Gobierno Nacional de la República del Ecuador

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE

BUENAS PRÁCTICAS PARA LA RENOVACIÓN DE HUERTAS IMPRODUCTIVAS DE CACAO TRADICIONAL

Antes

Freddy Amores P.
Diego Saquicela R.
Wilden Sarabia V.
Omar Tarqui F.
Ignacio Sotomayor C.
Alfonso Vasco M.



Después

MANUAL TÉCNICO N° 97
QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR
Noviembre, 2014

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE

BUENAS PRÁCTICAS PARA LA RENOVACIÓN DE HUERTAS IMPRODUCTIVAS DE CACAO TRADICIONAL

Freddy Amores P.
Diego Saquicela R.
Wilden Sarabia V.
Omar Tarqui F.
Ignacio Sotomayor C.
Alfonso Vasco M.

MANUAL TÉCNICO N° 97
QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR
Noviembre, 2014

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)
Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP)
KM 5 VÍA QUEVEDO – EL EMPALME
Casilla Postal: 24
Teléfonos: (593) 05 2783044 / 2783128
E-mail: pichilingue@iniap.gob.ec

Autores:
Freddy Amores P., Investigador Senior - Programa de Cacao INIAP (freddy.amores@iniap.gob.ec)
Diego Saquicela R., Investigador Junior - Programa de Cacao INIAP (diego.saquicela@iniap.gob.ec)
Wilden Sarabia V., Investigador Junior - Programa de Cacao INIAP
Omar Tarqui F., Investigador Junior - Programa de Cacao INIAP (omar.tarqui@iniap.gob.ec)
Ignacio Sotomayor C., Investigador Junior - Programa de Cacao INIAP (ignacio.sotomayorh@iniap.gob.ec)
Alfonso Vasco M., Investigador Senior - Programa de Cacao INIAP (alfonso.vasco@iniap.gob.ec)

Publicación: Manual Técnico No. 97
Tiraje: 700 ejemplares
Impresión: Imprenta Independiente
Impreso en Quevedo – Ecuador
Noviembre 2014

Levantamiento de texto, fotos y tablas:
Teresa Casanova M., Técnico Programa de Cacao EET-Pichilingue (teresa.casanova@iniap.gob.ec)

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

® Derechos Reservados

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

CONTENIDO

Título	Pág.
RESUMEN EJECUTIVO	1
INTRODUCCIÓN	3
CALIDAD DEL ENTORNO AMBIENTAL	5
ENVEJECIMIENTO DE LAS HUERTAS	11
CONTROL TECNOLÓGICO (MANEJO)	15
ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE LAS HUERTAS DE CACAO TRADICIONAL	24
REHABILITACIÓN VERSUS RENOVACIÓN	28
IMPLICACIONES ECONÓMICAS DE LA RENOVACIÓN	43
HUERTAS TRADICIONALES IMPRODUCTIVAS	50
LA RENOVACIÓN Y EL USO EFICIENTE DEL AMBIENTE	52
PASOS PARA LA RENOVACIÓN DE LA HUERTA IMPRODUCTIVA	59
ELIMINACIÓN DE LA HUERTA	59
Momento para tumbar	59
Repique de vegetación ajena al cacao	66
Tumba y repique de troncos	67
Tumba de árboles distintos al cacao	69
CALIDAD DE MATERIAL DE SIEMBRA	73
Cacao	74
Plátano	88
Árboles maderables	92
SIEMBRA DEL CACAO Y CULTIVOS ASOCIADOS	97
Siembra y mantenimiento de cacao renovado	97
Siembra, mantenimiento y beneficios del plátano	131
RIEGO DEL SISTEMA CACAO-PLÁTANO-TECA	145
ANEXOS	163
Tabla 1. Costos asociados a la renovación de una hectárea de cacao tradicional durante los primeros 18 meses de establecimiento del cultivo	165
Figura 1. Sistema cacao-plátano en diferentes esquemas de siembra y número de plantas por hectárea	167
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	169

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

LISTA DE FOTOS

No.	Título	Pág.
1	Efecto de la variación de la calidad del suelo sobre el crecimiento de las plantas de cacao.	9
2	Paisaje agrícola dotado de un buen entorno ambiental para el cultivo del cacao en el pie de monte occidental de Los Andes.	10
3	Huerta representativa de cacao tradicional durante un pico de cosecha.	11
4	Huertas de cacao tradicional que adolecen de un deterioro avanzado.	12
5	Huerta de cacao tradicional con edad avanzada.	14
6	Crecimiento excesivo de los árboles en una huerta de cacao tradicional.	15
7	Huertas de cacao tradicional sujetas a distintas intensidades tecnológicas.	16
8	Plantas de cacao en terreno con pendiente mostrando síntomas de aguda escasez de agua.	18
9	Tronco de cacao rodeado por un gran número de chupones.	19
10	Árbol de cacao afectado por una alta incidencia de Escoba de bruja.	20
11	Síntomas tempranos de Moniliasis en frutos jóvenes de cacao.	21
12	Mazorca completamente cubierta con el polvillo blanco de la Moniliasis.	22
13	Frutos jóvenes infectados tempranamente con Escoba de bruja a partir de los cojinetes florales.	23

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

14	Recuperación de la copa de plantas de cacao luego de una poda de recepa alta.	31
15	Huerta tradicional que retornó a su estado original por falta de mantenimiento luego de la recepa alta de los troncos.	34
16	La recepa del cacao estimula el crecimiento de un gran número de chupones alrededor del tronco principal.	35
17	Chupón seleccionado cerca del corte para continuar su crecimiento en árbol con recepa alta.	36
18	Chupones de 18 meses en plena producción en un árbol sometido a recepa alta.	38
19	Proliferación de malezas en espacios sin plantas dentro de una huerta tradicional.	39
20	Vista inferior del tronco de una planta de cacao con taladradores y luego infectada con Mal del machete.	41
21	Plantas muertas o muriendo por acción de enfermedades en tallo y raíces.	42
22	Huerta con un bajo potencial de respuesta a las prácticas de rehabilitación.	43
23	Cacao clonal de tres años de edad en plena producción en la zona de Cerecita (Península de Santa Elena).	46
24	Cacao clonal de tres y seis años de edad en las zonas de Milagro y Quevedo.	46
25	Huerta de cacao clonal de seis años de edad afectado por una fuerte sequía en la zona de Quevedo.	48
26	Cacao clonal de cuatro años de edad en plena producción en la zona de Santo Domingo.	51
27	Desperdicio de luz y crecimiento de malezas en espacios sin plantas dentro de una huerta.	53

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

28	Árboles de cacao con distinto nivel de vulnerabilidad frente a las enfermedades (el árbol al fondo a la izquierda es menos vulnerable).	54
29	Mazorcas destruidas por las enfermedades Moniliasis (izquierda) y Mazorca negra.	55
30	La eliminación frecuente de frutos enfermos baja la incidencia de enfermedades.	57
31	Cacao clonal de alta productividad y 26 meses de edad con su primera gran carga de frutos en la zona de Quevedo.	59
32	Pilas de troncos sin quemar al tumbarse la huerta un poco antes de renovar el cacao en la época lluviosa.	61
33	Huerta de cacao clonal sembrada para reemplazar una huerta tradicional improductiva.	62
34	Cenizas con capacidad fertilizante después de la quema de troncos en el proceso de renovación de la huerta improductiva.	63
35	Material proveniente de la tumba de una huerta de cacao improductiva apilado en "lagartos".	65
36	Desbroce de huerta improductiva de cacao clonal de 22 años de edad	66
37	Tumba de árbol viejo de cacao utilizando motosierra.	68
38	Árboles de cacao con troncos múltiples en huertas sin control de chupones.	69
39	Cacao y otras especies arbóreas creciendo juntos en una huerta tradicional.	70
40	Árboles de teca tumbados y troceados en un lindero de cacao.	72
41	Plantas de cacao menos vigorosas (izq.) que limitan su aptitud para la siembra comparadas con plantas robustas mejor calificadas.	75

42	Planta de cacao proveniente de una resiembra tardía para reemplazar una falla y que crecerá en desventaja.	76
43	Plantas robustas de cacao que aseguran el éxito de las variedades productivas en la nueva huerta.	78
44	Plantas-patrones robustas listas para la injertación con clones de alta productividad.	80
45	Uso de fundas de gran tamaño para la producción de plantas vigorosas a nivel de vivero.	80
46	Tejido foliar de plántula de cacao recién sembrada y afectada por insolación excesiva.	82
47	Pobre condición nutricional de plantas sobrecrecidas a nivel de vivero y que irán con desventaja al campo.	83
48	Plantas adultas de cacao clonal con ramas delgadas y poco vigor que refleja la deficiencia de Fósforo en el suelo.	86
49	Suelo cacaotero deficiente en Fósforo aunque provisto de buena profundidad y textura en la zona de Las Naves.	86
50	Limpieza de cepas de plátano para reducir riesgos sanitarios en material de siembra.	89
51	Clasificación de cepas de plátano según tamaño para adaptarlas a la variabilidad del suelo.	90
52	Cebollines de plátano en remojo para estimular la activación de las yemas.	91
53	Vivero de plátano desarrollándose a partir de cebollines.	92
54	Crecimiento de árboles de teca registrado en distintos momentos en el perímetro de una huerta de cacao.	93
55	Rebrotes en tocones de árboles de teca.	94
56	Plantitas de teca bajo árboles adultos que se pueden extraer y utilizar como material	

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

	de siembra.	96
57	El vigor variable y fallas de siembra de plantas de teca en el lindero de una huerta de cacao reducen su valor.	96
58	Cacao clonal en plena brotación para recuperar su capacidad fotosintética.	106
59	Cacao clonal de dos años de edad en la zona de Sto. Domingo.	108
60	Cacao clonal de reciente establecimiento en el nor-oriente de la región Amazónica.	108
61	Cacao clonal joven intercalado en una huerta adulta de cítricos con instalación reciente de un sistema de riego sub foliar.	110
62	Pobre crecimiento de varias hileras de cacao clonal por el mal drenaje del suelo.	114
63	Planta de cacao mostrando síntomas foliares por efecto de la salinidad del suelo.	114
64	Síntomas de aguda deficiencia de Hierro en las hojas de plantas clonales de cacao.	116
65	Plántula de cacao afectada seriamente por falta de aclimatación en vivero y cuya sobrevivencia a campo abierto está en peligro.	117
66	Protección temporal de plantas de cacao recién sembradas para reducir el riesgo de afectación por insolación excesiva.	118
67	Hojas tiernas de cacao afectadas por la enfermedad conocida como Diploidiasis.	119
68	Plantas de cacao que difícilmente se recuperarán de la sequía en un suelo con alto contenido de arcilla.	120
69	Brote foliar de cacao atacado por la Escoba de bruja.	121
70	Masiva presencia de gramíneas compitiendo agresivamente con el cacao, nororiente de la Amazonia ecuatoriana.	122
71	Cobertura del suelo con cascarilla de arroz en la corona de plantas jóvenes de cacao.	123

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

72	Deshoje del plátano brinda material para cubrir el suelo en la corona del cacao joven.	125
73	Poda de formación estructural en plantas de una huerta clonal de cacao de 14 meses de edad.	127
74	Plantas con más de un año de edad luego de completarse la poda de formación estructural	128
75	Huerta clonal con buena entrada de luz favorecida por las podas oportunas.	129
76	Huerta clonal con pobre entrada de luz por falta de podas oportunas, lo que alienta la presencia de las enfermedades.	130
77	Plantas de cacao clonal de siete años con raquitismo agudo por carencia nutricional.	131
78	Restos de la cosecha del maíz que se cultivó intercalado con el cacao recién sembrado.	133
79	Cacao clonal de cuatro años creciendo a plena exposición solar en la zona de Cerecita.	134
80	Intenso "paloteo" en la punta de las ramas del cacao en respuesta a la sequía y pobre nutrición.	136
81	Vigor y salud nutricional del plátano que provee de sombra temporal al cultivo joven de cacao.	137
82	Plantas de plátano rodeadas de gran cantidad de hijuelos al descuidarse el deshije.	139
83	Cacao clonal con el plátano raleado a los 18 meses de la siembra conjunta de ambos cultivos.	145
84	Uso ineficiente del suelo por plantas raquíticas y frecuentes fallas de siembra.	150
85	Plantas de cacao que no sobrevivieron por enfermedades en las raíces.	151

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

86	"Ojo" de agua que fluye en una ladera montañosa y es usado como recurso para proporcionar riego a un pequeño lote comercial de cacao clonal más abajo.	155
87	Riego artesanal de un lote de cacao con alta productividad bombeando agua de un pozo perforado en un suelo aluvial con un nivel freático cerca de la superficie.	157
88	Reservorio alimentado por "ojo" de agua en una colina cercana para regar cacao clonal de alta productividad en la zona de Quevedo.	157
89	Sistema de riego por micro aspersión y canal de drenaje instalado para la producción de cacao clonal.	159
90	Amplio canal de riego como fuente de agua abundante para regar cacao con enfoque de alta productividad.	159
91	Cacao clonal intercalado con Borojó una fruta exótica de origen Amazónico.	161
92	Cacao clonal intercalado con plantas de coco en un sector de la Península de Santa Elena.	161
93	Una planta de cacao clonal de tres años que produjo 5.8 kg de cacao seco en el año de la foto.	162

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

MANUAL TÉCNICO No. 97

BUENAS PRÁCTICAS PARA LA RENOVACION DE HUERTAS IMPRODUCTIVAS DE CACAO TRADICIONAL

RESUMEN EJECUTIVO

Gran parte de la superficie cacaotera del país corresponde a huertas con más de 30 años, un sistema de producción tradicional con baja intensidad tecnológica. Están pobladas con árboles del complejo Nacional x Trinitario, cuya población se originó en la recombinación genética de la variedad Nacional con cacao Trinitario, e incluso con cacaos Alto Amazónicos. Los árboles se originaron de semillas de mazorcas que el productor obtuvo en fincas vecinas u otras zonas. Por esta causa, la segregación genética explica la variación de la productividad entre árboles. En este tipo de huertas, el 85% de la cosecha viene del 50% de los árboles. Hay muchas plantas que producen poco o no producen. La productividad media es menos de 0.3 ton/ha, por lo que el reducido ingreso neto obstaculiza cualquier inversión para aumentar la productividad del cacao tradicional. Huertas semi-abandonadas, con deterioro avanzado y entorno ambiental de baja calidad, recortan aún más el rendimiento. El uso de prácticas de rehabilitación para recuperar la productividad es una alternativa solo para huertas con al menos un mediano desempeño productivo, usualmente dotadas de un entorno ambiental favorable (suelos profundos, buena fertilidad, etc.). En un entorno de buena calidad natural, las siembras nuevas con cacao clonal para renovar las huertas tradicionales y recuperar la productividad de la tierra sembrada con cacao, es la mejor opción. Por la magnitud de la inversión inicial, es imperativo utilizar un enfoque de alta productividad para guiar las decisiones de manejo del cultivo; en plena producción el estándar de productividad debe ser al menos de 2 ton/ha. La necesidad de llevar al máximo la intercepción de luz y

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

capacidad fotosintética de la planta como principales determinantes de su productividad, es central a este tipo de enfoque. La calidad del material de siembra, el control cualitativo del ambiente (agua, nutrientes, sombreamiento, etc.) en que crece el cacao y las podas para controlar el crecimiento, son aspectos clave para alcanzar un objetivo de alta productividad. La provisión de sombra temporal por parte del plátano asociado al cacao en los dos primeros años, cumple un rol ecológico y financiero. Ecológico porque protege al cacao contra la insolación excesiva en su etapa juvenil. Financiero porque es fuente de ingresos para cubrir gran parte de la inversión en el establecimiento y manejo temprano del cultivo. Para extender al máximo el beneficio financiero del plátano, el productor debe buscar formas de acercarse al mercado y negociar mejores precios. Después de dos años, la competencia del plátano perjudica al cacao retrasando y recortando su productividad; hay que eliminarlo antes para evitar este riesgo. La siembra de madera fina como la teca en los linderos, revaloriza la huerta y la finca. Al beneficiarse del riego y abonamiento al cacao, la teca crece y gana grosor a mayor velocidad. En poco más de una década, cada unidad de teca podría producir al menos un metro cúbico de madera, que actualmente tiene un valor superior a los 400 dólares, a puerta de finca. La inversión en sistemas de producción de cacao de alta productividad requiere de la dotación de riego para enfrentar la sequía en zonas con periodos prolongados sin lluvia.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

INTRODUCCIÓN

Gran parte de la superficie cacaotera del Ecuador, unas 450,000 hectáreas, corresponde a huertas tradicionales de cacao del tipo Nacional. En general, son huertas que adolecen de baja productividad, usualmente en el rango de 0.1 a 0.3 toneladas de cacao seco/ha. El promedio para este tipo de huertas es igual a 0.27 ton/ha. El bajo rango productivo recorta el ingreso, desanima al productor, limita la oferta exportable de cacao fino de aroma y retarda el progreso del sector cacaotero.

La genética de la variedad Nacional original se ha recombinado con la de otros grupos genéticos de cacao, principalmente cacao Trinitario y Alto Amazónico, dando lugar a las huertas tradicionales que actualmente pueblan nuestras zonas cacaoteras. La recombinación genética ha tomado varias generaciones durante más de un siglo de la historia cacaotera del país. Por tal razón, el conjunto de los árboles en cualquier huerta tradicional, con cada planta dotada de una recombinación genética distinta, forma parte de una población conocida en el presente como el complejo "Nacional x Trinitario".

Pero la recombinación genética que dio origen a la población que hoy en día predomina en las huertas tradicionales, antes que perjudicar ha servido para enriquecer el perfil sensorial de los granos de cacao fino de aroma que se cosechan de estas huertas. Notas florales, frutales, nuez, malta, entre otras, complementan a los sabores básicos, entre ellos el sabor a cacao, para conformar este perfil. Además, es el origen de las particularidades sensoriales que distinguen en mayor o menor medida a los cacaos en las principales zonas cacaoteras del país.

Las huertas tradicionales, mayoritariamente con edades superiores a los 30 años, con una que otra rondando los 100 años o más, se componen de árboles originados de la siembra de semillas. Las semillas sembradas vinieron de mazorcas que a lo mejor el productor consiguió de fincas vecinas, o incluso trajo de otras zonas cacaoteras, en distintos momentos de la formación de la huerta. Por tal motivo, cada planta posee una identidad genética propia.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

En efecto, no hay semilla cuya carga genética sea igual a la de otra, aun cuando ambas semillas procedan de la misma mazorca. En el ámbito vegetativo (crecimiento de tallos, ramas, hojas, raíces), productivo (número y tamaño de mazorcas, número de almendras por mazorca, peso de la mazorca, etc.), sanitario (resistencia a las enfermedades e insectos-plaga), fisiológico (nivel de fotosíntesis, marchitez fisiológica de los frutos, etc.), sensorial (sabor de la pulpa fresca, grado de amargor de los cotiledones, etc.) y bioquímico (contenido de grasa, concentración de polifenoles, concentración de Linalool, etc.), entre otros ámbitos de interés, encontraremos que cada árbol de la huerta es único. Puesto que no hay dos árboles iguales se concluye que nuestro cacao goza de gran diversidad.

