 1ª marcación se le colocó cinta amarilla y en el segundo semestre presente fructificación mayor a 30 frutos sanos, se quita la cinta.

Árboles con cinta roja deben ser renovados por injerto lateral en tronco o chupón basal.

De acuerdo las mediciones realizadas los árboles se clasifican en cuatro categorías tal como se presenta a continuación:

Clasificación a nivel de árbol para determinar el grado de eficiencia productiva

CLASIFICACIÓN	No. TOTAL FRUTOS/ÁRBOL /AÑO	IDENTIFICACIÓN CINTA
Deficientes	0 - 30	Amarilla y roja
Normales	31- 50	Sin cinta
Buenos	51 - 99	Blanca
Excelentes	> 100	2 Blancas

Respecto a la producción de cacao seco por hectárea y por año, los árboles también se pueden clasificar en 4 categorías como sigue:

Clasificación a nivel de plantación híbrida, para determinar su grado de eficiencia productiva

CLASIFICACIÓN	RENDIMIENTO (KG DE CACAO SECO/HA/AÑO)
Excelentes	> 1.500
Buenos	801 - 1500
Normales	501 – 800
Deficientes	< 500

Los árboles calificados como deficientes ameritan la renovación. Si estos tienen buen estado fitosanitario se pueden injertar en el leño grueso y en un chupón basal, de lo contrario se deben soquear y resembrar.

El grado de deterioro frente a enfermedades y plagas

Cuando los árboles evaluados presenten una incidencia de Monilla mayor al 30% su desempeño se debe calificar como deficiente y ameritan la renovación inmediata.

Aspectos de la calidad del grano

Cuando se renueva una plantación de cacao se puede aprovechar para incluir nuevos materiales genéticos de cacao que brinden las mejores cualidades de calidad y de esta manera con un buen proceso de cosecha y beneficio faciliten su comercialización.

Modelos de renovación

Cada plantación a modernizar constituye un caso particular que es analizado para tomar la mejor alternativa, pues se trata de recuperar plantaciones sembradas y manejadas en distinta forma y usando una mezcla de materiales que generan hábitos de crecimiento diferentes, variando ampli-

amente en su fisiología. Muchas veces presentan gran cantidad de árboles improductivos o malos productores, con variación en cuanto a la resistencia a enfermedades y plagas y sus resultados en términos de productividad.

Árbol renovado iniciando producción



A continuación, se describen dos modelos de renovación, que por su practicidad y beneficio económico se han venido implementando en los últimos años:

Renovación con siembras nuevas

Consiste en la ejecución de un nuevo trazado por debajo del cultivo viejo, se ahoya y se siembran nuevos árboles de cacao. Inicialmente poco antes de la siembra se realiza una poda fuerte del cacao y se ralea o provee de sombrío según sea el caso, luego después de establecida la nueva plantación, se poda nuevamente para reducir la sombra que dan los árboles viejos de cacao. Así en forma sistémica, hasta que desaparezcan y queden los nuevos materiales de cacao y de sombrío renovado.

En este caso es indispensable la poda de raíces del cacao viejo hasta donde vayan creciendo las de los árboles jóvenes, pues su competencia es muy fuerte para ellos lo que puede incidir en un retraso drástico de su desarrollo, ya que las raíces del cacao adulto son muy abundantes y ejercen fuerte competencia en la implantación de un nuevo cultivo de cacao en el mismo lugar donde estaba otro.

Otra opción dentro este modelo es el de "corte total" de la plantación y rediseñar el sistema agroforestal; como si fuera en un lote nuevo con la instalación de sombríos tanto de carácter transitorio como permanente y aprovechando al máximo el suelo con cultivos de período corto en las etapas iniciales del proceso.

El sombrío permanente debe restituirse mediante la siembra de árboles de alto valor económico como los maderables en forma de hilera.

Renovación progresiva con cambio de copas

Cuando se tiene una buena distancia de siembra y anclaje de los árboles de cacao, se puede hacer la renovación de manera escalonada o progresiva, conservando un bajo porcentaje de árboles que presenten un buen comportamiento productivo y fitosanitario que no será mayor al 30% de la población de árboles plantados en una hectárea.

Árbol renovado por injerto lateral en leño grueso en desarrollo



Este modelo de renovación de bajo impacto en la economía de los productores se realiza siguiendo los siguientes pasos de manera consecutiva:

1. DIAGNOSTICO; identificación de los arboles sobresalientes para conservar y arboles improductivos con buen anclaje, espacios libres para resiembras, nivel de infestación por plagas y enfermedades, soportado con el conocimiento propio del productor y el criterio técnico del extensionista o técnico de campo.

2. REGULACIÓN de sombríos y PODA 50% arboles a injertar, siembra de sombríos y realizar las resiembras asegurando más de 900 plantas de cacao por hectárea.

3. INJERTACIÓN en leño grueso o chupones basales a una altura de 40 centímetros del suelo. Cuando se realice la injertación en chupón basal, el árbol viejo de cacao debe haberse eliminado e impermeabilizado el corte con anterioridad. La injertación se realiza utilizando clones reconocidos por su comportamiento productivo y tolerancia a enfermedades.

4. DESTAPE DE INJERTOS en leño grueso realizados 30 días después, reinjertar después de 10 a 15 días de recuperación del árbol, el cordón licrado se retira después de 2 a 3 meses de realizado el injerto.

Injerto lateral en leño grueso y Árbol con despatronaje definitivo e impermeabilizado



5. DESPATRONAJE GRADUAL hasta el corte – despatronaje definitivo a un ángulo de 45 grados en bisel lado opuesto al injerto. Para asegurar la cicatrización y cierre de tejido, se debe realizar la correcta aplicación de la pasta impermeabilizante una vez se realice el corte, repetir al mes, a los tres meses y al sexto mes, evitando entrada de agua a los tejidos.

6. INJERTACIÓN DE RESIEMBRAS de cacao a 40 cms aproximadamente de altura desde suelo, realizar esta labor preferiblemente cuando el patrón presente la formación inicial de la mesa o verticilo.

7. DESTAPE DE INJERTOS en resiembras entre los 15 y 20 días después de realizados, momento en que se puede reinjertar de ser necesario.