Como parte de un trabajo conducido en cierta huerta de la zona de Quevedo, el sabor de la pulpa de las almendras frescas de cacao, se expresó de manera distinta para cada miembro de un grupo de más de 60 árboles estudiados. Este resultado refleja la influencia que la identidad genética de cada planta ejerce sobre sus distintas características, en este caso sobre las propiedades sensoriales de la pulpa. Si pudiéramos comparar el perfil sensorial de los granos fermentados, secos y tostados de cada árbol, seguramente también presentan diferencias entre ellos. Por ejemplo, la diferencia en amargor entre almendras color violeta obscuro (contienen alto contenido del pigmento antocianina) y otras de color violeta-claro (menor contenido de antocianina), es amplia.

Sin exagerar, también podemos decir que cada árbol o grupo de árboles cuenta además con un entorno ambiental particular; es el resultado de la combinación de los factores que lo componen pero en distintos niveles. Entre estos factores se encuentran la topografía del terreno, fertilidad del suelo, profundidad radicular, nivel de luminosidad del que se beneficia la copa, sombreamiento lateral, distancia con respecto a otros árboles más vulnerables a las enfermedades, retención de agua en función de la textura del suelo, profundidad del nivel freático, actividad insectil en relación con la polinización de las flores, competencia entre plantas, compactación del suelo, entre otros.

La particularidad del entorno ambiental es una condición con gran influencia en el comportamiento fisiológico (por ejemplo, la velocidad

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

con que crece el árbol, el nivel de fotosíntesis, velocidad de transpiración, etc.), vegetativo (número y tamaño de las hojas, frondosidad de la copa, ritmo de brotación anual, etc.), productivo (número de mazorcas sanas y enfermas, número de flores fecundadas, porcentaje de frutos con marchitez fisiológica, porcentaje de almendras vanas, tamaño de la almendra, etc.), y en el comportamiento de otras propiedades relevantes para describir un árbol o grupo de árboles de la huerta, extendiendo esta descripción al ámbito de los sabores de la almendra.

La renovación de las huertas tradicionales poco productivas, sembrando variedades clonales de cacao fino de aroma de alto rendimiento en su lugar, representa una alternativa válida para enfrentar la problemática responsable de la baja productividad del cacao, problemática que recorta el ingreso de los productores y exportaciones del país. Pero antes que nada, es conveniente conocer, describir y explicar la manera en que ejercen su acción, los factores con más influencia en la determinación del rango de baja productividad del que adolecen estas huertas.

Solo así estaremos en capacidad de realizar una mejor valoración de la alternativa de renovación con cacao clonal de aquellas huertas tradicionales en extremo improductivas. Uno de los objetivos del presente Manual es brindar explicaciones sobre la manera en que el nivel de calidad del entorno ambiental, el envejecimiento de las plantas, el nivel de control tecnológico (manejo) del que se beneficia el sistema de producción y, finalmente, la estructura y capacidad productiva de los distintos árboles que componen la huerta, se convierten en factores relevantes que controlan y anclan la productividad del cacao.

CALIDAD DEL ENTORNO AMBIENTAL

Para el mejor desempeño del cultivo del cacao, la zona donde se encuentra debe recibir idealmente entre 1500 y 2000 mm de lluvia bien repartidos durante el año, temperatura media anual en la cercanía de los 25 ^{0}C, temperaturas máximas diarias en el rango de 30-32 ^{0}C, temperaturas mínimas diarias en el rango de 20-21 ^{0}C, suelos fértiles dotados de buenas condiciones físicas (profundos, con textura franca, sin compactación, drenaje moderado, etc.) y

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

preferiblemente planos, humedad relativa de la atmósfera entre 70 y 80%, una buena dosis de energía radiante, entre otros factores ambientales que controlan los procesos vegetativo (formación de brotes, hojas, raíces, engrosamiento de tallos y ramas, etc.) y reproductivo (floración, polinización, fecundación, crecimiento del fruto, maduración de las mazorcas, etc.) de las plantas.

La ausencia de lluvias durante más de tres meses seguidos se convierte en una gran desventaja para el cacao, desventaja que se torna más aguda si la sequía prolongada se combina con una baja de temperatura en el mismo periodo. Además las bajas temperaturas inhiben la floración. Sin embargo, un periodo relativamente seco de 2 a 3 meses, "seco" porque se recibe escasa lluvia y no por ausencia total de lluvias, es definitivamente bueno para el cultivo.

En el máximo de su capacidad fotosintética, las hojas del cacao de seis a ocho semanas de edad más expuestas al sol y que recién han alcanzado su madurez, utilizan del 20 a 25% de la irradiación lumínica interceptada por la parte superior de la copa, en un día soleado en ausencia de nubosidad. Más allá de este punto, la tasa fotosintética de las hojas totalmente expuestas ya no aumenta. Esto es lo que se conoce como el punto de saturación lumínica del cacao, cuyo significado vinculado al de la fotosíntesis, se describirá con detalle más adelante. Como comparación, en el máximo de su capacidad fotosintética, el punto de saturación lumínica de las hojas recientemente maduras de palma africana es alrededor del 60%, mientras que en las hojas de palma de coco bordea el 80% de la luminosidad recibida a plena exposición en un día sin nubes.

A menos que la huerta cacaotera se encuentre formada por árboles con copas entrecruzadas y muy cerradas que le causan excesivo auto-sombreamiento, o muy sombreada por otros árboles intercalados, el nivel de luminosidad rara vez se convierte en un factor restrictivo de la productividad en las zonas cacaoteras tradicionales, ni aun en las zonas cacaoteras de pie de monte como en fincas de Las Naves, San Miguel de Los Bancos, entre otras, con heliofanía (número de horas-sol que una zona determinada recibe al año) decreciente como se ha podido comprobar.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Sin embargo, el descenso de la temperatura en meses del verano, principalmente en zonas con altitudes que llegan a 1000 msnm y más, sí representa un factor limitante del crecimiento, fotosíntesis y producción, particularmente si las temperaturas mínimas en la madrugada bajan de 15 ^{0}C, aunque sea pocas veces al año. En este punto cabe señalar que la diferencia entre el promedio de las temperaturas máximas y mínima no debería exceder de 9°C en zonas dedicadas al cultivo del cacao. El exceso de nubosidad en el verano, en las zonas cacaoteras de la costa, recorta la irradiación solar que alcanza la huerta, más en unos años que en otros, y explica la menor temperatura que predomina en este periodo; hay menos luz que se transforma en calor.

Los árboles de cacao con alta densidad de ramas y hojas en la copa, en presencia de árboles frondosos de otras especies intercaladas, usualmente más altos, son la causa de sombreamiento y auto-sombreamiento excesivo del que adolecen las huertas sin manejo, principalmente si no se benefician de al menos una poda de formación y entresaque de ramas y ramillas al año. El sombreamiento en demasía reduce la productividad, al tiempo que la incidencia de enfermedades se incrementa por la mayor cantidad de vapor de agua presente en la atmósfera al interior de las huertas. Esta circunstancia se refleja en un aumento de la humedad relativa.

La humedad relativa durante el día, en un rango de 70-80%, porcentaje referido a la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera como ya quedó señalado, es un rango típico y conveniente para el cultivo del cacao. Al caer la temperatura durante la noche, la humedad relativa puede aumentar hasta el 100% haciendo que parte del vapor de agua presente en el aire se condense (se convierte en agua líquida), humedeciendo la superficie de tejidos foliares y fruto jóvenes. Ahora bien, si hay muchas esporas de Escoba de Bruja o Moniliasis rondando por allí, éstas van a germinar sobre los tejidos húmedos con los cuales entran en contacto infectándolos.

Con excepciones, es poco común encontrar juntos en un buen balance todos los requisitos de un entorno ambiental ideal para el cultivo del cacao. En general, desde un punto de vista agronómico, la calidad del ambiente muestra gran variabilidad, dependiendo del balance alcanzado entre los diferentes elementos que lo componen,

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

en sus distintos niveles de expresión. Solo como ejemplo para ilustrar el tema, la combinación de sequía y alto nivel de luminosidad en el sitio del cultivo, da lugar a un gran desbalance que afecta el desempeño productivo de la huerta. En realidad el nivel cualitativo del ambiente para satisfacer las necesidades de las huertas, cambia de una zona a otra, de un sector a otro en la misma zona, de una finca a otra en un mismo sector, de una huerta a otra dentro de la finca, e incluso de un sitio a otro en la misma huerta, ¡diferencias que a veces son evidentes en distancias tan cortas como 10 o 15 m!

La variación ambiental es una condición cierta, ya sea que se trate de sistemas de cultivo de cacao tradicional, o sistemas modernos de producción, con variedades clonales beneficiadas por niveles crecientes de intensificación tecnológica. En suelos con topografía irregular, la condición de la huerta puede cambiar substancialmente, aun dentro de distancias tan pequeñas como unas pocas decenas de metros. Este problema se observa con frecuencia en los terrenos de pendiente que han sufrido el efecto de la erosión del suelo superficial, usualmente porque en años previos estuvieron dedicados a la producción de cultivos de ciclo corto como maíz y arroz de secano, una situación usual en el último cuarto del siglo XX en la zona de Quevedo.

En la misma zona de Quevedo, en un suelo con 6 % de pendiente (tal porcentaje equivale a una caída de 6 m en un recorrido horizontal de 100 m), las plantas de cierta variedad de cacao clonal de alta productividad, apenas comenzaron a mostrar pequeños frutos a los 30 meses después de la siembra. El crecimiento en las hileras de plantas que se mostraban más afectadas, era aún más restringido ya que no había fructificación. Sin embargo, a 25 m de distancia, la misma variedad con edad similar, pero en un suelo dotado de más profundidad y fertilidad, cada planta ya había producido en promedio 1 kg de cacao seco, en el periodo señalado.

En el caso anterior, la erosión destruyó gradualmente la fertilidad del suelo, ya que en ese lugar se había venido cultivando maíz por más de 20 años, antes de sembrar cacao clonal, el que resintió claramente la pobre condición del terreno que no solo tiene menor fertilidad sino también menor retención de agua y es más compacto. Este ejemplo ilustra con claridad la variabilidad del suelo como recurso natural, en

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

cualquier terreno dedicado al cacao u otros cultivos. Tal variabilidad no solo se expresa en el nivel de fertilidad (Foto 1), sino también en otras propiedades del suelo (profundidad, textura, drenaje, nivel freático, pendiente, etc.) que son de relevancia para el éxito de la producción agrícola.

Además de las características del suelo, la distribución no solo de la cantidad de luz, sino también de su intensidad dentro de la huerta, son factores con amplia variabilidad. Esta puede ser el resultado de la orientación de la pendiente del terreno, la presencia y altura de otros árboles intercalados o ubicados en la periferia de la huerta, los que en conjunto interceptan y reducen la luz que llega al cacao, en función del movimiento del sol durante el día. Las diferencias en el vigor, volumen de la copa y altura de las plantas de cacao en la vecindad, causan sombreamiento mutuo convirtiéndose en otra fuente de variabilidad en cuanto al nivel de acceso de las plantas a la luz solar.



Foto 1. Efecto de la variación de la calidad del suelo sobre el crecimiento de las plantas de cacao.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Concluimos que el equilibrio entre los componentes del ambiente y del micro ambiente que rodea las plantas de cacao, cuando se ajusta a las demandas fisiológicas del cultivo, influye positivamente aumentando su crecimiento y desempeño productivo. La consecución de este equilibrio es condición básica para aumentar la productividad de la tierra sembrada con cacao. Si combinamos el riego en la época seca con abonamiento generoso y oportuno, según las necesidades nutritivas del cultivo, acompañado del paso de suficiente de luz a través de la copa de plantas bien podadas, entre otras buenas prácticas, estaremos contribuyendo a la consecución de dicho equilibrio ambiental en la búsqueda de un objetivo de alto rendimiento (Foto2).



Foto 2. Paisaje agrícola dotado de un buen entorno ambiental para el cultivo del cacao en el pie de monte occidental de Los Andes.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

ENVEJECIMIENTO DE LAS HUERTAS

La mayoría las huertas tradicionales de cacao (Foto 3) ya cuentan con más de 30 años de edad. Después de ese tiempo, el proceso de envejecimiento de los árboles se acelera, peor si la calidad del ambiente es pobre (suelos de poca profundidad, sequía durante muchos meses, baja fertilidad, etc.). Sin embargo, aún si las plantas se encuentran rodeadas del mejor ambiente natural, al igual que cualquier otro ser vivo, inexorablemente pierden poco a poco su vigor y capacidad productiva.



Foto 3. Huerta representativa de cacao tradicional durante un pico de cosecha.

En las huertas descuidadas (ausencia de control del crecimiento de las ramas, pocas rozas periódicas, sin eliminación de las mazorcas enfermas, con exceso de sombreamiento, etc.), el proceso de envejecimiento de los árboles avanza con rapidez (Foto 4). La

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

productividad de la huerta se desploma en poco tiempo y la dificultad para cosechar las pocas mazorcas que llegan a la madurez, al escapar a la destrucción por las enfermedades, aumenta.

Por otro lado, al acumular años, algunos árboles se debilitan y empiezan a morir por distintas razones. Las enfermedades como el "Mal del machete", común en nuestras huertas, dañan las raíces y tallos infectados, reduciendo el número de plantas por hectárea. En la zona de Quevedo, cierta huerta tradicional que se beneficiaba de un aceptable nivel de manejo, llegó a perder el 20 % de sus árboles en una trayectoria de 40 años, esto a pesar de encontrarse asentada en un suelo profundo y de alta fertilidad. Las huertas con escasa o ninguna atención en el manejo de su agronomía, llegan a perder un mayor porcentaje de sus árboles, no solo por el ataque de enfermedades sino también por la sequía severa en zonas con muchos meses sin lluvia.



Foto 4. Huertas de cacao tradicional que adolecen de un deterioro avanzado.

Al realizar un diagnóstico de la condición agronómica de un grupo de huertas tradicionales de cacao con más de 40 años de edad en la zona de "La Guayas", cantón El Empalme, se encontró que en promedio éstas habían perdido hasta el 50 % de las plantas originalmente sembradas, posiblemente debido a que la zona soporta sequías severas durante seis a ocho meses por año. En la zona de Vinces, el mismo diagnóstico reveló pérdidas de solo el 30% de los árboles, a pesar de que la zona sufre igual periodo de sequía.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

En el caso anterior, es posible que el mayor porcentaje de árboles sobrevivientes en la zona de Vinces, se debiera a que las huertas observadas están asentadas sobre suelos aluviales (bancos del río Vinces profundos y con buena fertilidad), beneficiándose de la presencia de una tabla de agua (nivel freático) ubicada cerca de la superficie del piso de la huerta durante gran parte del verano, al alcance de las raíces medianas y profundas. Es esta circunstancia la que al parecer permitió atenuar el impacto de la sequía disminuyendo la muerte de más plantas por esta causa.

Las enfermedades presentes en todas las huertas cacaoteras debilitan los árboles, particularmente si son poco vigorosos y por tanto más vulnerables. Algunos logran mantenerse vivos aunque las enfermedades imponen su cuota importante en el recorte de la producción. Con frecuencia, el crecimiento exuberante de unos cuantos árboles abruma el desarrollo de las plantas vecinas si son menos vigorosas. Al competir favorablemente por espacio, luminosidad, suelo, agua, y otros recursos naturales, los árboles robustos más crecidos les roban productividad a los más débiles. La competencia entre árboles de distinto vigor y tamaño se convierte de este modo en otro de los factores que causa el deterioro de la huerta.

El exceso de sombreamiento y auto sombreamiento (Foto 5) debido a la ausencia de control del crecimiento del cacao, así como del crecimiento de árboles vecinos, es otra causa para la reducción del rendimiento. Hay que tener presente que el crecimiento horizontal y vertical de los árboles de cacao es un proceso permanente, así como lo es también la expansión del grosor de ramas y tallos año tras año. El crecimiento de las ramas debe controlarse anualmente mediante la aplicación de podas de formación y podas de entresaque o aclaramiento, pero sin descuidar en este proceso las podas sanitarias de remoción de frutos y otros tejidos enfermos para disminuir el nivel de infectividad en la huerta.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 5. Huerta de cacao tradicional con edad avanzada

Siempre hay que tener en cuenta que durante un año las ramas del cacao pueden fácilmente crecer más de un metro de longitud. Este crecimiento es el resultado de la ocurrencia de varios eventos de brotación, al menos cuatro por año. Es fácil imaginar el escenario futuro de una huerta, ya sea de cacao tradicional o cacao clonal, si el crecimiento vegetativo se deja sin control. En resumen, los árboles con altura excesiva (Foto 6), deformación de la copa, presencia de chupones tiernos o adultos en gran cantidad, masiva incidencia de enfermedades en brotes, frutos y con menor frecuencia en raíces, resquebrajamiento de la corteza del tronco, excesiva competencia entre plantas con distinto vigor, son todos signos de deterioro y envejecimiento gradual de las huertas cuya consecuencia inmediata es el descenso de la producción.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 6. Crecimiento excesivo de los árboles en una huerta de cacao tradicional.

CONTROL TECNOLÓGICO (MANEJO)

El control tecnológico se refiere al manejo de los factores del ambiente que determinan la productividad del cultivo. En adelante, utilizaremos alternativamente las palabras control y manejo en el mismo sentido, para referirnos a la manipulación de los factores ambientales, mediante la aplicación de buenas prácticas para favorecer la producción de un mayor número de mazorcas que llegan sanas a la cosecha. Por ejemplo, la poda es una buena práctica o "herramienta" (tecnología) para mantener el control (manejar) del crecimiento horizontal y vertical de la planta, regular la entrada de luz a la copa, adecuar la humedad relativa en el interior del follaje, librar a la planta de sus tejidos enfermos, entre otros beneficios derivados de su aplicación. Al integrarse estos beneficios promueven el mejor desempeño productivo de cada planta y de la huerta en general.

Al aumentar el nivel de control de los factores que promueven el envejecimiento de los árboles (incidencia de enfermedades, sequías, baja fertilidad, etc.) contribuimos a reducir el ritmo de decadencia de la huerta y retardar el descenso de la producción. Comparando

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

distintas huertas tradicionales es fácil observar que el nivel de control tecnológico aplicado en cada una es tan variado como su productividad (Foto 7). La práctica de mantenimiento más frecuente, por no decir la única, es la roza de la huerta (particularmente en los espacios sin plantas e hileras-borde donde llega más luz que estimula el crecimiento de gramíneas, ortiguillas, etc.), unas tres veces al año, con el fin de bajar la densidad de las malezas y facilitar el desplazamiento de las personas en la cosecha.



Foto 7. Huertas de cacao tradicional sujetas a distintas intensidades tecnológicas.

La escasez de capital financiero, mano de obra familiar (usualmente se ocupa en tareas fuera de la finca) y tiempo, son recursos limitantes para el aumento de la productividad de la tierra sembrada con cacao. Los recursos exiguos representan una barrera contra los intentos para lograr un mejor control de los factores de la producción. Al final el finquero termina preso de un círculo vicioso de escaso ingreso-escasa inversión-menor ingreso-nula inversión.

Un ejemplo del círculo vicioso antes señalado: en ciertas huertas del norte de Esmeraldas, los productores sólo cosechan los pocos árboles más productivos que usualmente representan el 20% del total de árboles presentes. Los árboles productivos están unidos por una pequeña trocha que el productor mantiene y por la que se desplaza cada vez que llega el momento de la cosecha. El resto de la huerta no

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

es intervenida y las pocas mazorcas remanentes en los árboles que por su baja productividad no son visitados, simplemente se quedan allí sin cosechar. Los árboles que el productor no visita son muchos, al menos el 75% de los que componen la huerta. Este porcentaje incluye un 2% de plantas que no producen mazorcas y sólo están allí ocupando espacio y desperdiciando recursos naturales (luz, nutrientes, humedad, micorrizas, etc.), recursos que de otro modo contribuirían al aumento de la productividad.

La mayor productividad observada en algunas huertas tradicionales es el resultado de la adaptación de las plantas a un ambiente con mejor calidad natural (por ejemplo más lluvia dentro del rango de 1500 a 2500 mm y mejor repartida durante el año, suelos profundos y fértiles, buen drenaje, baja incidencia de enfermedades, etc.), combinado con un mayor control tecnológico (remoción de frutos y demás tejidos enfermos para detener el avance de las enfermedades, podas de aclaramiento de la copa para conseguir más paso de luz al interior, recorte de la altura del árbol para rejuvenecer la copa y facilitar la cosecha, riego para combatir la sequía, etc.). La combinación de un ambiente dotado de buena calidad natural, junto con el mejor control tecnológico de los factores que determinan la productividad, es el mejor enfoque para fomentar rendimientos más altas en cacao.

Por el contrario, la baja productividad es consecuencia del deficiente desempeño de los árboles de la huerta que interactúan con un entorno ambiental pobre (largos periodos de sequía, suelos superficiales, poca fertilidad, exceso de sombra, pobre drenaje, alta incidencia de enfermedades, sombreamiento excesivo, etc.), y en general con escaso o ningún control tecnológico de las fuerzas que construyen la producción. Después de las enfermedades, la falta de riego en la época seca y su impacto negativo en el rendimiento, ya sea en huertas tradicionales, o de cacao clonal (Foto 8), es el caso más llamativo y generalizado de la ausencia de control tecnológico en el cultivo. Con el tiempo, un alto porcentaje de los árboles no sobrevive a la sequía. Si fuera el caso de que los árboles que no lograron sobrevivir se encontraban entre los más productivos, entonces el daño a la huerta es de mayor significación.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 8. Plantas de cacao en terreno con pendiente mostrando síntomas de aguda escasez de agua.

Gran parte de los árboles en las huertas tradicionales tienen troncos múltiples por el crecimiento sin control de los chupones. Los chupones (Foto 9) son brotes ortotrópicos en la base del tronco que forman molinillo a distintas alturas según el nivel de sombreamiento, al igual que lo hacen las plantas que provienen de la siembra de semillas, aunque el molinillo en estas últimas por lo general se ubica entre 1 y 1.2 m de altura al año de la siembra. Sin la eliminación oportuna, los chupones crecen libremente; con el tiempo contribuyen al aumento de sombreamiento y compiten por espacio y recursos con las plantas en su vecindad. En sus primeras etapas de desarrollo, cuando son pequeños y sombreados, se alimentan del árbol madre convirtiéndose en parásitos que perjudican su productividad. Esta es otra razón para no permitir el libre crecimiento de los chupones.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 9. Tronco de cacao rodeado por un gran número de chupones.

En cualquier huerta, hay árboles que se enfrentan bastante bien a los problemas sanitarios, aunque no son necesariamente los más productivos, mientras que otros si muestran una gran vulnerabilidad (Foto 10) a las enfermedades. La enorme cantidad de esporas que producen los tejidos enfermos infectados con Escoba de bruja y Moniliasis (la monillia sólo infecta los frutos) en estos árboles con baja resistencia sanitaria, refuerza la infectividad del ambiente al interior de la huerta. Una vez "maduras", las esporas se desprenden de los tejidos enfermos, flotan en la atmósfera de la huerta y finalmente aterrizan sobre la superficie de los brotes y frutos tiernos que encuentran a su paso.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 10. Árbol de cacao afectado por una alta incidencia de Escoba de bruja.

Si la superficie de los tejidos tiernos sobre los que aterrizan las esporas está cubierta con una película de agua, como usualmente ocurre al amanecer de cualquier día, las esporas que han aterrizado sobre dicha superficie encuentran condiciones inmejorables para su germinación. Después de germinar las esporas penetran rápidamente al interior del tejido con el que están en contacto. En el interior del tejido el hongo comienza su ramificación a manera de raíces (que comúnmente se llaman hifas), las que ingresan a las células y extraen su contenido para alimentarse.

La descripción anterior es un breve resumen de la manera cómo los brotes y frutos del cacao terminan enfermándose con Escoba de bruja y Moniliasis. Con el tiempo, los hongos colonizadores de los tejidos, llegan a su etapa reproductiva y producen esporas que infectan más tejidos tiernos y frutos de la misma planta, o de otras en la cercanía. Sin control sanitario oportuno, la huerta se transforma

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

para mal y con el tiempo el productor verá llegar menos y menos mazorcas sanas a la cosecha.

En el interior de una huerta descuidada o abandonada, el número de esporas de los hongos causantes de las principales enfermedades del cacao se incrementa hasta cantidades difíciles de imaginar. Un centímetro cuadrado de cualquier mazorca cubierta con el polvillo blanco-crema típico de la Moniliasis, contiene centenas de millones de esporas con un tremendo potencial para infectar frutos recién fecundados, o con pocas semanas de desarrollo.

En general, el riesgo de infección es alto en los frutos pequeños (Foto 11). Pasadas las 10 semanas de edad los frutos se tornan menos y menos vulnerables al ataque de las enfermedades. Es decir que mientras más crecen el riesgo de que sean infectados por Escoba de bruja y Moniliasis es menor. Con frecuencia, la enfermedad no llega hasta las almendras si la infección ocurre en la superficie de mazorcas grandes que no han alcanzado la fase de maduración.



Foto 11. Síntomas tempranos de Moniliasis en frutos jóvenes de cacao.

Ya podemos imaginar los cientos de millones de esporas presentes en las mazorcas cubiertas total o parcialmente con el polvillo blanco-cremoso de la Moniliasis. Una mazorca con una superficie de 100 cm^2, o más, toda cubierta de esporas (Foto 12) representa por si sola una gran fuente de infección con capacidad para afectar a un gran

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

número de frutos. En huertas sin control sanitario las mazorcas enfermas que nadie tumba se cuentan por miles; permanecen allí colgando de las ramas diseminando esporas por varios meses.



Foto 12. Mazorca completamente cubierta con el polvillo blanco de la Moniliasis.

Con el tiempo, los tejidos enfermos producirán miles de millones de esporas adicionales, transformándose en una prolífica fuente de diseminación de la enfermedad, circunstancia que agrava el problema sanitario. Afortunadamente, la presencia de la radiación ultravioleta (es una parte del espectro de la radiación solar), es un recurso natural que elimina la mayor parte de las esporas en el ambiente. Ese es otro de los beneficios que se derivan de la mayor entrada de luz al interior de la huerta. Aunque es un recurso poco conocido, sin su participación habría mucho menos mazorcas sanas por cosechar.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Las mazorcas enfermas sin tumbar permanecen colgando de las ramas y troncos, produciendo esporas por largo tiempo, con frecuencia hasta ocho meses. En nuestro medio, de cada cinco mazorcas que llegan enfermas a la cosecha, usualmente tres están infectadas con Moniliasis y dos con Escoba de bruja. Las mazorcas y tejidos foliares infectados con Escoba de bruja se convierten en fuente de producción y diseminación de las esporas que trasmiten esta enfermedad que es tan grave como la Moniliasis. Gran número de frutos crecen deformados (Foto 13) porque son infectados a partir de los cojinetes florales que ya están enfermos con Escoba de bruja.



Foto 13. Frutos jóvenes infectados tempranamente con Escoba de bruja a partir de los cojinetes florales.

En cualquier huerta hay unos árboles que se enferman más que otros. Un árbol muy vulnerable que dejó de recibir podas sanitarias por dos años consecutivos acumuló más de 300 brotes foliares infectados y deformados por Escoba de bruja. Como resultado había cada vez más frutos y brotes enfermos, no solo en ese árbol sino también en los

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

vecinos. Cuando se lo liberó de los tejidos enfermos mediante una poda sanitaria, el árbol quedó prácticamente sin hojas, como si hubiera recibido una poda extremadamente severa. Tardó en recuperarse y volver a producir.

ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE LAS HUERTAS DE CACAO TRADICIONAL

Al hablar de la estructura productiva de cualquier huerta tradicional de cacao, nos estamos refiriendo a la variación del rendimiento por árbol, considerando todos los árboles de semillas que componen la huerta. Pocos son los árboles muy productivos ya que la mayoría presenta una producción media, o producen muy pocas mazorcas que llegan sanas a la cosecha. Algunos árboles simplemente no producen mazorcas, mientras que en otros todas las que producen se pierden por enfermedades.

Una generalización usada con frecuencia para describir las diferencias productivas entre los distintos árboles, indica que el 20% de los árboles de una huerta tradicional contribuyen con el 80% de su cosecha anual. Mientras tanto, el otro 80% de los árboles contribuyen con el 20% de la producción. Esta generalización es bastante cercana a la realidad de las huertas de nuestro país. También es aplicable a huertas tradicionales en otros países cacaoteros.

El resultado de un estudio con huertas tradicionales en la zona de Quevedo, para monitorear el número de mazorcas producidas y cosechadas por árbol, reveló que en promedio el 2% de los árboles no produjeron mazorcas y el 35% produjeron entre 0 y 5 mazorcas. En otras huertas, en la zona de Los Vergeles (unos 25 km al nor oriente de Quevedo), el 4% de los árboles no produjeron mazorcas y el 20% produjeron entre 0 y 5 mazorcas. Las cifras anotadas sugieren que la condición de las huertas observadas es más crítica que la generalización del párrafo anterior, puesto que el rango reportado para el número de mazorcas sanas cosechadas corresponde a un periodo de 22 meses.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

En ambas zonas, a través de varias fincas cacaoteras con unas 600 plantas/ha, se estimó un promedio de rendimiento por finca igual a 0.23 ton/ha/año, es decir 5.1 quintales. Al examinar el rendimiento árbol por árbol se encontró que el 18.7% de los árboles contribuyó con el 55.4% del rendimiento promedio por hectárea, con un aporte de 0.12 toneladas de cacao seco, o sea 2.6 quintales. El 22.7% de los árboles contribuyó con el 28.3% del rendimiento. El 21.6% de los árboles contribuyó con el 13.7% del rendimiento. El 21.3% de los árboles contribuyó con el 4.2% del rendimiento. Finalmente, el 17.7% de los árboles contribuyó con el 1.4% de la cosecha, prácticamente nada. En base a la información descrita se puede generalizar diciendo que en la zona cacaotera Quevedo-Los Vergeles, el 60% de la producción proviene del 20% de los árboles más productivos de la huerta tradicional. Mientras que otro 20% aporta menos del 2% de la producción.

En el caso anterior, si todos los árboles hubieran rendido individualmente una cantidad igual al rendimiento promedio por árbol del 20% de los árboles más productivos, en este caso 1 kg de cacao seco/árbol/año, entonces el rendimiento esperado sería de 0.6 ton/ha/año, poco más de 13 quintales. Ahora bien, si todos los árboles de la huerta hubieran tenido el rendimiento promedio por árbol del 10% de los árboles más productivos, promedio igual a 1.5 kg de cacao seco/árbol/año, entonces el rendimiento esperado de la huerta habría llegado a 0.9 ton/ha/año, es decir 20 quintales.

Manteniendo la misma línea de análisis, si todos los árboles hubieran alcanzado individualmente el rendimiento promedio por árbol del 5% de los árboles más productivos, igual a 1.9 kg de cacao seco/árbol/año, entonces el rendimiento esperado de la huerta habría llegado a 1.1 ton/ha/año, es decir 25 quintales. Por último, si todos los árboles de la huerta hubieran alcanzado individualmente el rendimiento promedio por árbol del 2% de los árboles más productivos, igual a 2.5 kg de cacao seco/planta/año, entonces el rendimiento esperado de la huerta habría alcanzado 1.5 ton/ha/año, es decir 33 quintales. Es difícil que estas proyecciones se hagan realidad, pero nos dan una idea del potencial productivo de las huertas tradicionales bajo condiciones de secano (es decir sin riego en la época seca), si los árboles que la componen tuvieran más

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

homogeneidad productiva como resultado de la mejor calidad del material de siembra.

La información utilizada para este análisis proviene de huertas tradicionales en la principal zona cacaotera del país pero se puede aplicar a otras zonas. El análisis ilustra con claridad la amplia variabilidad que existe en la cantidad de mazorcas que produce cada árbol de la población de árboles que componen las huertas. Demás está decir que la variabilidad observada representa un enorme lastre que ancla el avance de la productividad y oferta del cacao fino de aroma en el Ecuador.

Continuando con el análisis de la estructura productiva de los árboles, usando los mismos datos, pero ahora desde una perspectiva monetaria, encontramos que del grupo conformado por aquellos árboles con poca o ninguna producción (0 a 5 mazorcas por árbol/año), que representan el 52% de todos los árboles de la huerta, se obtuvo una productividad media de 0.25 kg de cacao seco por árbol. Al precio de $ 3000/ton (Julio 2014) la cantidad producida daría un ingreso bruto total de $ 0.75 por árbol/año.

Restando del ingreso bruto de $ 0.75 por árbol/año el costo de tumbar y abrir las mazorcas, acopiar y transportar el grano fresco, hacer algún trabajo de beneficio post cosecha, guardar, ensacar, vigilar, transportar, negociar y vender el grano seco, costo que en el mejor de los casos se estima en el 50% del ingreso bruto, al productor le quedará un ingreso neto de $ 0.38 por árbol. Es decir que la mitad de los árboles de cada hectárea de huerta tradicional producirá un ingreso neto de apenas $ 114. Mientras tanto, el ingreso neto producido por el otro 50% de los árboles se encuentra en la cercanía de $ 240.

Ningún productor está contento con la presencia de muchos árboles improductivos en su huerta. Según algunas opiniones, el beneficio que prestan algunos de estos árboles que no producen mazorcas pero si gran cantidad de flores, tiene que ver con su capacidad para donar polen para que las otras plantas, al menos las vecinas, se polinicen y den más frutos, cuestión que aún está por comprobarse. Todos los árboles son donadores de polen y no solo los improductivos. Pero lo importante aquí es que hay un grupo de árboles, alrededor del 50%

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

de todos los que componen la huerta, causando un gran desperdicio de espacio, suelo, agua, nutrientes, luz y otros recursos naturales, que en promedio producen un ingreso neto de apenas ¡$ 0.38 por árbol/año, o poco más de tres centavos/árbol/mes!

También se ha observado que el 1% de los árboles de cualquier huerta tradicional son excepcionales por su productividad. Estos llegan a producir más de 70 mazorcas sanas por año y uno que otro supera las 100 mazorcas sanas a la cosecha. Por tanto, en la misma huerta, casi seguro, tendremos la oportunidad de encontrar cinco o seis árboles dotados de alta productividad, con un rendimiento de 3 a 5 kg de cacao seco/árbol/año. Dichos árboles producirán de $ 9 a $15 de ingreso bruto, es decir $ 4.5 a 7.5 de ingreso neto por árbol/año. Se detecta una gran distancia monetaria al compararse con el promedio de $ 0.38 por árbol/año para el grupo de árboles menos productivos. Sin embargo, es común que algunos árboles den mazorcas pequeñas, necesitándose de muchas mazorcas, usualmente más de 30, para obtener 1 kg de cacao seco (20-23 mazorcas para producir 1 kg de cacao seco es aceptable y menos de 20 es un gran índice). Si ese fuera el caso, la cosecha de muchas mazorcas pequeñas toma más tiempo y desgasta al cosechador, peor si los árboles son muy altos como es común.

El cosechador utiliza palancas con extensiones para alcanzar las mazorcas que cuelgan de la parte superior de árboles muy productivos, con el consiguiente incremento de la carga de trabajo y desgaste energético. Es conveniente que los árboles con productividad superior, y dotados de buenos índices de mazorca y almendra, se marquen con pintura roja para distinguirlos enseguida y monitorearlos con detenimiento por un año o más. Serán mejores si resulta que tienen flores autocompatibles (hay que hacer las debidas pruebas), capaces de polinizarse y cuajar frutos con su propio polen, además del que proviene de las flores de árboles vecinos. Si cualquiera de ellos satisface ésta última condición, se les debe proporcionar cuidados especiales para seleccionarlos como árbol-fuente de varetas portayemas para producir nuevo material de siembra, o para injertar árboles improductivos en la huerta con el objetivo de reemplazar copa.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

En el caso anterior, si el cosechador observa mazorcas enfermas, y seguramente habrá muchas, a pesar de que el árbol sea productivo, simplemente no las tumba. Las mazorcas enfermas se van a quedar allá arriba por mucho tiempo, convirtiéndose en fuente de esporas que enferman los frutos jóvenes del mismo árbol, o de los árboles vecinos. Al hacer la poda sanitaria de las mazorcas enfermas, éstas se descomponen en pocas semanas en el piso de la huerta como resultado del ataque de los microorganismos del suelo que las utilizan como alimento.

Otro factor de gran influencia que determina las diferencias de productividad entre árboles de la misma huerta es la calidad genética de las plantas. Cada árbol que proviene de la siembra de semillas, es único en su comportamiento y carga genética, como ya quedó señalado en una sección anterior. Si la base genética de cualquier grupo de árboles es pobre, entonces el porcentaje de plantas con buena productividad (más de 30 mazorcas por planta/año) es menor. Un bajo número de plantas con mediana y alta productividad recorta aún más el rendimiento por hectárea y la producción cacaotera de la finca.