8. PODA DE FORMACIÓN en injertos realizados en leño grueso, chupones y resiembras asegurando el desarrollo desde la base del injerto con dos ramas principales y desde allí organizar la arquitectura y estructura de las nuevas copas.

POLINIZACIÓN DEL CACAO

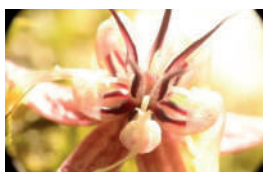
¿Qué es polinizar?

Es el proceso controlado o natural mediante el cual los granos de polen viables desde las anteras (órgano masculino de la flor) de sí misma u otra flor de cacao llegan hasta al estigma (órgano femenino) para fecundar sus óvulos y formar semillas.



¿Qué es fecundación?

Es la unión de la célula sexual masculina con la célula sexual femenina, que ocurre cuando el grano de polen llega al estigma y germina formando un tubo polínico, que crece lentamente hasta que se produce la fecundación.



Los frutos de seis días de fecundados alcanzan los 4 mm de longitud, pero la primera división de la oosfera después de la fusión con el núcleo macho para formar el embrión acontece transcurridos cuarenta y cinco días después, cuando el crecimiento del ovario estimulado por la fecundación alcanza aproximadamente 4 cm de longitud.

La flor de cacao

La flor del cacao es hermafrodita ya que posee las estructuras masculinas y femeninas, sus colores varían entre el blanco y rojo pasando por el verde, crema y rosado; esta característica depende del material genético.

El órgano femenino o gineceo está formado por el pistilo el cual tiene tres partes (estigma, estilo y ovario). El ovario es súpero y está compuesto por 5 carpelos con una placenta central conectada a los óvulos que pueden estar en un número de 30 a 60.

Se requiere por lo menos de 60 granos de polen por flor para fecundar los óvulos

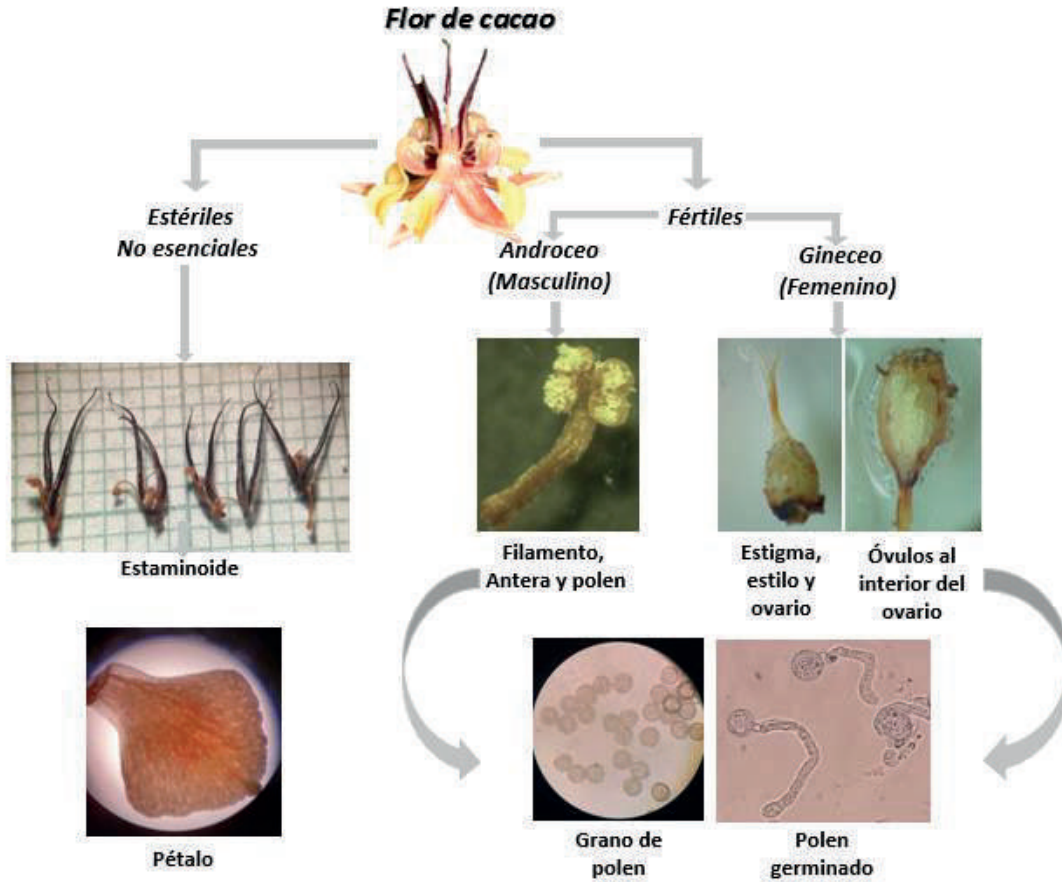
Muchas variedades de cacao tienen la característica genética de que no pueden auto polinizarse. Esto se denomina incompatibilidad

El órgano masculino o androceo está conformado por el filamento y la antera quienes son los que sostienen los granos de polen.

Si la flor no es fecundada, tarda aproximadamente tres días en caerse de la rama, pero si es fecundada forma un pequeño fruto llamado "pepino", que al crecer se le denomina "mazorca".

Las flores del cacao en los árboles brotan en grupos entre 14 y 48 flores según el árbol. El sitio en donde aparecen o brotan las flores se denomina cojines florares que se encuentran en las ramas, principalmente en los primeros 2/3 del árbol.

Flor de cacao y sus partes visto desde el microscopio



¿Quiénes polinizan la flor de cacao?

La polinización del cacao es en su mayoría de tipo cruzada, lo que significa que es necesario que un agente lleve el polen de un árbol donador a otro receptor mediante insectos. Aquí es donde entra la mosca *Forcipomyia sp* que por su tamaño (2 a 3 mm) la naturaleza la ha encargado, casi exclusivamente a ella de la polinización natural.

Las mosquitas llegan a la flor atraídas por los pétalos y los estaminoides y porque les gustan los aromas y unos líquidos dulces que producen las flores llamados néctares. Las moscas al caminar sobre las flores el polen se les pega en las patas y en otras partes del cuerpo. Con el movimiento de las mosquitas los granos de polen se desprenden y se pegan al estilo o estigma (que también poseen una sustancia pegajosa) en donde se inicia el proceso de fecundación en la misma o en otra del mismo árbol o de árboles distintos a donde ha llegado *Forcipomyia*.



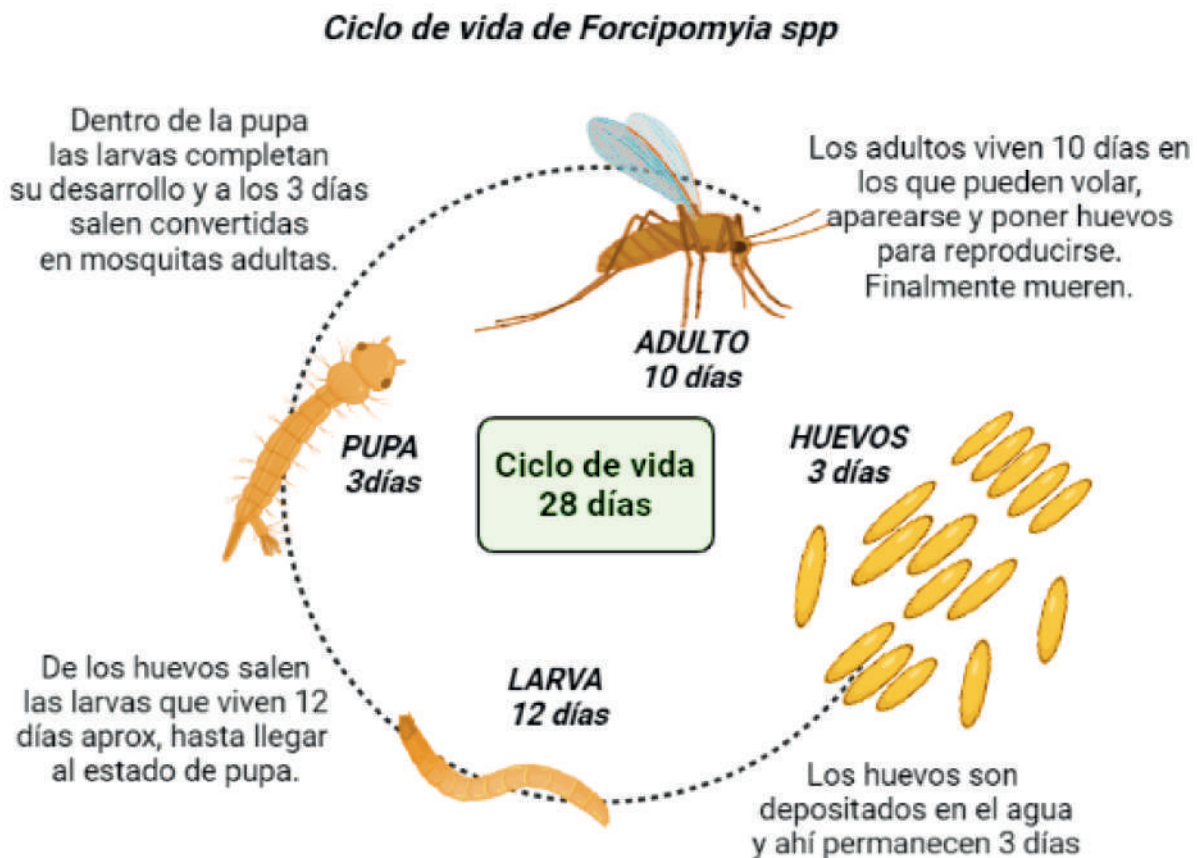
Los polinizadores requieren de suelos profundos, no endurecidos, permeables con abundante materia orgánica, buen drenaje durante el invierno y que conserven humedad durante el verano (Batista, 2009).

Dípteros o moscas de la familia Ceratopogonidae son los principales responsables de la polinización en cacao. Entre los géneros más importantes están *Forcipomyia* spp., *Dasihelea* spp y *Atrichopogon* spp., donde los insectos del género *Forcipomyia* son los más abundantes e importantes porque se ha demostrado que son los que más flores polinizan y que más alcanzan fecundación.

Las mosquitas del género *Forcipomyia* viven aproximadamente 28 días.

Su ciclo de vida completo se resume así: Huevos. 3 días; larvas 12 días; pupa 3 días y moscas adultas 10 días, tiempo en el cual pueden volar (hasta 10 metros), aparearse macho y hembra, poner huevos preferiblemente en el agua y continuar su ciclo de vida.

Ciclo de vida de *Forcipomyia* spp



Señala Kanfmann 1975, que las amplias diferencias en la abundancia de polinizadores están influenciadas por la presencia de materiales de hojarasca, cascaras de cacao y frutos en descomposición y humedad en los cacaotales. También citan a Winder 1975, Bessemer y Soria et al. 1978, Azhar y Waih 1984 quienes manifiestan que "la biomasa en descomposición (hojarasca y restos de frutos) ofrece un excelente sustrato como hábitat para la reproducción protección y desarrollo de los

insectos polinizadores, ya que las larvas de estos insectos se alimentan de bacterias y hongos que crecen allí”.

En otros estudios se pudo determinar que los trípidos y los áfidos se mueven muy poco entre los árboles mientras que las hormigas y meliponinos son únicamente visitantes ocasionales de las flores del cacao.

Métodos de polinización

Existen dos métodos que son los más utilizados en cacao: polinización abierta, natural o cruzada dada por la acción del viento, los insectos o en algunos casos aves pequeñas y polinización manual, controlada o artificial que es realizada por la mano del hombre.

Polinización abierta, natural o cruzada: Ésta se da por factores ambientales o naturales como son el viento, insectos polinizadores o pequeñas aves, en cacao la polinización es realizada por pequeños insectos en un alto porcentaje por mosquitos de la familia Ceratogonidae del género *Forcipomya* sp. Otro agente polinizador es el viento, sin embargo, no éste no asegura la formación de una buena cantidad de frutos.