Al comparar varias huertas de cacao de más de 40 años de edad sembradas con distintas poblaciones híbridas, establecidas en un suelo profundo y fértil, en la zona de Quevedo, se observaron amplias diferencias entre los promedios anuales de rendimiento, diferencias que se atribuyeron a la diferente composición genética de las plantas en las huertas. El rendimiento de los distintos grupos de plantas híbridas varió entre 0.4 y 0.9 ton/ha/año (promedio de 6 años de cosecha). La comparación de las huertas sembradas una al lado de otra, se realizó en un momento en que éstas se beneficiaban de un buen nivel de manejo, aunque en condiciones de secano, es decir sin riego en la época seca. La huerta donde se registró el rendimiento más bajo presenta mucho menos árboles de mediana y alta productividad comparada con los otros lotes que son más productivos.

REHABILITACIÓN VERSUS RENOVACIÓN

Se recomienda la rehabilitación gradual de una huerta tradicional mediante el aclareo de copa y bajada de altura de árboles

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

productivos, recepa de árboles improductivos para reemplazar copa mediante injertación de chupones o en el tronco, siembra de sitios vacíos, regulación de sombra, etc., si la productividad ya es superior al promedio nacional (0.27 ton/ha). Rehabilitación gradual significa que se trabajará en un cuarto o media hectárea de la huerta con este propósito, cada año. De cualquier manera, es complicado e inconveniente, rehabilitar de una vez toda la extensión de huertas viejas con que cuenta la finca.

Además de cumplir el criterio de productividad señalado, la huerta debe contar con un entorno ambiental favorable (moderada incidencia de enfermedades, lluvia suficiente, temperatura promedio anual entre 24°C y 26°C, suelos profundos dotados de alta fertilidad, etc.), para garantizar una respuesta positiva a la aplicación de un conjunto de buenas prácticas de rehabilitación.

El resultado de la rehabilitación de las huertas poco favorecidas por el ambiente natural (por ejemplo, si están asentadas en suelos con escasa profundidad) es incierto, por decir lo menos. Por esta razón, los resultados de un diagnóstico acerca de la condición agronómica de la huerta, su entorno ambiental, características de la topografía, cercanía de una fuente de agua, drenaje, entre otros aspectos del cultivo, son invalorables al momento en que el productor tenga que tomar una decisión para la rehabilitación o no rehabilitación.

Aquella parte de la huerta sometida al proceso de rehabilitación demanda de cuidados sanitarios adicionales para evitar, o mantener al mínimo, la pérdida de árboles afectados por las cortes mayores de la poda. Después de la poda, un árbol puede ser agredido por hongos e insectos en la superficie de los cortes; el riesgo de esta agresión aumenta si la superficie de los cortes es amplia. El trabajo de mantenimiento continúa con la eliminación de los chupones que crecen profusamente al pie del tronco, poco tiempo después de completada la poda. La realización de una poda ligera al año siguiente es el próximo paso en el proceso de rehabilitación. No se debe pasar por alto la realización de ésta última parte.

En el siguiente año, la poda ligera permitirá controlar la formación y densidad de la copa, además de facilitar la eliminación de gran parte de los tejidos enfermos, incluyendo las mazorcas afectadas por

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Escoba de bruja, Moniliasis y otras enfermedades como la Mazorca negra. En adelante, la huerta rehabilitada debe recibir al menos una poda anual con el mismo propósito. Sin estos trabajos complementarios el beneficio de la rehabilitación se diluirá en poco tiempo. La productividad del área rehabilitada se duplicará en los siguientes 24 meses al compararse con el rendimiento anterior a la rehabilitación. Si se dispone de una fuente de agua cercana, la aplicación de riego en la época seca refuerza y acelera el resultado de la rehabilitación.

En resumen, la decisión de invertir en la rehabilitación de una huerta tradicional, se justifica solo si ésta adolece de un deterioro moderado y ya cuenta con un rendimiento más alto que la media nacional (0.27 ton/ha); el objetivo a mediano plazo es al menos triplicar este rendimiento. Además debe tener pocos sitios vacíos y potencial suficiente para responder a las buenas prácticas de rehabilitación. Asegurarse de que la huerta se encuentre dotada de un entorno ambiental favorable para que responda con éxito a la rehabilitación es lo más importante. La disponibilidad de mano de obra y algún capital por parte del productor y su familia facilitan la toma de esta decisión y su implementación gradual.

En la zona de Quevedo, la rehabilitación de los árboles de una huerta con más de 40 años de edad, permitió un salto del rendimiento desde 0.5 hasta 1.2 ton/ha, al tercer año después de que todos los árboles se habían descopado totalmente, mediante la recepa del tronco a 2 m de altura (Foto 14). El descope en plena época seca estimuló una brotación intensa en el tronco y el rejuvenecimiento total de la copa y follaje; el cuidado posterior al descope se extremó. Para comenzar, la huerta tenía pocas fallas de plantas y estaba asentada en un suelo de buena calidad (fértil y profunda). Los chupones de los árboles improductivos se eliminaron periódicamente, al igual que los de los árboles poco productivos. No se injertaron chupones para el reemplazo de copas de árboles improductivas práctica que sin duda hubiera mejorado el resultado.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 14. Recuperación de la copa de plantas de cacao luego de una poda de recepa alta.

Volviendo al caso anterior, el rendimiento pudo incrementarse más si en la época seca se aplicaba riego a los árboles recepados, con el objetivo de aminorar el impacto de la sequía; tal cosa no fue posible. La profundidad del suelo en la huerta (más de 1 m), su textura franco-limosa (como los suelos de banco de río) y alta fertilidad, sin duda son ventajas que promovieron la rápida recuperación de la productividad, una vez que la copa completó su rejuvenecimiento. La recuperación siempre caminó acompañada de un abonamiento generoso al inicio y final de la época lluviosa, frecuente eliminación de los chupones (que proliferan luego de cualquier poda drástica), y la remoción semanal de frutos enfermos que nunca tiene que descuidarse.

La inversión para la rehabilitación integral (incluyendo aclareo y bajada de altura de copa de árboles productivos, recepa de árboles improductivos, medidas sanitarias, injertación de chupones para reemplazar la copa, resiembra de espacios vacíos, repicado de

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

troncos, aumento de frecuencia de las rozas, etc.) de una hectárea de cacao, se estima en unos $ 2,000, en los primeros 18 meses a partir del inicio de los trabajos. Este valor no incluye la aplicación de riego en la época seca.

Con una fuente de agua cercana y accesible, la parte rehabilitada se beneficiará en gran medida del riego, mejorándose los resultados productivos en forma substancial; el cacao es un cultivo que responde bien al riego en el verano. No hay que olvidar que el cacao como especie se originó en bosques húmedos tropicales, sin limitación de humedad en el suelo, razón por la que es muy susceptible a la falta de agua. La inversión en la rehabilitación de huertas viejas se amortiza en unos 5 años.

Luego del aclareo, bajada de altura y recepa de troncos, la necesidad de hacer más rozas de mantenimiento aumenta. Al llegar más luz al piso de la huerta hay que controlar el aumento de la población de malezas, por lo menos hasta que las copas rejuvenecidas cierren calle. El cerramiento de calles se regula en forma permanente mediante la poda, para evitar que se torne muy denso e impedir que las ramas de un árbol se entrecrucen con las de otros.

El entrecruzamiento de las ramas debe prevenirse para promover el funcionamiento de las copa de cada árbol en su propio espacio. Las ramas y copas entrecruzadas conspiran contra la productividad de la planta al aumentar el sombreamiento mutuo, reduciendo la fotosíntesis y estimulando el progreso de las enfermedades. La individualización de las copas en su espacio reduce este riesgo. Cada planta, así como las personas, se siente más "cómoda" en su propio espacio y funciona mejor.

La despalizada y alineamiento de troncos y ramas cortadas en el piso de la huerta permite sembrar dos y tres hileras de maíz, fréjol de palo, o algún otro cultivo que resulte conveniente, entre las hileras del cacao. La cosecha y posible venta de estos productos compensará en alguna medida la baja del rendimiento en los meses que siguen a la rehabilitación. El raleo y bajada de copa de árboles productivos, o la recepa total de las plantas improductivas para injertar los chupones y reemplazar copa, representa la primera etapa de la rehabilitación.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Después de este punto, aún queda mucho trabajo por delante para garantizar el éxito de la operación.

De acuerdo a un ejercicio de rehabilitación realizado en la zona de Chipe-Hamburgo, cerca de una zona de pie de monte en la provincia de Cotopaxi, rehabilitación que consistió sólo del aclareo de árboles, al año de esta práctica el rendimiento se incrementó en 40% respecto a lo que se venía cosechando antes de rehabilitar la huerta. A los 18 meses del aclareo de las copas la producción subió un 20% más. El ejercicio terminó aquí, pero contando los pequeños frutos en crecimiento se estimó que al completar los 24 meses, la producción se duplicaría, siempre y cuando no se descuide la poda anual, ni la remoción continua de frutos enfermos, ésta última cada ocho días, o máximo cada 15 días en periodos de menor infección.

Es importante que las podas anuales y medidas sanitarias (remoción semanal de frutos enfermos) en el área rehabilitada no se descuiden. Sin las podas anuales de formación, adecuación y raleo de la copa y la remoción de tejidos enfermos, el efecto benéfico de la rehabilitación en la productividad se diluye con rapidez. La huerta volverá al estado inicial (autosombreamiento excesivo, creciente incidencia de enfermedades, etc.), es decir al que tenía antes de la rehabilitación, en poco tiempo, dos años a lo sumo (Foto 15) luego de la intervención.

En el último trimestre del 2008, se aplicaron trabajos de rehabilitación (poda de aclareo-bajada de copa, reducción de auto sombreamiento, eliminación de ramas secas y quebradas, remoción de frutos y demás tejidos enfermos, etc.) en varias hectáreas de huerta tradicional con medio siglo de edad, en la zona de Quevedo. Al comenzar, la huerta estaba prácticamente abandonada, con un rendimiento inferior a 0.2 ton/ha. En una de las parcelas de una hectárea, el proceso de rehabilitación se acompañó de la remoción semanal de frutos enfermos, para reducir la incidencia de Escoba de bruja y Moniliasis. Los árboles recibieron otra poda ligera de formación y aclareo en el 2009 para ajustar la formación de la copa, librarse de ramas mal dirigidas y asegurar la eliminación de tejidos enfermos. Al finalizar el 2009, el rendimiento se había incrementado en un 100 %. En cambio, en otra parcela con poda de rehabilitación pero sin la remoción semanal de frutos enfermos, el rendimiento se incrementó solo en 64 %.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 15. Huerta tradicional que retornó a su estado original por falta de mantenimiento luego de la recepa alta de los troncos.

En adelante, si bien la práctica de remoción semanal de frutos enfermos se mantuvo, las podas anuales de ajuste de copa y control de sombreamiento se descontinuaron. La ausencia de la poda anual contrajo la ganancia de rendimiento hasta el 93 %, en el 2010. En el 2011, el rendimiento apenas se incrementó en 6 % en relación con lo que rendía la huerta tradicional antes de la rehabilitación. En la parcela sin remoción semanal de frutos enfermos y sin poda anual, el rendimiento en el 2011 se desplomó incluso más que en la huerta tradicional que se mantuvo sin rehabilitar. Además, al interrumpirse la poda anual de mantenimiento, la incidencia de enfermedades al siguiente año aumentó en 22 %.

El mensaje aquí es que cualquier plan de rehabilitación o rejuvenecimiento de un cacaotal tradicional, necesariamente tiene

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

que contemplar la ejecución de al menos una poda anual con fines de sanidad, formación y mantenimiento de la copa, tarea que definitivamente no puede omitirse. En el caso que nos ocupa, el costo de rehabilitación en el primer año se acercó a los $ 800/ha. Puesto que no se realizaron labores de recepa, injertación, despalizada, éstas no contribuyeron al costo.

Transcurridas unas 8 o 10 semanas de la poda de aclareo, o aclareo y recepa, surge la necesidad de eliminar gran número de chupones, un par de decenas o más, en los árboles sometidos a esta práctica. Los árboles sin podar también emiten chupones pero en menor número, un 50% menos. En cambio, los árboles sometidos a la poda de recepa del tronco, pueden emitir más de 100 chupones por unidad durante el primer año. Entonces ya podemos imaginar el problema que se nos viene si todos los chupones (Foto 16) se dejan crecer libremente.



Foto 16. La recepa del cacao estimula el crecimiento de un gran número de chupones alrededor del tronco principal.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Dos meses después de la poda de recepa se procede a seleccionar los chupones mejor ubicados, preferiblemente opuestos entre sí, para que continúen su crecimiento; los demás se cortan. Otros dos meses más tarde, se hace la selección definitiva de uno (Foto 17) o dos de los chupones seleccionados para que continúen creciendo y rejuvenezcan la copa, en el caso de los árboles productivos. Si los árboles recepados son árboles improductivos (identificados previamente), se seleccionan chupones en la base y se injertan (usualmente mediante el método de injerto de púa) con varetas portayemas de clones de cacao de alta productividad, o también con varetas de árboles probadamente productivos identificados en la misma huerta.



Foto 17. Chupón seleccionado cerca del corte para continuar su crecimiento en árbol con recepa alta.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

El objetivo de la injertación de chupones en árboles improductivos, o poco productivos, es el reemplazo de la copa vieja con una copa joven y productiva. Así logramos que el sitio ocupado por los árboles mejorados por el injerto se torne productivo en los años por venir. Nadie quiere tener espacios en sus huertas ocupadas por árboles sin producir durante 10, 20 o 30 años. La ocupación de estos espacios es un gran desperdicio de recursos naturales ya que no contribuyen a la productividad de la huerta. Al final, cada árbol intervenido debería producir al menos 1.5 kg de cacao seco (unas 30 mazorcas por árbol). Parece una meta ambiciosa pero no lo es.

Más tarde podría ser necesaria una nueva selección de chupones en los árboles productivos sometidos a la recepa, dejando uno de los dos que inicialmente se permitió seguir creciendo (Foto 18) en algunos troncos. Lo que se busca es evitar la sobre utilización del espacio y entrecruzamiento de ambas copas que crecen y se ensanchan al mismo tiempo. Cada chupón produce una horqueta o "molinillo" compuesto de cinco ramas que buscan conquistar su propio espacio. Las copas se inclinan hacia afuera al aumentar su volumen, ocupando más y más espacio, y corriendo el riesgo de que las ramas se entrecrucen entre ellas y con las de otros árboles. Si llega a observarse este inconveniente a lo mejor se necesita cortar ciertas ramas, las más inconvenientes por su ubicación.

En función de su entorno y particular estructura de crecimiento, cada árbol rehabilitado demanda un enfoque individualizado para formar la copa más funcional posible, en términos de su mayor capacidad para la captura de energía solar. Solo la atención individualizada a cada planta permite el control del crecimiento para llevar la productividad por árbol a un máximo posible. Es clave el aprovechamiento eficiente del espacio de la huerta que cada árbol ocupará por muchos años, así como los recursos ambientales que se conjugan en dicho espacio.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 18. Chupones de 18 meses en plena producción en un árbol sometido a recepa alta.

Si el tronco se somete a una recepa baja, cortando el árbol a 0.4 m de altura a partir del suelo, es mejor seleccionar los chupones cerca del pie del tronco para permitirles continuar su crecimiento. Más tarde, un aporcado en la base, amontonando tierra de la huerta proveniente del sector vecino al árbol recepado, para afianzar y promover el desarrollo del chupón, a través de un sistema radicular adventicio pero propio, es otra práctica conveniente que forma parte del proceso de rehabilitación de la huerta.

Si la recepa del tronco es alta, es decir con el árbol cortado a 2 m de altura, se recomienda la selección de brotes plagiotrópicos (crecen como ramas). Pero, no todos los troncos recepados producen esta clase de brotes, por lo que si ese es el caso, hay que seleccionar un brote ortotrópico (crecen verticales y producen molinillos). Se recomienda evitar la selección de brotes muy cerca del corte del tronco recepado. El riesgo de que las ramas se desgajen por el peso

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

que van ganando al crecer es alto. Los brotes seleccionados deben estar ubicados a unos 15 o 20 cm más abajo del corte de recepa.

Usualmente, se necesitan seis o más jornales por hectárea para completar una ronda de rozas en una huerta tradicional que se beneficia de un nivel normal de mantenimiento (Foto 19). Esta cifra aumenta a 10 jornales, o más, para el control de malezas en los meses que siguen a la rehabilitación, por la mayor cantidad de luz que llega al piso. Si pasamos por alto la despalizada, o esta tarea es incompleta, la roza tomará más tiempo y se tornará cada vez más complicada. La tarea se dificulta con la presencia de tantos troncos dispersos y sin orden en el piso, cubiertos ahora por gran cantidad de gramíneas, betillas, enredaderas, y otras plantas que aparecen prontamente con la mayor entrada de luz. Si la vegetación cubre los troncos será difícil ver donde se encuentran, aun si están amontonados en pilas.



Foto 19. Proliferación de malezas en espacios sin plantas dentro de una huerta tradicional.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Cada golpe del machete corta la vegetación y se impacta con frecuencia en los troncos y ramas dispersos en el piso, que usualmente no están a la vista. El impacto puede desviar el machete con fuerza a cualquier lado representando un peligro para la persona que está rozando. Por otro lado, la presencia masiva de enredaderas que cubre el material cortado, es un hábitat para culebras de distinto tipo, incluso venenosas. Hay que transitar con cuidado y con botas viendo por donde se camina. Este tipo de situaciones se evitan rozando oportunamente las veces que sea necesario para mantener limpia el área en proceso de rehabilitación.

Una pequeña culebra colgada del pantalón de un estudiante-becario del Programa de Cacao, en la EET-Pichilingue del INIAP, en un sector donde se había repicado un pedazo de huerta con fines de rehabilitación, según su decir fue la experiencia más "terrorífica" que haya vivido hasta ahora. Este riesgo se minimiza repicando y despalizando bien y, si es posible, intercalando maíz u otro cultivo conveniente en las calles, lo que en cierta forma compromete al productor para mantenerlas limpias. La siembra de cultivos intercalados se alinea entre los árboles podados o recepados, algo que de cualquier manera no es tan sencillo.

El esfuerzo para lograr un buen repique de troncos y ramas, seguido por una despalizada moderada, es compensado ampliamente por la facilidad con que luego se llevan a cabo otras labores. Además, si los troncos voluminosos se dejan en el piso para que se descompongan sin retacearlos, el riesgo de proliferación de insectos "come-madera" que se pasan a la corteza de los troncos de árboles sanos aumenta, con consecuencias negativas. La enfermedad del "Mal del machete" es una de esas consecuencias (Foto 20).