En las plantas con flor como el cacao, la polinización entomófila o la realizada por insectos, es un mecanismo de mutualismo que ha generado ventajas para su reproducción y sobrevivencia; en este contexto, mientras más atractivas son las flores para los insectos, resultan más visitadas por ellos y consecuentemente más polinizadas.

Se ha determinado que el bajo porcentaje de polinizaciones es debido a la baja población de insectos polinizadores, pues el 90% de las cosechas de cacao dependen de que la polinización se realice adecuadamente (FAO-2005).



Este mutualismo entre planta y polinizador se da gracias a que se identificó que la flor provee néctar de tamaño microscópico y que éste expedía un olor que atraía mosquitos y algunos lepidópteros (Stejskal, 1969), este néctar está disponible únicamente en cortos periodos de tiempo, para insectos de tamaño pequeño, quienes a cambio contribuyen con el proceso de polinización en el momento en el que la flor esta lista para ser fecundada.

La polinización entomófila es fundamental en varios cultivos, se estima que alrededor del 30% de los productos de consumo tales como aceites comestibles, medicinas y fibra que utiliza el ser humano dependen de animales polinizadores.

(Committee on the status of pollinators in North America North America, 2007).



El cultivo de cacao básicamente es establecido bajo sistemas agroforestales, con la inclusión de árboles forestales y frutales, favoreciendo a la planta de cacao y al medio ambiente ya que esto ayuda en la conservación de la biodiversidad (Rios et al., 1997).

Polinización manual, controlada o artificial

Consiste en frotar manualmente el polen de una flor en el estigma de otra flor o de la misma para fecundar sus óvulos. Esta metodología es confiable y usualmente utilizada en centros de investigación con el fin de polinizar materiales y de esta manera determinar la compatibilidad sexual, adicionalmente, se usa con el fin de producir semillas híbridas certificadas para patronaje, y por otra parte, cuando hay escasez de insectos polinizadores y alta demanda de floración se realiza para el incremento de frutos por árbol.

Cómo se mencionó, este tipo de polinización se utiliza para diferentes propósitos, en la producción de semilla híbrida certificada para patronaje y adicionalmente, para incrementar en determinados lotes los rendimientos por hectárea con el aumento en la producción de mazorcas.

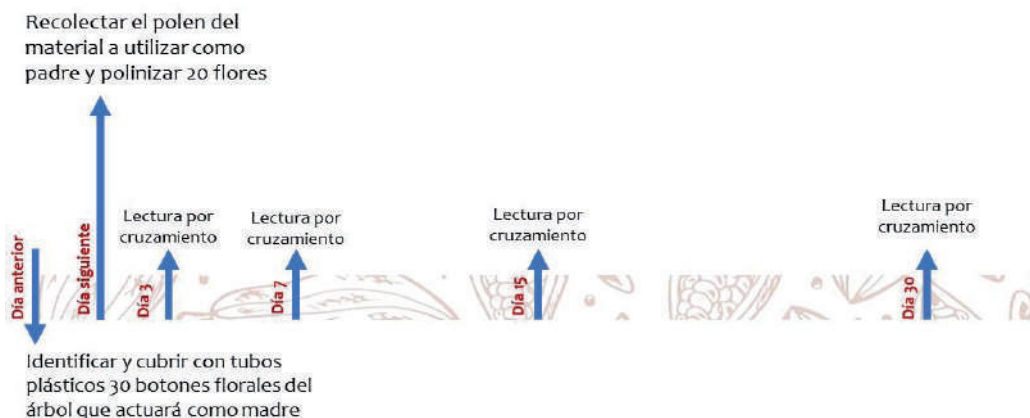
Otra manera un poco más metodológica es la utilizada por los centros de investigación, implementada con el fin de determinar la compatibilidad de materiales que se encuentren en estudio, a continuación, se relaciona el paso a paso para la realización de esta metodología que requiere de más rigurosidad ya que los datos obtenidos hacen parte de las fichas de caracterización de los materiales en estudio.



Pasos en la polinización controlada

Para que ocurra la polinización las flores deben estar abiertas proceso que dura 30 días desde botón a apertura. Así mismo, es importante conocer que una flor de cacao después de su apertura o antesis, permanece adherida al árbol entre 48 a 72 horas, si no es polinizada después de este tiempo la flor se seca y cae del árbol.

La metodología consiste en realizar cada cruce (madre / padre), en forma dirigida tal como lo resalta la siguiente imagen:



Paso uno

Se debe iniciar con la identificación de los árboles con los que se realizará el cruce, árbol madre (flores a polinizar) y árbol padre (de donde se extraerán las flores para la polinización).

El momento perfecto para el entubado de los botones florales es cuando presentan un hinchamiento, lo que indica el inicio de la apertura para la formación de la flor.



Al finalizar la tarde (5:00 pm), en el árbol madre se cubren aquellos botones florales que están próximos a abrir con tubos plásticos, entubando por lo menos 30 flores, las cuales durante la noche comienzan abrirse y al amanecer ya están completamente abiertas.

En general, las anteras ya están abiertas en la mañana y los granos de polen listos para el proceso de fecundación (Enríquez, 1985).

Paso dos

Al día siguiente del entubado de las flores en el árbol madre, se da inicio con la colecta de las flores a utilizar como padre y se colocan en envases plásticos.

Una persona puede realizar de 7 am a 12 m aproximadamente 300 polinizaciones

Se destapan las flores del árbol madre observando que estén completamente abiertas y se procede con la polinización en el árbol madre utilizando las flores recién colectadas del árbol padre, esta actividad se realiza a

partir de las 6:00 am, ya que los estigmas de la flor son más receptivos desde el momento de la antesis y la 1 pm del día siguiente, (Sampayán, 1966).



Terminada la actividad las flores deben taparse nuevamente, se coloca con mucho cuidado el tubo plástico, procurando que las paredes no rocen el órgano femenino y provoque el desprendimiento de los granos de polen, pasados tres días éstos pueden retirarse.

Se aconseja, colocar una etiqueta indicando el cruce y la fecha de polinización.

Para el proceso de polinización, se quitan los pétalos de la flor padre para dejar descubiertas las anteras y frotamos varias veces el polen sobre el estigma de la flor del árbol madre.

Paso tres



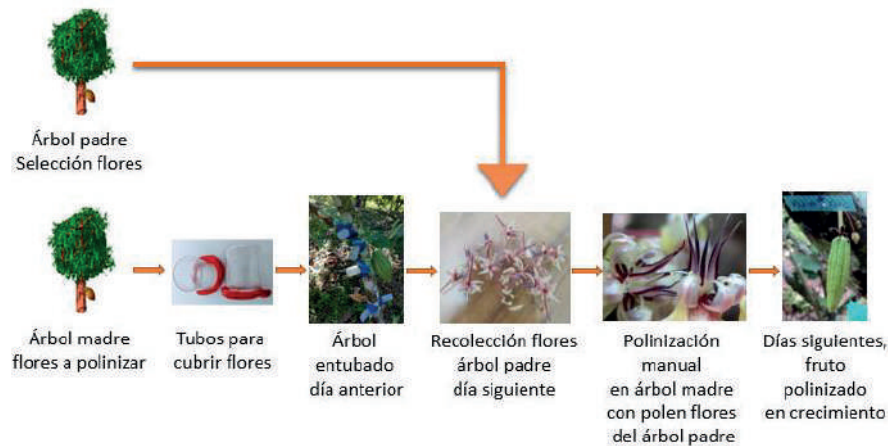
Para los centros de investigación se deben realizar lecturas de prendimiento hasta los 30 días después de la polinización, con el fin de determinar la compatibilidad de los materiales que se encuentren en estudio.

Para el caso de polinizaciones manuales específicamente para el aumento de la producción, este paso no revierte importancia, ya que este se dirige exclusivamente al incremento de la producción en las plantaciones de cacao.

Para casos exclusivos de investigación se debe realizar la marcación del cruce, en el árbol madre x árbol padre, con el fin de identificar posteriormente su compatibilidad sexual.

Con el uso de polinización manual, se ha reportado el incremento de la productividad en más de 200% reportando (40 flores/planta/polinizadas 2 x por semana) y de 130% (10 flores/planta/polinizadas 2 x por semana); sin embargo, cargas excesivas pueden causar alternancia, que quiere decir que haya una alta producción seguida de una baja producción (Müller et al, 1987).

Proceso de polinización manual



Consideraciones a tener en cuenta

Se debe tener en cuenta algunas consideraciones de interés para el procedimiento:

- Preparación de los árboles: podas de mantenimiento, regulación de sombríos, fertilización y controles fitosanitarios
- Tubos para cubrir las flores
- Plastilina
- Envases para colocar las flores padre
- Retirar la capucha del pétalo para dejar a libre exposición la antera con cuál se va a polinizar
- El polen de la flor padre debe verse un polvillo color blanco o crema, si el polen se ve amarillento o café, esta flor debe desecharse
- Frotar suavemente dos o tres veces el polen en el estigma
- Conocimiento en la identificación de la flor de cacao, los órganos masculinos y femeninos.

COSTOS EN EL CULTIVO DE CACAO



Los costos de producción del cultivo de cacao se ven afectados por diferentes variables, tal como la tecnología utilizada, por condiciones climáticas, socioeconómicas, topografía, sistema de producción y el tipo de productor, entre otros.

En la estimación de costos se incluyen rubros como la mano de obra, los insumos, las herramientas, la infraestructura y la asistencia técnica.

Entre los beneficios de llevar lo costos de producción están:

- Planificar cada una de las actividades realizadas en el cultivo de forma ordenada.
- Analizar el costo beneficio de cada una de las inversiones hechas en el cultivo.
- Determinar un criterio claro para realizar la inversión en el cultivo, basándose en un presupuesto por actividad acertado.
- Determinar las “fugas” de dinero, debido a la poca eficacia y eficiencia al hacer la inversión, lo que permitirá a la postre reducir los costos.
- Realizar correctivos y mejoras, basándose en el balance al final de cada periodo.

Para estimar los costos de producción en el cultivo del cacao se debe tener en cuenta:

- Determinar el área a establecer y la densidad de siembra de acuerdo a las condiciones de la región.
- Conocer los costos de la mano de obra y de los insumos a nivel regional.
- Llevar los debidos registros de las actividades y su costo.

Dentro de los diferentes registros que deben llevarse en una finca cacaocultora están:

- Registro de cada una de las actividades realizadas. (ahoyado, siembra, poda, injertación, despatronaje, fertilización, control fitosanitario, arreglo de drenajes, cosecha, entre otros)
- Pago de jornales o servicios ocasionales en cada una de las actividades realizadas. (ahoyado, siembra, poda, injertación, despatronaje, fertilización, control fitosanitario, arreglo de drenajes, cosecha, entre otros). Este puede ir en el mismo formato que el anterior.
- Compra de insumos, ojalá especificando la actividad en que son utilizados.
- Pago de transportes incurridos.
- Registro de las ventas del producto.

A continuación, se presentan como ejemplo algunos formatos para llevar los registros anteriormente mencionados:

JORNALES REQUERIDOS		ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO	
Valor del Jornal		Unidad	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	
Adecuación del lote		1 Preparación del terreno	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		2 Instalación del riego	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		3 Construcción de drenajes y mantenimiento	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
Establecimiento del sombrero		4 Trazado de líneas de sombrero	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		5 Ahoyado para sombrero	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		6 Acarreo Siembra sombrero	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		7 Desinfección de Colinos	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		8 Siembra y resiembra	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		9 Fertilización para plátano	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		10 Control plagas y enfermedades del sombrero	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
Siembra y manejo de Cacao		11 Trazado	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		12 Ahoyado	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		13 Aplicación Correctivos	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		14 Acarreo Siembra Cacao	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		15 Siembra patrones	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		16 Resiembras	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		17 Injertación	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		18 Despatronaje y cicatrización	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		19 Reinjertación	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		20 Fertilización	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		21 Control manual de Malezas	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		22 Control Químico y/o Mecánico de Malezas	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		23 Control plagas y enfermedades	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		24 Aplicación de Riego	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		25 Manejo del sombrero	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		26 Poda Formación y cicatrización	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		27 Poda Mantenimiento	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		28 desplumiles	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		29 Recolección del plátano	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-
		30 Recolección de cacao	Jornal	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-	\$	-