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 20. Vista inferior del tronco de una planta de cacao con taladradores y luego infectada con Mal del machete.

Por lo general, el 5 % de árboles que sufren los cortes drásticos de la poda de recepa, no logran sobrevivir a esta agresión. Sus raíces terminan muriendo y los microorganismos que antes las colonizaban, mucho de ellos patógenos secundarios, migran hacia las raíces de plantas vecinas que también pueden llegar a enfermarse. En casos extremos la planta afectada tampoco sobrevive. Si el árbol muere, se procede a extraer el tallo y la raíz, se remueve la tierra del sitio y finalmente se trata el hoyo con cal agrícola para reducir el riesgo de infección a otras plantas en la vecindad. Se vuelve a sembrar cuatro a seis meses más tarde después del tratamiento con cal al hoyo. En general, las enfermedades del tallo y las raíces son una causa importante de pérdidas de plantas en la huerta (Foto 21).

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 21. Plantas muertas o muriendo por acción de enfermedades en tallo y raíces.

En conclusión, la rehabilitación no es la mejor opción, si como resultado del avanzado deterioro (Foto 22), la huerta sufre de un nivel de productividad inaceptablemente bajo, y si además hay la necesidad de resembrar al menos un tercio de su superficie por la presencia de muchos sitios sin plantas. La inversión necesaria para revertir esta situación es alta. La incertidumbre acerca de los resultados futuros también es alta, en comparación con una huerta en mejores condiciones y con potencial para responder de buena manera a las prácticas de rehabilitación, porque cuenta con un entorno ambiental más favorable para la producción. El riesgo de no recuperar la inversión, se mantiene como una preocupación permanente del productor, al tratarse de huertas con bajo potencial para dar un salto importante de la productividad en respuesta a la rehabilitación.

Si las condiciones no se dan y los resultados del diagnóstico agronómico lo confirman, lo más razonable es pensar en la renovación de la huerta, o al menos de aquellas partes dotadas con topografía plana o solo ligeramente ondulada, suelo fértil, profundo, franco, bien drenado, entre otras ventajas. La renovación se puede realizar gradualmente en función de la disponibilidad de financiamiento que no siembre abunda. Son preferibles los terrenos con topografía suave para facilitar el desplazamiento y el trabajo del personal. Demás está decir que la renovación tendrá éxito al sembrar plantas vigorosas y uniformes de clones dotados de alta

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

productividad. Hay todo un conjunto de buenas prácticas para alcanzar este objetivo.



Foto 22. Huerta con un bajo potencial de respuesta a las prácticas de rehabilitación.

IMPLICACIONES ECONÓMICAS DE LA RENOVACIÓN

La siembra de cacao clonal de alta productividad, con poca variación del rendimiento entre plantas, mejor si la desviación estándar del número de mazorcas sanas por planta es inferior a 10, aumenta la probabilidad de alcanzar una renovación exitosa de las huertas improductivas.

Con la aplicación de riego en la época seca y sin otros factores limitantes del desarrollo de una huerta clonal, ésta debería estar rindiendo entre 0.75 y 1.3 toneladas de cacao seco/hectárea al tercer año de la siembra, dependiendo de la zona donde se encuentre el

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

cultivo y la intensidad tecnológica de la que se beneficie. La intensidad tecnológica se refiere al menor o mayor nivel con que el productor controla los factores ambientales y genéticos que determinan la productividad del cacao. En plena producción, al quinto año, el rendimiento alcanza 2.5 ton/ha.

Por lo general, el aparecimiento de las primeras flores ocurre entre los 9 y 12 meses después de la siembra de la huerta clonal. Desde los 15 meses en adelante ya comienzan a cosecharse unas pocas mazorcas maduras. Al año y medio ya se ha acumulado una cosecha entre 0.1 y 0.2 ton/ha. A los dos años el rendimiento ronda 0.5 ton/ha. A los 30 meses después de la siembra la cosecha acumulada ya supera 1 kg de cacao seco/planta, en suelos fértiles y profundos. Si hay 1000 plantas sanas y robustas en una hectárea de cacao tal cifra equivale a más de una tonelada de rendimiento.

Está claro que en los primeros 18 meses, la renovación de una huerta tradicional de baja productividad, demanda mayor inversión que su rehabilitación integral. Se estima que en el mismo periodo, el requerimiento financiero para la renovación de una huerta tradicional, se acerca de los $ 5000 por hectárea, incluyendo infraestructura de riego básica para una pequeña superficie, digamos dos hectáreas. Una mayor inversión dará lugar como es natural, a una mayor productividad por hectárea, productividad que a su vez se convertirá en un flujo de caja más robusto.

El extremo superior del intervalo que va de 0.75 a 1.3 ton/ha al tercer año, es particularmente posible para huertas clonales en zonas que por su entorno climático, no sufren de la presencia de enfermedades, o cuando esta presencia es mínima en respuesta a un bajo nivel de precipitación. Un ejemplo es la zona seca de Cerecita que representa la nueva frontera para el crecimiento del cultivo de cacao de alta productividad en el país, sin descartar otras zonas con características similares.

El extremo inferior del rango antes señalado, 0.75 ton/ha, es representativo de aquellas zonas que demandan de la aplicación de un plan de manejo sanitario integral (podas de aclaramiento, remoción semanal de frutos enfermos y protección fungicida de frutos jóvenes), particularmente en periodos críticos, con el fin de recortar la

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

incidencia de las enfermedades en zonas más lluviosas. Esta demanda va en aumento con el incremento de la humedad ambiental, más aún si hay sombreamiento y autosombreamiento excesivo en la huerta. El primer semestre del año, coincidente con la época de lluvias, se considera como el periodo más crítico por el ataque las enfermedades. La incidencia de enfermedades en la época seca no desaparece pero si se reduce a menos de la mitad comparada con la época lluviosa.

En un predio de la zona de Cerecita, en un cultivo de cacao clonal sujeto a un máximo control tecnológico, incluyendo riego de precisión (4 mm de agua por día en la época seca) y abonamiento generoso, en el tercer año después de la siembra, se obtuvo una cosecha de 1.5 ton de cacao seco/ha en su lote más productivo. El rendimiento promedio de cuatro lotes sembrados en el mismo mes y que suman al menos 100 hectáreas, incluyendo el más productivo, fue de 1.2 ton/ha en el mismo periodo (Foto 23). En adelante, el rendimiento continuará creciendo, posiblemente para estabilizarse en 2.5 ton/ha/año, o más, del quinto o sexto año en adelante, de acuerdo con la planificación del administrador del predio.

Otra huerta clonal en la zona de Echeandía rindió una tonelada de cacao seco/ha, al cuarto año de la siembra. La huerta se viene beneficiando de una frecuencia de riego y volumen de agua bastante modesto para contrarrestar el efecto de la sequía en el verano. Por otro lado, un pequeño lote de cacao clonal (orgánico) en la zona de Milagro, beneficiado con podas sanitarias semanales y riego cada dos a tres semanas en los meses sin lluvia, registró un rendimiento igual a 2.3 ton de cacao seco/ha, al sexto año de la siembra. La temprana productividad que muestran nuevos clones en estudio para la zona de Quevedo, es igualmente prometedora (Foto 24).

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 23. Cacao clonal de tres años de edad en plena producción en la zona de Cerecita (Península de Santa Elena).



Foto 24. Cacao clonal de tres y seis años de edad en las zonas de Milagro y Quevedo.

La obtención del mayor rendimiento posible en pequeñas superficies, es el nuevo paradigma que hay que promover y demostrar, con el

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

objetivo de rescatar el interés del pequeño productor por el cultivo del cacao. La inversión para la renovación de una huerta tradicional improductiva ronda los $ 5000 por hectárea, en los primeros 18 meses del establecimiento del cultivo, como ya quedó señalado en una sección anterior. El costo asociado a la dotación de un sistema de riego artesanal en la época seca para pequeñas superficies, se encuentra incluido en esta estimación. La Tabla 1 del Anexo muestra un detalle de los costos que conducen a esta aproximación. La implementación de un sistema de riego sofisticado elevará el costo en unos $ 1500 más en los primeros 18 meses, al tratarse de superficies pequeñas.

Sin asegurar la suficiente dotación de agua en los meses secos, la renovación mediante la siembra de clones de alta productividad, corre el riesgo de producir rendimientos medianos y bajos. La productividad dependerá de la cantidad, distribución de la lluvia y calidad del suelo, particularmente en cuanto tiene que ver con textura, fertilidad y profundidad. Además, bajo condiciones de secano, es decir sin riego, no tendremos control de la sequía, por lo que el periodo de recuperación de la inversión se alarga. De allí que en una zona con largos periodos de sequía, tiene poco sentido invertir los escasos recursos disponibles en la siembra de cacao clonal. Bajo esta condición, el rendimiento puede variar entre 0.7 y 1.5 ton/ha, según la zona, y dependiendo únicamente de la disponibilidad de lluvias y capacidad del suelo para conservar la humedad y proveer nutrición adecuada a las plantas.

En una finca de la zona de Buena Fe, en terrenos inclinados y con profundidad mediana, el rendimiento de un grupo de clones de cacao del tipo Nacional de unos 10 años de edad, se ubica con bastante regularidad en 0.8 ton/ha/año, es decir cerca del límite inferior del rango señalado en uno de los párrafos anteriores. Los mismos clones se ubican en la parte superior de dicho rango con una productividad de más de 1.5 toneladas/ha, en una finca situada a mitad de camino entre Sto. Domingo-La Concordia, en cacao clonal de tipo Nacional de cuatro años de edad. En esta última zona predominan los suelos francos profundos mientras que la intensidad de la sequía es considerablemente menor, con relación a otras zonas cacaoteras, como se ha comprobado mediante observaciones frecuentes. Los productores concuerdan ampliamente sobre este último punto por lo

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

que el potencial de esta zona para el desarrollo del cultivo del cacao es prometedor.

Prolongados periodos de sequía afectan gran parte de las principales zonas cacaoteras del país en la Costa y recortan hasta en un 40% el rendimiento potencial (Foto 25) de las nuevas siembras. En Septiembre 2011, en la zona de Mocache, en una huerta clonal de cacao CCN-51, se constató un promedio de 34 mazorcas por árbol con la aplicación de riego (la mayor parte de la cosecha de este clon sale en el último cuatrimestre del año). Sin riego, el promedio fue tan solo de 11 mazorcas por árbol. También, se observaron diferencias importantes en el tamaño de las mazorcas. Estas eran más pequeñas en el lote que no se beneficiaba del riego, un factor que sin duda contribuyó al desplome del rendimiento en esta parcela. Se ha estimado, al menos en cacao del tipo Nacional, que las almendras de mazorcas cosechadas en el último trimestre del año (el 40% de la cosecha anual de cacao tipo Nacional y 60% del CCN 51 se produce en este periodo), son más pequeñas. Como es de esperarse las mazorcas también presentan menor tamaño.



Foto 25. Huerta de cacao clonal de seis años de edad afectada por una fuerte sequía en la zona de Quevedo.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

La sequía reduce un 20% del peso de los granos de mazorcas cosechadas en los últimos meses del verano, al compararse con el peso de los granos cosechados a la salida del invierno. En clones más vulnerables a la sequía las almendras pierden más peso, a veces pesan hasta el 30% menos, comparadas con los granos que se forman en meses con suficiente lluvia. También, se ha notado que bajo condiciones de sequía aguda, el porcentaje de almendras vanas (granos sin cotiledón) en la mazorca puede llegar a ser tan alto como el 8 %, cuando bajo condiciones normales este no supera el 1%. El abonamiento escaso y la baja fertilidad del suelo, son también factores que contribuyen a la mayor presencia de granos vanos en las mazorcas.

Al renovar la huerta, el productor debe siempre tener como norte beneficiarse de una alta productividad de cacao seco, la que no debería ser inferior a 2 ton/ha en el cuarto año, o como máximo en el quinto. Rendimientos en el rango de 2.0 a 2.5 ton/ha ya no son cosa de otro mundo, siempre que se cuente con un buen control de los factores que determinan la productividad, entre ellos la suficiencia de agua. La renovación de la huerta puede llevarse a cabo gradualmente, por ejemplo trabajando una hectárea cada año, como alternativa para enfrentar la escasez de capital financiero.

El objetivo del presente Manual es el de compartir información con productores y otros actores de la cadena del cacao, acerca de un conjunto de BUENAS PRÁCTICAS PARA LA RENOVACIÓN CON CACAO CLONAL DE HUERTAS IMPRODUCTIVAS DE CACAO TRADICIONAL. Las buenas prácticas son guías técnicas para el manejo del cultivo. Su aplicación reduce el riesgo de obtener resultados que se encuentren alejados de los estándares propuestos para las distintas etapas del proceso productivo. Por ejemplo, en un cultivo clonal en plena producción, la cosecha de 35 mazorcas/planta/año debería ser el estándar a superar para alcanzar un objetivo de alta productividad.

Con la implementación de un grupo probado de buenas prácticas, el riesgo de obtener resultados inesperados se reduce. La probabilidad de crear mayor valor económico, cosechando más granos de cacao por hectárea aumenta. Siempre hablaremos de probabilidad ya que ningún proceso productivo escapa a la amenaza del riesgo vinculado

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

con un futuro siempre incierto. Por ejemplo, es difícil saber cómo será el invierno del próximo año, aunque nos gustaría saberlo para ajustar los planes de manejo del cultivo en la búsqueda de los mejores resultados. A lo mejor podemos intentar predecir el comportamiento de las lluvias, en base a noticias y opiniones de distintas fuentes. Pero, lo que es seguro es que nada es seguro, siendo el clima un fenómeno gobernado por una multitud de variables sin posibilidad de control. En gran medida, las buenas prácticas agrícolas nos ayudan a combatir esta incertidumbre.

HUERTAS TRADICIONALES IMPRODUCTIVAS

El rasgo principal de las huertas tradicionales improductivas de cacao es la presencia de árboles con deterioro avanzado (son muy altos, presentan tallos múltiples, están atacados por plantas parásitas, la copa se ha deformado, ramas entrecruzadas, excesivo autosombreamiento, etc.), en un ambiente de baja calidad (escasa penetración de luz, gran concentración de esporas de Escoba de bruja y Monillia, abundante presencia de malezas y arbustos sin valor, pocos árboles por hectárea, sombreamiento excesivo y competencia de otras especies arbóreas, etc.).

La productividad de las huertas así descritas es inaceptablemente baja, inferior al promedio nacional (0.27 ton/ha). Con este promedio se cosechan menos de 6000 mazorcas por hectárea (se requiere un promedio de 1050 mazorcas para obtener un quintal de cacao seco). El número promedio de mazorcas cosechadas por árbol seguramente no será superior a ocho, aun si la huerta cuenta con unos pocos árboles muy rendidores junto a muchos con escasa o ninguna producción. En el 50% de los árboles de cualquier huerta tradicional, considerando una densidad de 600 árboles/ha, usualmente se cosecha un promedio de menos de 5 mazorcas/árbol.

El bajo número de plantas por hectárea en las huertas tradicionales, es quizás su rasgo más distintivo. Uno podría decir que con pocas plantas hay bastante espacio entre árboles y que al reducirse la competencia entre ellos, cada uno producirá más mazorcas sanas a la cosecha. Tal cosa puede ser cierta para los árboles que ya son productivos. Sin embargo, hay muchos que no lo son y un 20% a 30% están solo ocupando espacio porque producen muy pocas mazorcas,

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

mientras que un 2% simplemente no producen mazorcas. Ciertamente, estos árboles nunca van a ser más productivos, aun disponiendo de un amplio espacio, o regándolos, o podándolos, o abonándolos.

Los recursos naturales disponibles en una hectárea de tierra (luz solar, agua, suelo, insectos polinizadores, micorrizas, reciclaje natural de nutrientes, etc.), son suficientes para satisfacer las necesidades de un mayor número de plantas, usualmente en el rango de 800 a 1600 plantas por hectárea, en huertas clonales, según la zona. A medida que una zona cacaotera recibe más lluvia, arriba de 2000 mm por año, es conveniente sembrar menos plantas por hectárea y viceversa. El rango de siembra más común es el que va de 800 a 1300 plantas/ha. Como un ejemplo, en la zona de Sto. Domingo, el número de 800 plantas/ha es la densidad que ha demostrado ser la más conveniente para este ambiente cacaotero, con clones de cacao del tipo Nacional. A los cuatro años ya han alcanzado rendimientos arriba de 1.5 ton/ha (Foto 26), bajo condiciones de secano.



Foto 26. Cacao clonal de cuatro años de edad en plena producción en la zona de Santo Domingo.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

LA RENOVACIÓN Y EL USO EFICIENTE DEL AMBIENTE

Las plantas son en realidad "fábricas" biológicas. Su funcionamiento depende de los insumos ambientales que reciben y que provienen del sol, lluvia, suelo, rizósfera (la rizósfera es el micro ambiente que rodea las raíces), biodiversidad (insectos polinizadores, micorrizas, bacterias nitrificantes, etc.), productos del reciclaje, entre otros componentes del entorno natural que las rodea.

Con un reducido número de árboles de cacao por hectárea hay pocas "fábricas" disponibles y un exceso de insumos ambientales. Más grave aún, lo que es particularmente cierto en la huertas tradicionales, muchas "fábricas" son ineficientes e incluso no producen mazorcas. La fotosíntesis, el proceso biológico que combina la luz solar, CO_2 (bióxido de carbono), nutrientes y agua (todos son parte del grupo de insumos ambientales que provee el entorno), promueve el crecimiento de tallos, ramas, hojas, raíces, flores y frutos, mediante la formación de carbohidratos en las hojas. Las hojas capturan la luz solar que las plantas utilizan como combustible para poner en marcha el proceso fotosintético. En realidad las hojas son el equivalente biológico de los paneles solares; o más bien podríamos decir que los paneles solares se modelaron, al menos parcialmente, en base al funcionamiento de las hojas.

El bajo número de árboles por hectárea limita el número de mazorcas formadas y cosechadas en la huerta. Alrededor del 15% de la luz que el cacao captura mediante el proceso fotosintético, termina convirtiéndose en mazorcas. Si el número de plantas presentes en una hectárea es el adecuado para un determinado cultivar clonal y zona de cultivo, se producirá una mayor captura de energía lumínica por las hojas, que a su vez se convertirá en la producción anual de un mayor volumen de biomasa. El 15% de ese mayor volumen representará una mayor cantidad de energía lumínica asignada para la formación de mazorcas en la forma de substancias orgánicas. La mitad de ese 15% de energía lumínica asignada como carbohidratos para formar mazorcas, termina en los granos secos de cacao.

La luz es simple y llanamente energía (capacidad para realizar un trabajo), un recurso natural al que el productor dueño de un pedazo de tierra tiene acceso diariamente, sin costo alguno. Cualquier planta

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

dotada de una buena base genética, saludable y productiva, debería rendir al menos 2.0 kg de cacao seco/año, y más, en ausencia de limitaciones en su entorno ambiental, como por ejemplo los periodos prolongados de sequía, restricciones nutricionales, etc. Con 400 a 600 plantas fácilmente podemos deducir que la brecha entre el rendimiento e ingreso real, y el rendimiento e ingreso potencial de una hectárea de tierra sembrada con un mayor número de plantas, es amplia. La ineficiencia en el uso de la luz que llega a la huerta cacaotera poblada con pocas plantas explica parte de esta brecha.

El exceso de insumos ambientales y espacios vacíos por la ausencia de plantas es aprovechado por otras especies distintas al cacao (gramíneas, bejucos, platanillos, arbustos, etc.) que conquistan nichos dentro de la huerta. Algunas viven sobre los árboles de cacao en calidad de plantas parásitas (la "hierba de pajarito" es una planta parásita típica de nuestras huertas). En el espacio donde faltan árboles de cacao proliferan las malezas en respuesta a la abundancia de luz que llega al piso de la huerta en ese lugar (Foto 27).



Foto 27. Desperdicio de luz y crecimiento de malezas en espacios sin plantas dentro de una huerta

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

La presencia de enfermedades se torna más problemática en las huertas descuidadas. Allí el control de los factores que determinan la productividad es pobre o ausente. La observación detallada de una huerta tradicional permite la detección de grandes diferencias en la intensidad del ataque por Escoba de bruja entre los distintos árboles. En algunos árboles casi no se observan brotes infectados, mientras otros están abrumados por la alta incidencia de la enfermedad que reduce la formación de hojas sanas, debido a la infección temprana de un gran número de los brotes foliares (Foto 28). Los brotes se hipertrofian en poco tiempo y después se secan. Más brotes foliares infectados significa menor actividad fotosintética, aumentando la ineficiencia en la transformación de energía lumínica en biomasa y finalmente en mazorcas y granos.



Foto 28. Árboles de cacao con distinto nivel de vulnerabilidad frente a las enfermedades (el árbol al fondo a la izquierda es menos vulnerable).

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

La misma afirmación es válida para las enfermedades que aquejan a las mazorcas, particularmente Escoba de bruja, Moniliasis y Mazorca negra (Foto 29); esta última también es conocida con el nombre de Phytophtora. La Mazorca negra es un problema sanitario de incidencia creciente en las huertas de cacao. El organismo causal (*Phytophtora spp*) ataca a las mazorcas de cualquier edad y también a las partes vegetativas del árbol, incluyendo el tallo. La mayor variabilidad del clima en los últimos tiempos es un factor que parece estar relacionado con la presencia en aumento de esta enfermedad, a la que hay que prestar mayor atención para evitar que se salga de control.

Sin la aplicación de un plan de manejo sanitario integral, los árboles infectados se debilitan, particularmente los que tienen una carga genética que los hace más vulnerables a las enfermedades. Un alto porcentaje de las mazorcas que llegan a la cosecha ya están enfermas con Escoba de bruja, Moniliasis o Mazorca negra, recortando en conjunto gran parte de la producción potencial de la huerta, más en unas zonas que en otras según la cantidad de lluvia recibida.



Foto 29. Mazorcas destruidas por las enfermedades Moniliasis (izquierda) y Mazorca negra.

Con la destrucción de las mazorcas, las enfermedades echan a perder gran parte de los productos que la planta asigna para su formación, recortando su contribución a la creación de valor económico. Alrededor del 7% de los productos netos de la fotosíntesis termina

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

cada año en los granos secos de cacao como ya quedó señalado en un párrafo anterior. El porcentaje de mazorcas que se pierde por causa de las enfermedades varía según la zona y año de producción. En el 2013, la producción nacional de grano fue poco más de 200, 000 toneladas; sin enfermedades la cifra podría haber llegado al menos a las 300,000 toneladas. En la zona de Quevedo y aledañas, el porcentaje de mazorcas enfermas al momento de la cosecha supera a veces el 50%. En la zona norte de Esmeraldas, en el peor de los casos este porcentaje alcanza hasta el 90%; también en el nor-oriente amazónico los porcentajes son altos.

Si nuestro objetivo es el crecimiento de la productividad de granos de cacao, el total de la biomasa presente en una hectárea, integrando la biomasa de las hojas, ramas, tallos, frutos y raíces, también debe crecer. La cantidad de biomasa que se produce anualmente, toma como base la cantidad total de la biomasa que ya existe en el conjunto de árboles de la huerta. Mientras mayor es la cantidad de biomasa total inicial, digamos al comienzo de cada año, más alta será la producción anual de biomasa producto de la fotosíntesis.

Se estima que la producción anual de biomasa es alrededor de 1/3 de la biomasa inicial presente en la huerta. En las huertas tradicionales la producción anual de biomasa se encuentra entre 8 a 11 ton/ha. En base a estas cifras, el potencial de producción de granos de cacao, se calcula que varía entre 560 y 770 kg/ha. Si las enfermedades destruyen la mitad, las cifras se transforman en 280 y 385 kg de cacao seco/ha/año, las que guardan coherencia con la realidad productiva en nuestras huertas.

La biomasa inicial en la huerta es como un certificado de depósitos con cierta cantidad de dinero en el banco; mientras más alta es la cantidad en el certificado, mayor es el flujo de intereses generados anualmente. Lo importante es reconocer y entender esta regla muy simple que siempre ha estado allí, pero a menudo no la vemos, o no la queremos ver. Una planta con escaso vigor rinde mucho menos que otra en mejores condiciones por esta razón. El presente párrafo busca hacer una contribución para la mejor comprensión de esta cuestión tan importante para la planificación y búsqueda de un objetivo de alta productividad en cacao.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Las mazorcas enfermas no contribuyen a la cosecha, por tanto recortan a la mitad, o más, el ingreso potencial del productor. Para reducir las pérdidas es necesario practicar una poda sanitaria que elimine las mazorcas enfermas (Foto 30), las que luego se dejan dispersas en el piso de la huerta. Es mejor si las mazorcas se cubren con hojarasca para acelerar su descomposición y eliminar el riego de que sigan produciendo y desprendiendo esporas. De esta forma, al menos se convierten en una fuente de materia orgánica y alimento para la fauna y flora, contribuyen al reciclaje nutritivo y aumentan el valor ambiental de la huerta. Sin embargo, como productores de cacao, además del valor ambiental, estamos interesados en crear valor económico, es decir en la generación de suficiente ingreso neto monetario para mantener la actividad cacaotera como negocio. El productor también tendrá más motivación para permanecer en el campo.



Foto 30. La eliminación frecuente de frutos enfermos baja la incidencia de enfermedades.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Este breve recorrido nos conduce a una conclusión: los recursos que la naturaleza nos obsequia diariamente para producir cacao, u otros cultivos asociados, son utilizados con gran ineficiencia en las huertas viejas, deterioradas e improductivas. Las huertas con un rendimiento inferior a 0.3 ton/ha son en extremo ineficientes y ameritan una pronta renovación. El deterioro que acumulan estas huertas es el resultado de años de manejo descuidado, o ausente. Tomará tiempo revertir esta situación solo con prácticas de rehabilitación.

El rango de productividad observado para los distintos sistemas de producción de cacao en el país, que van desde los más extensivos (donde no se controla o hay poco control de los factores de producción) hasta los muy intensivos (hay un control máximo de los factores de producción), se extiende desde 0.1 hasta 3 ton/ha. En zonas como las de Chongón, donde la escasez de lluvias no estimula la presencia de las enfermedades, hay reportes de productividades extremas.

El rango antes señalado nos da una idea de la eficiencia con que las huertas emplean los insumos provistos por el ambiente natural. El objetivo de la renovación mediante la siembra de clones de alta productividad (Foto 31), es la obtención de rendimientos ubicados al menos en la mitad, y mejor en el tramo superior del rango descrito. Con más productividad por hectárea, el costo unitario de producción por quintal se reduce; consecuentemente aumenta el ingreso neto que recibe el productor por hectárea.

Se estima que el costo unitario para producir un quintal de cacao seco en las condiciones de nuestro país se mueve en el rango de $ 60 a $ 90, dependiendo de la productividad e intensificación tecnológica aplicada a cada sistema productivo. En las huertas tradicionales, con rendimientos muy bajos, el costo unitario se encuentra cercano al borde superior del rango señalado, costo que se nutre básicamente de la mano de obra del propietario del cacaotal y su familia en las escasas labores de mantenimiento, cosecha, secado y preparación para la venta.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 31. Cacao clonal de alta productividad y 26 meses de edad con su primera gran carga de frutos en la zona de Quevedo.

PASOS PARA LA RENOVACION DE LA HUERTA IMPRODUCTIVA

ELIMINACIÓN DE LA HUERTA

Momento para tumbar

La transformación de una huerta tradicional improductiva en un terreno apto para la renovación con cacao clonal de alta productividad, empieza en la época seca con la tumba de los árboles viejos de cacao y la vegetación asociada. Se inicia con la tumba de árboles desde el costado de una guardarraya o lindero. Así se va creando espacio suficiente para conseguir la mejor distribución del material cortado que va saliendo, antes de avanzar con la tumba del resto de la huerta.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

En lo posible debe evitarse la eliminación de hojarasca y tierra superficial. Ambos son recursos invalorables para el éxito de la nueva plantación por sus propiedades físicas, químicas y nutritivas. Esta advertencia es particularmente válida al utilizar maquinaria de desbroce para la eliminación de la huerta vieja. La quema controlada de troncos y ramas gruesas alineadas en lagartos, es una práctica que puede ser necesaria para reducir obstáculos en el trazo de las hileras del cultivo y la siembra misma. El material grueso irregularmente disperso en el terreno con frecuencia coincide con futuros sitios de siembra. Tal coincidencia es el origen de fallas en la continuidad y distorsión de las hileras. Además, el desplazamiento del personal y el control de malezas se dificultan también en gran medida con estos obstáculos.

Es inconveniente la tumba del cacao viejo en plena época lluviosa. El material cortado no se seca y la quema de ramas gruesas y troncos humedecidos es imposible. La única opción disponible es trocearlos y hacer montones aquí y allá, dejando espacio para trazar las hileras de siembra del cultivo renovado (Foto 32). La descomposición total de los montones de troncos se completa en unos 3 años en zonas cacaoteras con precipitación estacional. La ausencia de lluvias en la época seca sí permite el secado y quema del material grueso. Aun así, las condiciones ambientales pueden cambiar de un mes a otro e influir sobre la efectividad y resultados de esta actividad.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 32. Pilas de troncos sin quemar al tumbarse la huerta un poco antes de renovar el cacao en la época lluviosa

El periodo Julio-Agosto es el mejor momento para la tumba de la huerta. En el verano, luego de un bajón al terminar el invierno, se produce un pico de radiación solar que comienza a subir en Agosto, alcanza mayor intensidad en Septiembre, para declinar otra vez en Octubre. Por otro lado, la temperatura ambiental también aumenta en Septiembre después de caer en Agosto. Ambos fenómenos son recursos naturales que al ser bien aprovechados por el productor permiten el secado rápido, facilitando la quema del material grueso debidamente alineado. El terreno se libra de obstáculos mayores para la siembra y desarrollo del futuro cultivo (Foto 33).

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 33. Huerta de cacao clonal sembrada para reemplazar una huerta tradicional improductiva

La distribución de los troncos y ramas gruesas a lo largo y ancho del terreno tiene que ser balanceada, evitando la acumulación excesiva de material en unos sitios, mientras que en otros las pilas están ralas. La acumulación excesiva de material dificulta el secado de los troncos, quedando al final muchos troncos gruesos sin quemar, con capacidad para interrumpir las líneas de siembra del cacao.

La ceniza de la quema, cuanto más negruzca mejor, es un fertilizante natural con gran valor para el establecimiento del cultivo. La ceniza contiene gran cantidad de Potasio, hasta un 8% del total, además de otros elementos nutritivos, entre ellos: Nitrógeno, Fósforo y Azufre. El color obscuro de la ceniza es un indicador de que hay material orgánico parcialmente quemado, pero que sufrirá una rápida descomposición y mineralización con las primeras lluvias, reciclándose importantes cantidades de Nitrógeno y otros nutrientes. Es conveniente que la ceniza quede bien distribuida para que el cacao se beneficie al máximo de una mejor nutrición, en aquellas partes del

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

terreno favorecidas con este recurso (Foto 34). Muchos hemos observado que las plantas de maíz crecen más verdes y vigorosas en terrenos oscuros por la acumulación de cenizas provenientes de alguna quema de troncos. Este beneficio también se observa en el cacao joven.



Foto 34. Cenizas con capacidad fertilizante después de la quema de troncos en el proceso de renovación de la huerta improductiva

Cuando el material cortado ha tenido suficiente tiempo para un completo secado, al momento de quemar las pilas muy grandes de troncos, la quema alcanza tal grado de intensidad y la temperatura de la superficie de suelo sube tanto, que la materia orgánica y residuos vegetales en ese sitio desaparece por combustión; los primeros centímetros del suelo prácticamente quedan calcinados. La tierra adquiere un color rojizo y la fertilidad del suelo superficial prácticamente desaparece. Es común la observación de plantas de

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

maíz raquíticas y amarillentas creciendo en estos sitios de suelos calcinados. Seguramente sucederá algo parecido en cacao por lo que debe evitarse llegar a esta situación.

Con el suelo calcinado por la quema de grandes pilas de troncos, la ceniza resultante en la base de la pila es blanca como la nieve. Aún es ceniza rica en Potasio pero no hay residuos de Nitrógeno y Azufre. Las plantas sembradas en esos sitios muestran agudos problemas nutricionales, al menos durante los primeros meses, hasta que las raíces logran profundizar y extenderse superficialmente. Puede ser que aún con una fertilización generosa no lleguen a recuperarse. Hay que tomar medidas para evitar este tipo de riesgos que pueden afectar el buen arranque del nuevo cultivo. Es otro motivo para no amontonar demasiados troncos y quemarlos en pilas demasiado grandes.

La tumba de los árboles de la huerta vieja durante el periodo septiembre - octubre, aun permite el secado y la quema del material más grueso. Sin embargo, hay riesgos de que el secado no sea satisfactorio por la presencia de un fenómeno conocido como "cordonazo" de San Francisco que trae algunas lluvias ligeras en octubre - noviembre. Aunque a veces las lloviznas recibidas son insignificantes y no alteran significativamente esta actividad.

Si las lloviznas son más intensas de lo esperado pueden quedar bastantes troncos sin quemar. Si se anticipa este riesgo conviene ir haciendo "lagartos" bien definidos desde el momento mismo de la tumba, abriendo el espacio suficiente para que el trazo de las futuras hileras del cultivo no se interrumpa demasiado. De esta manera la siembra encontrará menos obstáculos.

Los "lagartos" no tienen que ser continuos, sino que más bien se interrumpen cada cinco metros para facilitar la quema. Tampoco tienen que ser muy altos: un metro altura y dos metros de ancho está bien (Foto 35). Mientras más se recoge y amontona el material grueso mayor es el número de jornales requeridos. Si aún hay tiempo, los troncos y ramas gruesas que no se hayan quemado después del primer intento, se realinean a lo largo de los "lagartos" originales. El objetivo es ganar más espacio para construir las hileras

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

de siembra y facilitar el desplazamiento del personal de campo, ahora, y en las tareas que demandará el cultivo más adelante.

Con las tumbas tardías y el siguiente periodo lluvioso a puertas, el riesgo de que el material cortado no se queme va en aumento. En este caso, desde el primer momento, todas las acciones deben encaminarse a la formación de "lagartos" y la apertura de los espacios necesarios para el trazado de las hileras del cultivo. Si no se alcanza a quemar es posible trazar con menos dificultad las hileras del cacao y el plátano asociado, éste último usado como sombra temporal. Con frecuencia se siembra maíz en los espacios entre hileras para que funcione también como cultivo asociado al cacao y al plátano, durante los primeros 4 a 5 meses. El rendimiento de maíz intercalado puede representar hasta un 40% comparado con su monocultivo.



Foto 35. Material proveniente de la tumba de una huerta de cacao improductiva apilado en "lagartos".

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Es importante subrayar que estas recomendaciones son igualmente válidas para la renovación, tanto de huertas tradicionales improductivas como de huertas deterioradas de cacao clonal (Foto 36). En este último caso, la tumba y repique se facilitan por la presencia de troncos y ramas más delgadas. El volumen del material cortado voluminoso que hay necesidad de manipular, distribuir y si es necesario quemar, se reduce considerablemente.



Foto 36. Desbroce de huerta improductiva de cacao clonal de 22 años de edad.

Repique de vegetación ajena al cacao

Las huertas semi-abandonadas, con árboles en avanzado estado de deterioro, son colonizadas rápidamente por plantas herbáceas (caminadora, ortigas, borrajas, etc.), semi-herbáceas (platanillos, bijao, camacho, etc.), arbustivas (cordoncillo, chilca, guarumo, etc.) y parásitas/epífitas (hierba de pajarito, piñuelas, etc.).

La vegetación ajena al cacao puede convertirse en una matriz tan densa que dificulta el desplazamiento de las personas en las tareas de desbroce y tumba, así como su capacidad de operar la motosierra ordinaria y motosierra aérea. Hay necesidad de rozar, cortar y repicar este tipo de vegetación, antes de la tumba del cacao y otros árboles mayores.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

El desbroce de la vegetación ajena al cacao se hace con un machete grande, afilado y de lámina amplia, ayudándose con la motosierra cuando sea necesario, particularmente en el caso de talluelos gruesos bien lignificados. En lo posible se trabaja primero la vegetación con menor resistencia al corte, avanzando luego con las plantas semi-arbustivas y arbustivas. Puede surgir la necesidad de cortar al mismo tiempo plantas de distinto grosor si la vegetación se encuentra muy entrelazada.

Tumba y repique de troncos

El desplazamiento de los operadores de la motosierra encuentra menos obstáculos una vez que se ha desbrozado la vegetación ajena al cacao. Los árboles de cacao empiezan a cortarse desde el borde de una guardarraya, o en el perímetro de la huerta, o a partir de caminos que la crucen. Así, se van creando espacios que facilitan la caída y repique de los árboles ya en el piso, así como el desplazamiento del personal de campo.

En las podas de rehabilitación, el corte y raleo de las ramas se realiza de arriba hacia abajo, utilizando motosierra aérea. Este equipo puede cortar ramas ubicadas hasta una altura de 5 m. En ese caso, el objetivo no es tumbar el árbol sino bajar la altura y ralear la copa. Por el contrario, si se trata de tumbar la huerta vieja para reemplazarla con otra nueva, los troncos se cortan a una altura de 20 a 30 cm del suelo (Foto 37). Una vez en el piso, se trozan en secciones pequeñas para facilitar el transporte, apilamiento y a quema si es necesario. Demás está decir que el motosierrista y ayudante deben estar siempre alertas para tomar las debidas precauciones contra posibles accidentes.