INSUMOS GENERALES REQUERIDOS													
	Insumos	Valor Und.	UNIDAD	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO	
				Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total
	Insumos generales para todos los modelos												
1	Semilla plátano		und		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
2	Plántulas maderables		und		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
3	Plántulas de cacao		und		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
4	Varetas		und		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
5	Semillas de patronaje		und		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
6	Oxidloruro de Cobre		und		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
7	Ridomil				\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
8	Otro Fungicida (especifique)				\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
9	Insecticidas				\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
10	Herbicidas				\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
11	Fertilizante Compuesto (18-6-22-2)		bullo		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
12	Fertilizante Foliar				\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
13	TRIPLE 15				\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
14	DAP		bullo 50 kg		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
15	UREA				\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
16	Cal dolomita				\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
17	Roca Fósforica				\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
18	Otros correctivos				\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
19	Abono Orgánico compostado		BULLTO		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
20	Micorrizas				\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
21	lombricompost				\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
22	Empaque recolección				\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -
23	Empaque de 4@				\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -

HERRAMIENTAS COMPRADAS				ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO	
HERRAMIENTAS	Valor Und.	UNIDAD	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	
Sistema de riego				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Mangueras				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Tijeras podadoras de mano				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Tijera podadora aérea				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Navajas injertos				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Machetes				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Orguilla				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Baldes	15,000			\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
azadón				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Barra				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Palín				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Canasta plástica				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Serruchos				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Navaja comun				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Bomba de espalda				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Otros				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	
Otros				\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	-	\$ -	

SERVICIOS U OTROS				ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO	
SERVICIOS U OTROS	Valor Und.	UNIDAD	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	
1 Analisis de suelos				-		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -	
2 Fletes de transporte				-		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -		\$ -	
3 Otras de su zona				\$		\$		-		\$		-		\$		\$		-	
4 Otras de su zona				-		\$ -		-		\$ -		-		\$ -		-		\$ -	
5 Otras de su zona				\$		\$		-		\$		-		\$		\$		-	

En cuanto a los costos de producción, a continuación, se presentan los costos de producción de la instalación de un vivero (3.900 plántulas para 3 hectáreas) y el establecimiento de una hectárea de cacao. Los costos aquí presentados representan una guía para su estimación y estructuración, siendo susceptibles de variaciones por las condiciones regionales ya mencionadas.

MODELO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS EN VIVERO				
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN: 3.900 plántulas para 3 hectáreas				
RUBRO DE COSTOS	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR	VALOR
			UNITARIO	TOTAL
1) MANO DE OBRA (JORNALES)				
Adecuación del terreno	Jornal	1,5	\$ 45.000	\$ 67.500
Construcción de hoyos	Jornal	0,5	\$ 45.000	\$ 22.500
Instalación de postes	Jornal	0,5	\$ 45.000	\$ 22.500
Instalación de alambre y templete	Jornal	0,5	\$ 45.000	\$ 22.500
Colocación de polisombra	Jornal	0,5	\$ 45.000	\$ 22.500
Preparación de eras y almacigo	Jornal	1,5	\$ 45.000	\$ 67.500
Cobertura del piso con cascarilla de arroz	Jornal	0,5	\$ 45.000	\$ 22.500
Mezcla de materiales y sustrato	Jornal	1	\$ 45.000	\$ 45.000
Llenado de bolsas	Jornal	2	\$ 45.000	\$ 90.000
Encarrilado de bolsas	Jornal	2	\$ 45.000	\$ 90.000
Siembra de semilla	Jornal	2	\$ 45.000	\$ 90.000
Aplicación de riego (manguera)	Jornal	10	\$ 45.000	\$ 450.000
Control de malezas (manual)	Jornal	10	\$ 45.000	\$ 450.000
Fertilización (aplicación con bomba de espalda)	Jornal	10	\$ 45.000	\$ 450.000
Control fitosanitario (aplicación con bomba de espalda)	Jornal	10	\$ 45.000	\$ 450.000
SUBTOTAL		52,5		\$ 2.362.500
2) MATERIALES				
Postes de madera 2,5 m x 0,1 m de diámetro	Unidad	10	\$ 20.100	\$ 201.000
Postes de madera 3,5 m x 0,1 m de diámetro	Unidad	2	\$ 28.900	\$ 57.800
Guadua y estacas	Unidad	25	\$ 5.500	\$ 137.500
Alambre galvanizado calibre 10	Kilogramo	5	\$ 6.200	\$ 31.000
Polisombra del 75% x 6,2 m de ancho	Metro cuadrado	120	\$ 2.100	\$ 252.000
Varilla para templetes de 1,0 m x 1/2"	Unidad	6	\$ 7.200	\$ 43.200
Canecas plásticas	Unidad	1	\$ 80.000	\$ 80.000
Grapas y puntillas	Libra	3	\$ 7.000	\$ 21.000

Bolsa plástica para injerto calibre 5	Metro lineal	19	\$ 1.500	\$ 28.500
Manguera plástica para riego de 1/2 pulgada	Rollo	1	\$ 94.500	\$ 94.500
SUBTOTAL				\$ 946.500
3) INSUMOS				
Semilla de patronaje para cacao	Unidad	4.500	\$ 90	\$ 405.000
Varetas para injertos de cacao	Unidad	1.500	\$ 700	\$ 1.050.000
Bolsa plástica para cacao de 30 x 15 cm calibre 2	Unidad	4.500	\$ 70	\$ 315.000
Cal dolomítica (almácigo)	Kilogramo	6	\$ 700	\$ 4.200
Abono orgánico (almácigo)	Bulto	14	\$ 30.000	\$ 423.000
Fertilizante foliar	Litro	2	\$ 43.700	\$ 65.550
Fungicidas e insecticidas orgánicos	Varios	2	\$ 200.000	\$ 400.000
Oxicloruro de cobre	Kilogramo	2	\$ 16.000	\$ 28.800
Tierra para llenado de bolsa	Metro cúbico	6	\$ 39.900	\$ 239.400
Pasta cicatrizante	Tarro 1 litro	3	\$ 32.000	\$ 96.000
Cascarilla de arroz	Pacas	3,0	\$ 15.000	\$ 45.000
SUBTOTAL				\$ 3.071.950
4) EQUIPO Y OTROS				
Bomba de espalda	Unidad	1	\$ 315.000	\$ 315.000
Carretilla	Unidad	1	\$ 180.000	\$ 180.000
Regaderas	Unidad	1	\$ 18.000	\$ 18.000
Baldes	Unidad	1	\$ 15.000	\$ 15.000
Tijeras	Unidad	1	\$ 65.000	\$ 65.000
Palas jardineras	Unidad	1	\$ 7.800	\$ 7.800
Navajas para injertar	Unidad	1	\$ 85.000	\$ 85.000
Mano de obra contratada para injertación	Injerto	3.900	\$ 520	\$ 2.028.000
Arriendo maquinaria adecuación terreno	Global	1	\$ 350.000	\$ 350.000
Transporte materiales e insumos	Global	1	\$ 600.000	\$ 600.000
SUBTOTAL				\$ 3.663.800
TOTAL (1+2+3+4)				\$ 10.044.750
VALOR PLÁNTULA DE CACAO INJERTADO				\$ 2.576