Antes de cortar conviene observar el lado en que se inclina el tronco del árbol. El primer corte es poco profundo y se hace precisamente sobre ese lado, seguido luego por un corte más profundo en el lado opuesto. Los cortes se hacen con pausa siguiendo ligeramente una dirección oblicua de arriba-abajo. Finalmente, el árbol se dobla y cae sobre el lado de su inclinación original donde previamente se habrá preparado el espacio para su caída. En terrenos con topografía irregular es preferible comenzar la tumba en los sectores más o

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

menos planos de la huerta, avanzando luego a los sectores con terrenos más abruptos.



Foto 37. Tumba de árbol viejo de cacao utilizando motosierra.

En las huertas descuidadas, muchos árboles de cacao están rodeados profusamente por chupones que nacen en la base del tallo y que luego alcanzan distinto grosor según la edad. Con el tiempo algunos chupones llegan a ser tan gruesos como el tallo principal, convirtiéndose en nuevos troncos que se doblan hacia afuera (Foto 38). Si este es el caso, los chupones convertidos en troncos se cortan gradualmente hasta llegar al tallo principal que se tumba al final. Se recomienda tumbar primero los árboles con tallos más delgados, abriendo espacios para la caída de aquellos más altos y voluminosos.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 38. Árboles de cacao con troncos múltiples en huertas sin control de chupones.

A medida que avanza la tumba, los troncos se cortan en trozos de un metro o poco más de longitud. El objetivo es facilitar el transporte de los trozos cortados para su alineamiento en el "lagarto" más cercano. Las ramas gruesas se repican con el mismo propósito. Las ramas más delgadas, usualmente acompañadas de un gran conjunto de ramillas pequeñas y menudas, se colocan encima del lagarto, o se repican bien dejándose en el piso.

Tumba de árboles distintos al cacao

Con frecuencia se encuentran otros árboles usualmente distribuidos sin algún orden dentro de la huerta tradicional de cacao. Hay árboles de madera fina (moral, laurel, guayacán blanco, etc.), frutales mayores (zapote, mango, aguacate, mamey, etc.) y frutales menores (cítricos, guayaba, guanábana, anona, cauje, borojó, etc.). Algunos son más altos y voluminosos que el mismo cacao (Foto 39).

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 39. Cacao y otras especies arbóreas creciendo juntos en una huerta tradicional.

De una manera u otra, los árboles mayores y menores son especies vinculadas con la ecología de la huerta y con la economía y consumo familiar en la finca. Analizar su utilidad y valor económico es una consideración importante al momento de tomar la decisión de tumbar la huerta con fines de renovación utilizando clones de alta productividad. Con frecuencia, el sombreamiento que estos árboles causan al cacao es excesivo. El sombreamiento excesivo por esta causa puede hacer fracasar cualquier esfuerzo de renovación.

En una huerta de cacao clonal, en la zona de Quevedo, a los tres años después de la siembra, se observó que el promedio de rendimiento de cacao seco acumulado por planta, en plantas sembradas en un área con sombra densa de árboles viejos de guabo, era sólo poco más de la mitad, al compararse con otro grupo de plantas sembradas al mismo tiempo en un lote aledaño, a plena exposición solar pero con plátano como sombra temporal. Eso sí, las plantas bajo la sombra densa de los guabos, lucían saludables y vigorosas con un color verde brillante en sus hojas. Con esta consideración, la selección de los árboles de la huerta vieja que se decida dejar en su sitio debe ser bien pensada. Plantas frutales como distintos tipo de cítricos, guanábana, anonas, etc., son preferidos.

Si el objetivo de la tumba es la renovación con una huerta de cacao clonal de alta productividad, no deberían dejarse en pie más de 10 a 15 de árboles/ha de otras especies, incluyendo frutales mayores y

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

menores dispersos en la nueva huerta. La huerta intercalada con árboles distribuidos organizadamente adquiere mayor valor ambiental y es más atractiva y reconfortante a la vista. Eso sí, además de quedar aceptablemente distribuidos, hay que buscar manera de podar y aclarar las copas de los árboles. Así se controla el exceso de sombra y competencia por suelo, agua y nutrientes que puede atentar contra el normal desarrollo de las jóvenes plantas de cacao clonal en su vecindad. Aunque este asunto de la mejor distribución de otros árboles dentro de la huerta no siempre será posible, hay que hacer lo mejor que se pueda.

Los árboles mal ubicados se tumban y trocean para venderlos como madera. Puede ser el caso de árboles de zapote y mango, cuya madera es relativamente dura y buena para obtener tablas destinadas a distintos usos. O puede ser el caso de pachaco, un árbol de madera blanda que a veces se encuentra intercalado en la huerta; éste último debe cortarse sin más, pues su asociación con el cacao es inconveniente por su elevado grado de competencia, aun si estuviera creciendo solo en el contorno de la huerta.

Es conveniente identificar y cortar los árboles de madera fina para obtener tablas que el productor debe procurar vender al mejor precio. No se recomienda vender los árboles en pie al mejor postor, ya que el precio ofrecido es con seguridad muy bajo. Por el contrario, si se los vende transformados en tablas se puede triplicar el ingreso neto (una vez que se ha restado el costo de tumbar el árbol y cortar las tablas) por la venta de madera con algún procesamiento. Es lo que se conoce como agregación de valor al producto primario, en este caso a la madera.

Un productor en la zona de Ventanas triplicó el ingreso neto total por la venta de tablas obtenidas en su finca, a partir de la tumba de unos 100 árboles de laurel blanco de 15 años de edad, al compararlo con el ingreso que hubiera obtenido si vendía en pie (le habían ofrecido $ 25 por árbol). De hecho, el ingreso incrementado le permitió dar solución con creces un problema familiar que enfrentaba en ese momento según le comentó a uno de los autores del presente Manual. Hay personas que ofrecen el servicio de tumba y obtención de tablas en finca a partir de los árboles cortados.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

En la zona de Las Naves, otro productor vendió en pie 20 árboles de teca, con 10 años de edad. El precio fue de $ 40 por unidad, bastante bajo para este tipo de madera. Un m^3 de teca, aun de árboles en pie, llega a venderse a un precio superior a los $ 400, cuando se oferta un gran número de árboles y apreciable volumen de madera, lo que no siempre es el caso. A los 10 años cada árbol de teca ya puede alcanzar 0.4 m^3 de madera útil, o más. La venta de la madera como tablones de 2.8 m de longitud, o mejor aún como tablas de teca, le hubiera producido un ingreso mayor. Para el caso que nos ocupa, el ingreso por la venta de madera al menos se hubiera triplicado agregándole un nivel de procesamiento. Al referirle sobre las ventajas de esta opción, el productor manifestó que no estaba al tanto de esta alternativa. En todo caso, ambos ejemplos subrayan el inconveniente de la venta en pie de los árboles maderables presentes en la huerta que se pretende renovar, particularmente si es madera fina (Foto 40).



Foto 40. Árboles de teca tumbados y troceados en un lindero de cacao.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Más adelante hablaremos de la siembra de madera dura, particularmente teca, en el perímetro de la huerta renovada para aumentar el valor de la tierra sembrada con cacao. Al crecer en el contorno de la huerta, los árboles maderables se benefician del manejo que recibe el cultivo, particularmente del riego y en menor medida del abonamiento al cacao. Si se beneficia del riego al cacao en el verano el crecimiento anual de un árbol de teca se duplica comparado con el crecimiento sin riego acumulando más metros cúbicos de madera en menos tiempo.

Es posible que la hilera de cacao más cercana a los árboles de teca (debe mediar al menos una distancia de 3 m entre el perímetro del cacao y la teca) se vea afectada en alguna medida por la competencia de estos últimos. Sin embargo, cualquier desventaja se verá altamente compensada por la contribución económica derivada de la venta de madera de teca, 10, 15 o 20 años más tarde. Además, la siembra de madera fina agrega valor a la tierra y a la finca en su conjunto.

CALIDAD DEL MATERIAL DE SIEMBRA

La calidad del material de siembra es un aspecto básico para alcanzar el objetivo de alta productividad de la huerta renovada. Las plantas representan el corazón de cualquier ecosistema productivo. El productor es el que provee el manejo (control de los factores de producción) necesario, con el fin de crear el ambiente propicio para que el cacao se desarrolle y exprese toda su capacidad productiva. Este potencial ya viene "escrito" en la carga genética de cada planta. Con un entorno ambiental favorable se abrirán las puertas para que el potencial productivo se exprese en toda su amplitud.

De poco sirve el buen manejo del cultivo para perseguir un objetivo de alta productividad, si las plantas adolecen de una pobre base genética. O si aún dotadas de un buen potencial genético para producir, las plantas llegan al campo afectadas por escaso vigor, pobre nutrición y enfermedades. El retraso en su desarrollo lastimará las expectativas del productor respecto del rendimiento de la nueva huerta.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Cacao

El productor puede comprar las plantas en viveros certificados o producir su propio material de siembra. Si compra las plantas en el vivero, tiene que asegurarse de que se encuentren dentro de un rango de edad adecuado (seis a siete meses) y listas para la siembra. Además, tienen que ser plantas uniformes y vigorosas, así como corresponder exactamente a los clones que se haya decidido sembrar para reemplazar la huerta vieja improductiva.

Debe evitarse a toda costa que con el material de siembra comprado se entremezclen plantas débiles o raquíticas (Foto 41). Hay que ser exigente en esta parte, porque como ya quedó señalado, la planta representa el "corazón" de cualquier sistema productivo. Un "corazón" sano es garantía de éxito en cualquier sistema intensivo de producción de cacao. Si el material de siembra es defectuoso, la contribución que el trabajo adicional en la huerta (abonamiento, podas sanitarias, riego, etc.) hará a la productividad, será modesta o se reducirá en forma significativa.

Al sembrar plantas con vigor variable estamos colocando desde el inicio la semilla de la ineficiencia en el uso productivo de la tierra. Difícilmente las plantas débiles o raquíticas se convertirán en árboles robustos y productivos más adelante. Desde el primer momento crecerán con desventajas y tendrán dificultades para competir con las plantas vecinas mejor dotadas; se irán quedando más y más rezagadas con el tiempo. La competencia entre las plantas es una razón para que cualquier resiembra necesaria para cubrir alguna plántula que no sobrevivió al trasplante, se haga lo más pronto posible después de la siembra. Las plantas de resiembras tardías, digamos más allá de seis meses del momento de la siembra, no alcanzarán al resto y las plantas vecinas competirán con ventaja por los recursos del ambiente.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 41. Plantas de cacao menos vigorosas (izq.) que limitan su aptitud para la siembra comparadas con plantas robustas mejor calificadas

No hay que dejar pasar mucho tiempo, máximo tres meses después de la siembra, para resembrar las fallas que se presenten. También hay que estar atento a la presencia de plantas con problemas de crecimiento para reemplazarlas, si fuera el caso, tan pronto como sea posible. Decimos tres meses para tomar decisiones de resiembra o reemplazo, porque las plantas completan su adaptación a campo abierto en unos dos meses luego de sembradas. El objetivo de esta práctica es reducir al mínimo el impacto de la competencia de las plantas que se sembraron primero en su vecindad (Foto 42). Es difícil que las plantas sembradas tardíamente se recuperen de la competencia de las plantas vecinas más crecidas, aun cuando muestren suficiente vigor y nutrición, tal como se ha comprobado.

Además, el espacio ocupado por plantas con bajo vigor siempre es menos productivo. Al tener menos masa foliar "cosechan" menos luz solar comparadas con las plantas más robustas. Las plantas robustas

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

"fabrican" más biomasa y proporcionalmente asignarán más productos de la fotosíntesis para el proceso de formación de mazorcas. Al sembrar plantas débiles, estamos desperdiciando la oportunidad de producir un mayor número de mazorcas en el espacio ocupado. Además, en el futuro, estas plantas añadirán excesiva variabilidad al rendimiento entre plantas, un factor que recorta la productividad promedio de número de mazorcas por árbol. Es recomendable que la desviación estándar para la variable número de mazorcas por planta sea inferior a 10.



Foto 42. Planta de cacao proveniente de una resiembra tardía para reemplazar una falla y que crecerá en desventaja

La productividad por árbol es un componente clave del rendimiento por hectárea. Si la productividad media por planta declina la producción total también lo hace. Un buen promedio por planta para una huerta clonal en plena producción, con una densidad de 1100 plantas/ha, se ubica en 2 kg de cacao seco. Con frecuencia se presta escasa atención a este detalle de la calidad de las plantas en el

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

establecimiento de la huerta, a pesar de su importancia en la productividad futura de la tierra sembrada con cacao. En el uso de plantas uniformemente vigorosas reside la mayor parte del éxito productivo de la renovación del cacao.

En un entorno de condiciones favorables de suelo, humedad, luminosidad, temperatura, entre otros factores que influyen en la producción, no podemos tener plantas produciendo 2 kg de cacao seco/año acompañadas de otras en la vecindad produciendo la mitad, o menos, en respuesta a la pobre calidad inicial, bajo vigor y pobre nutrición de éstas plantas al momento de la siembra.

En la zona de San Miguel de Los Bancos, al comparar el rendimiento promedio por planta de un grupo de plantas dotadas de mejor vigor y nutrición, con el rendimiento promedio por planta de otro grupo con escaso vigor y agudas deficiencias nutricionales, todas pertenecientes al mismo clon, se encontró que a los 30 meses después de la siembra la diferencia de rendimiento entre ambos grupos superó ampliamente el 100%. Todas las plantas se habían sembrado el mismo día en plena época de lluvias. Esta diferencia ilustra con claridad la importancia del uso de plantas bien formadas y vigorosas para promover el desarrollo temprano y funcionamiento de huertas clonales de alta productividad.

Concluimos que la homogeneidad y vigor del material de siembra son factores clave para reducir el riesgo de que la tierra sembrada con cacao sea utilizada en forma ineficiente (Foto 43). Si este detalle se descuida, el productor estará atentando contra su interés económico y bienestar familiar. Esforzarse para que cada espacio ocupado por una planta produzca al máximo posible debe ser el objetivo de cualquier productor, tomando como punto de partida la siembra de plantas sin defectos.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL TROPICAL
INIAP
UNIDAD DE DOCUMENTACIÓN
PICHILINGUE

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 43. Plantas robustas de cacao que aseguran el éxito de las variedades productivas en la nueva huerta.

Al momento de sembrar, siempre hay que contar con un 2% de plantas adicionales a las que se necesitan para una superficie determinada. Así, hay oportunidad para seleccionar las mejores y cubrir cualquier falla que se produzca durante las semanas siguientes. Siempre hay plántulas que por una u otra causa no sobreviven al trasplante. Sin embargo, un porcentaje de fallas que supere el 2% es inaceptable. Si tal cosa sucede es un síntoma de que algo anduvo mal en el proceso del abastecimiento de las plantas, o en la siembra, o en los días que siguieron a la siembra.

Si el productor produce sus propias plantas es preferible que utilice fundas grandes (6" x 8" es un buen tamaño) rellenas con sustrato de tierra, en mezcla con una cuarta parte de algún material orgánico bien descompuesto. Cada funda se llena con unos 2 kg de la mezcla. Donde haya disponibilidad el tamo descompuesto de café siempre será un buen substrato orgánico. Hay que tener el cuidado de no

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

sobrepasar el porcentaje recomendado de substrato orgánico en la mezcla con la tierra.

Se ha observado que una proporción alta de substrato orgánico en la mezcla con tierra, es causa importante de la variabilidad que se manifiesta con frecuencia en el vigor de los patrones. Esta variabilidad se trasmite al desarrollo del injerto, entre otros factores que ejercen influencia en la calidad integral de la planta en cuanto a su valor para la siembra. El uso de la tierra de huertas viejas para el llenado de fundas, omitiendo la mezcla de substrato orgánico, es también una buena alternativa. La tierra de huerta usualmente tiene la estructura y fertilidad adecuada para fomentar el crecimiento de las plantas en el vivero.

La utilización de fundas amplias (6" x 8") rellenas con un substrato de buena calidad (suelto, fértil, con buen drenaje, etc.), favorece la obtención de patrones uniformes, robustos y sanos, listos para injertarse a las 12 semanas de edad (Foto 44). El uso de fundas más grandes, aunque favorece el desarrollo de las plantas, demanda más cantidad de trabajo en el vivero. También requiere de una gran cantidad de tierra (Foto 45). Aún no está demostrado que una vez en el campo estas plantas sean las más productivas a largo plazo, aunque se ha observado que sí son más precoces, posiblemente porque pasaron más tiempo en la funda sin restricción radicular.

Aun con el uso de fundas grandes siempre hay que evitar el sobre-crecimiento de las plantas, sobre-crecimiento que no sólo causa la distorsión del sistema radicular, sino que aumenta el riesgo de que sufran problemas nutricionales. El problema de la distorsión radicular es importante, ya que una vez en el campo las raíces usan en forma ineficiente el espacio de suelo asignado a cada planta, debido a que se produce un desbalance en su desarrollo. Hay gran diferencia en la densidad de raíces a un lado de la planta que en el otro por esta causa, restándole uniformidad a la exploración que las raíces hacen del suelo y del agua almacenada.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 44. Plantas-patrones robustas listas para la injertación con clones de alta productividad.



Foto 45. Uso de fundas de gran tamaño para la producción de plantas vigorosas a nivel de vivero.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Pero, aun si la tierra de las fundas es de buena calidad, siempre es conveniente abonar con un fertilizante completo dotado de alta concentración fosfórica para alejar el riesgo de que se presenten fallas nutricionales. El abonamiento se realiza con una frecuencia mensual. Puesto que el cacao es extremadamente vulnerable a la toxicidad por el uso excesivo de fertilizantes, hay que contar con asesoramiento experto al respecto. Como norma general se recomienda aplicar 3-4 g de fertilizante 10-30-10 por funda de 2 kg de tierra. Usualmente se repite esta dosis cada dos meses durante el periodo en que las plantas se encuentran en el vivero.

Una alternativa para colocar el fertilizante en las fundas donde crece el cacao, es enterrándolo a 5-10 cm de profundidad, en hoyos hechos con un punzón y alejados del pie del tallo, pero ubicados cerca de la pared de la funda. La complementación del abonamiento al substrato con el abonamiento foliar, haciendo aspersiones cada dos a tres semanas, da como resultado plantas vigorosas que tendrán un rápido establecimiento a campo abierto. Si el fertilizante foliar es líquido, hay que mezclar un cm^3 en un litro de agua. Si es sólido, disolver 1 g en un litro de agua. Use los litros necesarios para asperjar todas las plantas en el vivero.