COSTOS POR HECTÁREA DE ESTABLECIMIENTO DEL SISTEMA AGROFORESTAL CACAO-PLÁTANO-MADERABLES AÑO 1 (2021)

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	V. TOTAL
COSTOS DIRECTOS				
Mano de obra				
Adecuación del lote				
Preparación terreno	Jornal	18	45.000	\$ 810.000
Construcción de canales	Jornal	4	45.000	\$ 180.000
Establecimiento de sombrío (Plátano y maderables)				\$ -
Trazado de líneas de sombrío	Jornal	6	45.000	\$ 270.000
Ahoyado	Jornal	12	45.000	\$ 540.000
Acarreo siembra sombrío	Jornal	3	45.000	\$ 135.000
Desinfección de colinos	Jornal	3	45.000	\$ 135.000
Siembra y resiembra	Jornal	8	45.000	\$ 360.000
Fertilización (2 Veces por año)	Jornal	8	45.000	\$ 360.000
Control manual de arvenses (4 veces por año)	Jornal	10	45.000	\$ 450.000
Control plagas y enfermedades	Jornal	8	45.000	\$ 360.000
Siembra de cacao			45.000	\$ -
Trazado	Jornal	4	45.000	\$ 180.000
Ahoyado	Jornal	10	45.000	\$ 450.000
Aplicación correctivos	Jornal	2	45.000	\$ 90.000
Acarreo siembra cacao	Jornal	4	45.000	\$ 180.000
Siembra y resiembra	Jornal	8	45.000	\$ 360.000
Fertilización	Jornal	2	45.000	\$ 90.000
Control manual de arvenses	Jornal	10	45.000	\$ 450.000
Control plagas y enfermedades	Jornal	1	45.000	\$ 45.000
Otras labores			45.000	\$ -
Manejo del sombrío	Jornal	4	45.000	\$ 180.000
Podas de formación y cicatrización	Jornal	2	45.000	\$ 90.000
Sub Total Mano de obra		127		\$ 5.715.000
Insumos				
Semilla plátano	Unidad	1.200	\$ 1.500	\$ 1.800.000
Plántulas maderables	Unidad	160	\$ 1.000	\$ 160.000
Plántulas de cacao	Unidad	1.200	\$ 2.580	\$ 3.096.000
Fertilizante orgánico (Compostado)	Kilo	1.200	\$ 750	\$ 900.000

Urea	Kilo	100	\$ 2.250	\$ 225.000
Fertilizante compuesto (11-7-23-4)	Kilo	150	\$ 2.600	\$ 390.000
Correctivo 1 (Cal)	Kilo	200	\$ 715	\$ 143.000
Fungicida 1 (Ridomil,cobretane, manzate)	Kilo	2	\$ 35.000	\$ 70.000
Insecticidas (Rafaga)	Kilo	1	\$ 37.000	\$ 37.000
Herbicidas	Galon	1	\$ 54.000	\$ 54.000
Análisis suelos	Unidad	1	\$ 160.000	\$ 160.000
Subtotal Insumos				\$ 7.035.000
Herramientas				
Tijeras podadoras de mano	Unidad	1	\$ 65.000	\$ 65.000
Tijera podadora aérea	Unidad		\$ 90.000	\$ -
Navajas injertos	Unidad	1	\$ 85.000	\$ 85.000
Machetes	Unidad	2	\$ 31.000	\$ 62.000
Orquilla	Unidad	1	\$ 37.650	\$ 37.650
Baldes	Unidad	1	\$ 15.000	\$ 15.000
Azadón	Unidad	1	\$ 27.750	\$ 27.750
Barra	Unidad		\$ 44.000	\$ -
Palín	Unidad	2	\$ 24.850	\$ 49.700
Bomba de espalda	Unidad	1	\$ 315.000	\$ 315.000
Sub total herramientas				\$ 657.100
TOTAL COSTOS DIRECTOS				\$ 13.407.100
COSTOS INDIRECTOS				
Arrendamiento	Año	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Administración (5% de Costos directos)	Año	0,05	\$ 13.407.100	\$ 670.355
Costo de oportunidad del capital (DTF*Costos directos)	Anual	0,0577	\$ 13.407.100	\$ 773.590
Asistencia técnica	Unidad	6	\$ 110.000	\$ 660.000
SUBTOTAL INDIRECTOS				\$ 2.603.945
TOTAL COSTOS				\$ 16.011.045

BIBLIOGRAFÍA

- AZCÓN-BIETO, J., & Talón, M. (2008).** Fundamentos de fisiología vegetal (No. 581.1). McGraw-Hill Interamericana.
- BARROS, Ovidio.** Cacao. Manual de Asistencia Técnica Agropecuaria, No 23. Bogotá. ICA. P, 1981.
- BATISTA, Lérido.** Guía técnica: El cultivo de cacao. Santo Domingo: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, 2009.
- CUBILLOS, G. (2014).** Manual del perforador de la mazorca del cacao Carmenta foraseminis (Busck) Eichlin. Compañía Nacional de Chocolates.
- ENRÍQUEZ, Gustavo A.** Curso sobre el cultivo del cacao. Bib. Orton IICA/CATIE, 1985.
- ESKES, A. B.; ENGELS, J. M. M.; LASS, R. A.** Working procedures for cocoa germplasm evaluation and selection. En Proceedings of the CFC/ICCO/IPGRI Project workshop. 1998.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CACAOTEROS.** 2019. Estudio de análisis de suelos en Colombia. Bogotá D.C.
- FISCHER, G.** Aspectos de la fisiología aplicada de los frutales promisorios en cultivo y poscosecha. Revista Comalfi, 2005, vol. 32, no 1, p. 22-34.
- GAIBOR GÓMEZ, Jessica Lucia.** "Poblaciones y porcentajes de polinización de *Forcipomyia* spp en el cultivo de cacao, en época lluviosa en la Zona de San José del Tambo". 2018. Tesis de Licenciatura. Babahoyo: UTB, 2018.
- GARCÍA, C. 1985.** Cacao (*Theobroma cacao* L). Universidad Nacional de Colombia.
- GÓMEZ, G. MEJÍA, H. MARTÍNEZ, W. 2017.** Manual para el mejoramiento de prácticas de beneficio y calidad del cacao. Bogotá D.C., : Imarte s.a.s, 2017. 979-958-98858-9-5.
- GUERRERO, Nubia Martínez, et al.** Caracterización morfoagronómica y molecular de la colección de cacao de la Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia.
- JANUSZEWSKA, Renata.** Hidden persuaders in cocoa and chocolate: A flavor lexicon for cocoa and chocolate sensory professionals. Woodhead Publishing, 2018.
- MACIP-RIOS, Rodrigo; FRANCISCO MACIP, Ricardo.** Pago por servicios ambientales (ecosistémicos) en México ¿Una alternativa para la conservación de la biodiversidad y el desarrollo? BIOCYT Biología Ciencia y Tecnología, 2013.
- MEJÍA FLÓREZ L.A.; PALENCIA G. 2000.** Manejo integrado del cultivo del cacao. Corpoica. MÉNDEZ H. A. 1988. Generalidades de los suelos cacaoteros de Colombia. Corpoica. Curso de cacao Floridablanca.
- MONOMEROS COLOMBO VENEZOLANOS S.A. 1986.** "Fertilización de cultivos de clima medio", Serie de divulgación técnica No. 2. Ed. Gráficas Aguilera. Bogotá, Colombia.

MORERA, J.; MORA, A. Comportamiento agronómico de 12 clones de cacao bajo las condiciones de Turrialba, Costa Rica. CATIE, Turrialba (Costa Rica), 1996.

MOTAMAYOR, JC, Lachenaud, P., Wallace, J., Loor, R., Kuhn, DN, Brown, S., et al. 2008. Diferenciación poblacional geográfica y genética del árbol del chocolate amazónico (*Theobroma cacao* L).

MUJICA, J. (2017). Plegable "Reconozca los barrenadores de la mazorca del cacao". ICA

MUÑOZ, A. C., Lizcano, C. E., & Prado, M. M. (2018). Reconocimiento, daño y opciones de manejo de *Carmenta foraseminis* Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae), perforador del fruto y semilla de cacao *Theobroma cacao* L. (Malvaceae).

NOSTI NAVA, Jaime. Cacao, café y té. 1953.

PARAMANANTHAN Dr. S. 1992 "Soil Survey and Suitability Consultant", Malasia.

RODRÍGUEZ-Medina C, Escobar S, Caro-Quintero A and Yockteng R (2020) A Delicious Story Made of Chocolate. Parte delantera. *Mentes Jóvenes*. 8:33. doi: 10.3389/frym.2020.00033.

RONDON, J. Morfología y genética del cacao In: Seminario Nacional de Actualización en cacao, con énfasis en Rehabilitación de plantaciones. Revista ICA. Manizales, 1990.

RONDÓN Carvajal, J. G. Manejo de plantaciones, conceptos y prácticas. 1990

RÍOS Sevilla, Diego Frans. Descripción de la diversidad entomológica asociada a la flor de *Theobroma cacao*. 2015. Tesis de Licenciatura. PUCE.

STATUS OF POLLINATORS IN NORTH AMERICA COMMITTEE, et al. Status of pollinators in North America. National Academy Press, 2007

STEJSKAL, M. Néctar y aroma de las flores del cacao. *Oriente Agropecuario (Venezuela)* v. 1 (2) p. 75-92, 1969.

THONG YNG, Citado por Morais, F.I., Santana, M.B. y Santana, Ch, *Nutricao Mineral e Adubacao do cacauerio*. CEPLAC, Bahia, Brasil.

VENTURIERI, Giorgini Augusto; RIBEIRO FILHO, Alexandre Antunes. A POLINIZAÇÃO MANUAL DO CUPUAÇUZEIRO (*Theobroma grandiflorum*). *Acta Amazônica*, 1995.

WINDER, J. A.; SILVA, P. Current research on insect pollination on insect pollination of cacao in Bahia. En *Proceedings 4th International Cocoa Research Conference Trinidad and Tobago*. Jan 1972. 1975.

<http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/1236-de-la-flor-del-cacao-a-la-taza-de-chocolate>

Guía técnica Cultivo del cacao en Colombia

ISBN físico: 978-958-53849-4-1 (tapa dura)

ISBN digital: 978-958-53849-5-8 (libro digital descargable - pdf)

ISBN: 978-958-53849-4-1



Autores y Colaboradores

Diannefair Duarte
Edith Moreno Martínez
José Eduardo Rojas
Erika Karina Ramírez
Fernando Rojas
Gilberto Gómez Sáenz
Iván Dario Goez
Jose David Barón
Nelsy Yanira Alvarado
Oscar Darío Ramirez
Oscar Mauricio Gavanzo
Paula Alejandra Arenas
Rafael Emilio Mahecha
Weimar Martínez Huerto
Yedwabnik Yardley Cano

Revisión técnica: Luis Eduardo López

Primera edición 2021
2500 ejemplares
Incluye referencias bibliográficas, tablas y fotografías

Diseño e impresión

TCIMPRESORES S.A.S

Derechos reservados ©2021.

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra, por cualquier medio, sin autorización de los autores