A partir de la injertación del patrón, se dejan pasar unos tres meses para permitir el desarrollo completo del injerto. Este periodo incluye un corto tiempo de aclimatación que consiste en someter gradualmente a las plantas a una mayor exposición a la luz solar por un par de semanas. La aclimatación es importante para que las plantas no sufran demasiado por el exceso de insolación, al momento de llevarlas a campo abierto. Esta precaución es válida porque las hojas del cacao tienen un bajo punto de saturación lumínica. Por esta razón gran parte de la luz que interceptan se transforma en calor, más aún en las hojas tiernas que se escaldan en respuesta a una insolación intensa.

Más adelante, al llegar al tema del establecimiento del cultivo, se explicará con más detalle lo que significa este concepto de la saturación lumínica de las hojas del cacao. Una vez aclimatadas, las plantas con siete a ocho hojas bien desarrolladas, finalmente están listas para el trasplante seguro a campo abierto. Hay que evitar el

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

trasplante de plantas con brotes tiernos ya que éstas son las que más sufren en su proceso de adaptación. En casos extremos la planta no sobrevive (Foto 46).



Foto 46. Tejido foliar de plántula de cacao recién sembrada y afectada por insolación excesiva.

Si las plantas permanecen en el vivero más tiempo del necesario (Foto 47), la raíz principal se retuerce en la base de la funda. Las raíces finas salen por lo hoyos del fondo de la funda para anclarse en el suelo. Al retirar la funda y sacar las plantas que se han pasado de tiempo, una parte del sistema radicular se arranca y se destruye. Como consecuencia las plantas maltratadas tardan en adaptarse a campo abierto retrasando el desarrollo de la huerta, peor si el suelo es poco fértil, duro y seco. Muchas no sobrevivirán.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 47. Pobre condición nutricional de plantas sobrecrecidas a nivel de vivero y que irán con desventaja al campo.

La madurez de las yemas utilizadas para injertar los patrones es otro factor que influye en el vigor de las plántulas, tanto en el vivero como en el campo abierto. El estado fisiológico de las yemas, es decir su madurez, varía incluso dentro de la misma vareta porta-yema. Las yemas ubicadas en la parte inferior de la vareta usualmente brotan más rápido y producen plantas mejor dotadas porque fisiológicamente son yemas más maduras.

Por el contrario, otras yemas al injertarse sí "pegan" pero permanecen como dormidas por un tiempo; luego brotan tardíamente. Cualquier planta con este antecedente, seguramente nunca se convertirá en una planta robusta en campo abierto. Por tal razón, siempre es conveniente hacer más plantas de las que son necesarias para seleccionar y llevar al campo sólo las mejores, teniendo en cuenta que aquí radica el éxito futuro de una huerta clonal de alta productividad. Cuando hay suficiente disponibilidad de

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

varetas-portayemas, se recomienda el injerto de púas que reduce considerablemente este riesgo.

Podría pensarse que esta precaución de hacer más plantas de las que se necesitan en función de la superficie destinada a la renovación, es un desperdicio. Más bien hay que considerar esta decisión como una inversión ya que tendremos la oportunidad de seleccionar plantas uniformes y vigorosas que al final contribuirán a la seguridad de nuestra inversión. Igual consejo es válido si la injertación de los patrones se hace mediante el método de púa, método que usualmente se utiliza cuando hay abundancia de varetas porta-yemas como ya quedó señalado.

Al momento de sembrar, tenga siempre presente que la calidad de la planta es el componente más importante de su inversión. Las consecuencias de equivocarse en esta decisión acompañarán al productor durante todo el tiempo que mantenga la huerta en producción. Estas consecuencias se traducen en una mayor variabilidad productiva entre plantas, menos rendimiento y menos ingreso. Además, la cantidad de trabajo seguirá igual pues hay que proporcionar mantenimiento a toda la huerta. Es así de simple y nunca esta demás ser reiterativo con este detalle.

El transporte de las plantas al campo tiene que cumplirse con las debidas precauciones para evitar el desmoronamiento o destrucción del "pan" de tierra, así como de las raíces en su interior, principalmente las raíces más finas y tiernas que son extremadamente frágiles y donde se encuentran los pelos absorbentes. En el peor de los casos, un descuido en este aspecto, deja el sistema radicular prácticamente desnudo. Al contacto con el aire las raíces se oxidan y gran parte mueren. El uso de fundas amplias facilita el cuidado del "pan" al momento de abrir la funda para el trasplante, aunque significa mucho más esfuerzo en el transporte; pero el esfuerzo adicional vale la pena.

Hay que tener presente que las plantas (jóvenes o adultas) absorben los nutrientes y agua del suelo únicamente a través de los pelos absorbentes en las raíces más finas. Estas representan en conjunto el mayor porcentaje del sistema radicular de una planta. Se encuentran concentradas en un 80% en los primeros 25 cm superiores del suelo,

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

porque allí encuentran el ambiente más propicio (aire, nutrientes, humus, micorrizas, temperatura, etc.) para su crecimiento. Suelos compactos y con escasa profundidad representan un gran problema para el cultivo, pues se limita el volumen que exploran las raíces. Las raíces medias y gruesas tienen más bien un rol de soporte de la planta y conducción de la "savia bruta" y "sabia elaborada" pero no tienen un rol en la absorción de agua y nutrientes.

Las raíces absorbentes se deterioran y mueren con el mínimo descuido o exposición al aire; de por sí no tienen larga vida. Su longevidad usualmente varía entre 2 y 10 días. La corta longevidad explica la importancia que tiene la calidad nutritiva del substrato en la funda, y también en el suelo del sitio de siembra a campo abierto. La riqueza nutritiva, con especial énfasis en el contenido de Fósforo, promueve la formación constante de raicillas y pelos absorbentes que abastecen continuamente a la planta. La absorción nutritiva demanda una gran cantidad de energía y el Fósforo es la moneda de intercambio energético dentro de las plantas.

Teniendo en cuenta este antecedente, ambos, el substrato de la funda y el suelo en el sitio de siembra, deben tener las mejores condiciones (estructura granular, humedad, fertilidad, aireación, sanidad, etc.) para garantizar la formación permanente de raicillas absorbentes, desde el momento mismo de la siembra. Por esta razón la concentración alta de Fósforo en el substrato de la funda y también en el suelo es un detalle clave para promover el desarrollo abundante de las raicillas.

La deficiencia de Fósforo recorta drásticamente la velocidad de crecimiento del cacao y el engrosamiento de tallos y ramas (Foto 48), y obviamente el rendimiento, por su influencia negativa sobre el surgimiento y crecimiento de nuevas raíces. Hay muchos suelos cacaoteros profundos y dotados de buena textura (franco a franco-limosa) que sufren de deficiencia de Fósforo (Foto 49). Aunque a primera vista, es difícil saberlo a menos que se examinen los resultados del análisis de suelos, o que alguien con experiencia observe la apariencia de las plantas y saque conclusiones sobre su condición nutricional.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 48. Plantas adultas de cacao clonal con ramas delgadas y poco vigor que refleja la deficiencia de Fósforo en el suelo.

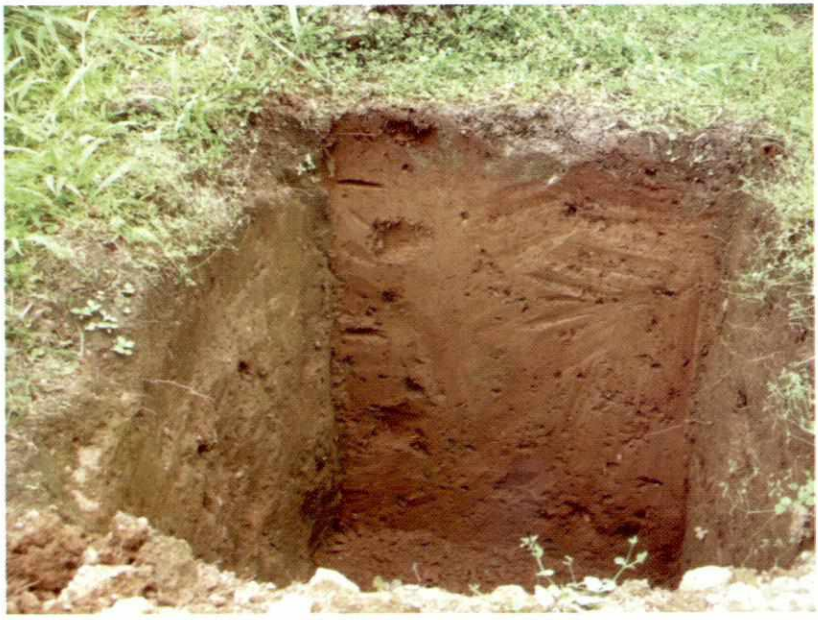


Foto 49. Suelo cacaotero deficiente en Fósforo aunque provisto de buena profundidad y textura en la zona de Las Naves.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

En varias plantas de un lote de cacao clonal en la zona de las Naves, y otras en la zona de Quevedo, ambas con 14 meses de edad, se contaron y se obtuvieron promedios de 270 y 450 hojas por planta, respectivamente. En el suelo de Las Naves el contenido de Fósforo es bajo, mientras que en el de Quevedo la concentración de Fósforo es alta. Esta brecha nutritiva explica la gran diferencia observada en el número de hojas por planta, al comparar el crecimiento del cacao en ambos sitios. A los 30 meses después de la siembra, la diferencia en rendimiento de peso seco de cacao por planta era muy amplia a favor de las plantas en Quevedo.

Para su mejor cuidado, es conveniente que el material de siembra se produzca en viveros cubiertos con plástico, preferiblemente del tipo UV que resiste el deterioro causado por el sol. De lo contrario, con el uso de plástico ordinario hay que cambiar plástico cada mes que es el tiempo que tarda en romperse. Al estar bajo cubierta, las plantas tienen que regarse frecuentemente. La mejor manera de hacerlo es con un aspersor de gota fina o con una regadera, práctica que reduce el riesgo de compactación del suelo en la funda.

Se recomienda evitar el riego con el chorro directo de mangueras sobre el substrato en la funda. La fuerza del impacto del chorro sobre la superficie causa gran compactación. Al secarse el "pan" de tierra se pone dura como una piedra. Ya podemos imaginar la manera en que se verá afectado el sistema radicular de cualquier planta de cacao que sufra esta condición desventajosa de tierra "apretada". El desarrollo de las raicillas finas se limita en gran medida por esta condición.

Esta condición desventajosa de la compactación del suelo sobre el crecimiento radicular tiene el mismo efecto a nivel de campo. Después de conversar con el productor de cierta finca cacaotera, se concluyó que el lento crecimiento observado en un grupo de plantas de cacao de dos años de edad, era una respuesta a la compactación de una pequeña área del cacaotal que antes había servido de estacionamiento de camionetas y camioncitos que llegaban a cargar y llevar las naranjas que también se producían en la finca.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Plátano

El plátano es la sombra temporal del cacao pero también tiene un importante rol económico como veremos más adelante. La identificación de una fuente de semilla vigorosa y libre de problemas sanitarios (picudo negro, nemátodos, cochinillas, moko, etc.) es clave para producir material de siembra calificado. La productividad del plátano tiene mucho que ver con la sanidad y vigor del material de siembra. A continuación, se presentan dos opciones para producir material de siembra calificado.

Si la fuente de material de siembra es abundante se recomienda sembrar el plátano por medio de colinos que es la manera tradicional. Primero, se seleccionan las plantas-madre para extraer hijos de espada con una altura de 0,5 y 1,0 m y con un peso de 1 a 2 kg. Antes de la siembra, los colinos se cortan a unos 5 centímetros a partir del cuello de la cepa. Hay que evitar la selección de aquellos colinos con tallos que se doblan fácilmente al aplicarse un poco de fuerza. A este tipo de colinos se los conoce como "hijos de agua" y no sirven como material de siembra.

Con la ayuda de un machete o cuchillo afilado se limpia la capa externa del cormo o cepa de los colinos extraídos hasta que se tornan blancos (Foto 50). La limpieza se hace mediante cortes poco profundos evitando lastimar el punto de crecimiento en el centro de la cepa. La limpieza de la cepa es necesaria para eliminar las partes colonizadas por nemátodos y picudo negro, tanto en fase de huevos como de larvas y adultos.

Posteriormente, las cepas se desinfectan sumergiéndolas en agua caliente a 50°C, siempre que sea posible, para completar la eliminación de huevos y larvas de picudos que pudieran encontrarse más hacia el interior, y para los que la limpieza externa de la cepa no fue suficiente. Se recomienda sembrar en el mismo día en que se desinfestan y preparan las cepas para no correr el riesgo de que se vuelvan a reinfestar por picudos. Finalmente, hay que evitar que el material de siembra se reseque.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 50. Limpieza de cepas de plátano para reducir riesgos sanitarios en material de siembra.

También, se recomienda clasificar las cepas por tamaño, en grandes, medianas y pequeñas, con el fin de sembrarlas por separado (Foto 51), de acuerdo a las condiciones del terreno. Lo que se busca con esta práctica es una mayor homogenización a la salida de la cosecha de los racimos y aprovechar mejores precios. Es preferible sembrar las cepas más grandes en aquellos sectores de la huerta con suelos que a criterio del productor sean menos favorecidos, por ejemplo suelos erosionados con baja fertilidad. En este entorno ambiental menos favorecido las cepas grandes crecerán más rápido que las cepas pequeñas y en poco tiempo darán sombra al cacao para protegerlo del ambiente menos propicio en dicho sector.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 51. Clasificación de cepas de plátano según tamaño para adaptarlas a la variabilidad del suelo.

Otra opción para sembrar el plátano es mediante la propagación de material de siembra por cebollines. Con este método, se aprovechan cepas pequeñas con un peso de 0.2 a 0.3 kg, a las que se las llama cebollines. Estas pequeñas cepas se extraen de la planta madre con ayuda de una barra o palilla. Luego, se limpia la parte externa, utilizando un machete pequeño o cuchillo, hasta que las pequeñas cepas queden blancas, pero sin profundizar demasiado para no dañar el punto de crecimiento en el centro. La limpieza elimina aquellas partes colonizadas por nematodos y picudo negro (larvas, huevos y adultos). Al completar esta tarea, los cebollines se colocan en un recipiente con agua y se mantienen allí por 24 horas. El objetivo de esta práctica es estimular la activación de las raíces (Foto 52).

Posteriormente, los cebollines se colocan en fundas plásticas de polietileno de 6" x 8", llenas con sustrato de tierra, arena de rio y materia orgánica (compost o humus de lombriz), en una proporción de 3-1-1 (Foto 53). El material de siembra queda totalmente cubierto

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

con el sustrato. Después de tres meses se transformarán en plántulas, con tres a cuatro hojas listas para llevarse a campo definitivo, al inicio de las lluvias. Estas plantas van adelantadas en su desarrollo si se compara con la siembra de las cepas grandes. También producen antes al ganar dos a tres meses de ventaja en el crecimiento, en contraste con las cepas grandes.



Foto 52. Cebollines de plátano en remojo para estimular la activación de las yemas.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 53. Vivero de plátano desarrollándose a partir de cebollines.

El método de propagación, tal como se ha descrito, permite obtener plantas del mismo tamaño y cosechas homogéneas en gran medida. Es ideal para la siembra de superficies medianas y grandes por la gran cantidad de plántulas que se pueden producir mediante este método. Además, es una planta "segura" ya que difícilmente habrá que recurrir a la resiembra para reemplazar plantas muertas. En cambio, con las cepas siempre se corre el riesgo de que alguna se pierda por distintas causas, por ejemplo exceso de humedad. Por lo demás, casi siempre se requiere una resiembra del 10% con el método de cepas.

Árboles maderables

Se recomienda la siembra de árboles maderables en el perímetro de la nueva huerta, para sacarle más valor económico a la tierra sembrada con cacao. Se disponen de varias opciones, aunque la siembra de teca es una de las más convenientes ya que es madera

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

dura, fina y bien valorada por el mercado. Cuando está disponible en grandes volúmenes cada m^3 de teca puede alcanzar un precio superior a $ 400. Hay una demanda internacional creciente para este tipo de madera.

La hilera de teca se establece en el perímetro de la huerta a una distancia de 3 m a partir de la última hilera de cacao (Foto 54). La distancia de siembra entre plantas se ajusta a 3 m. De esta manera tendremos un total de 132 plantas sembradas en el contorno de una hectárea de cacao. Si la superficie renovada con cacao es de 2 hectáreas el perímetro contará con unas 200 plantas. En este último caso, a los 10 años se cosecharían unos 80 m^3 de madera, volumen que irá creciendo si el corte se pospone para más adelante. Con una mayor superficie de cacao renovado hay la oportunidad de sembrar más árboles en el perímetro. La teca se beneficia del riego que recibe el cacao durante el verano en sistemas de alta productividad y crece a más velocidad.



Foto 54. Crecimiento de árboles de teca registrado en distintos momentos en el perímetro de una huerta de cacao.

Cierto productor, en la zona de Las Naves, sembró la teca en el lindero de su pequeña huerta de cacao clonal. Al cabo de 10 años vendió en pie los árboles más gruesos que ya tenían alrededor de 0.4 m^3 de madera útil por árbol. Actualmente, está aprovechando los rebrotes para la formación de nuevos árboles (Foto 55) a partir de

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

las plantas que ya cortó y vendió. El fuste recto del árbol de teca es un criterio importante para aumentar el valor de la madera, por lo que hay tener en cuenta este aspecto en el manejo de la planta que por estar aisladas producirán más brotes laterales. El asesoramiento experto ayuda bastante en las decisiones correctas para el manejo de esta especie con el fin de que los árboles adquieran más valor.



Foto 55. Rebrotes en tocones de árboles de teca.

El productor puede comprar o producir sus plántulas de teca en vivero. Si decide producir su propio material de siembra, tendrá más control sobre la calidad, así como la oportunidad de seleccionar las mejores plántulas para el trasplante en el perímetro de la huerta de cacao renovada. Con este propósito se colectan las semillas viejas (caídas el año anterior) en el piso bajo los árboles adultos de teca. Las semillas se dejan en agua por dos días para descomponer la cáscara que las cubre, lo que facilita su germinación. Después de este tiempo, se las pone a germinar en un semillero por 15 días,

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

colocándolas en surcos poco profundos y cubriéndolas ligeramente con tierra.

Cuando alcanzan una altura de 3 a 5 cm, las plántulas están listas para trasplantarse a una funda de polietileno negra de 5" x 8 ". Previamente, las fundas se llenan con un substrato de tierra, en mezcla con algún material orgánico bien descompuesto, en proporción de 3 a 1. Una vez establecidas en las fundas, las plantas completan su desarrollo durante dos a tres meses, antes de quedar en condiciones para su traslado al sitio definitivo en campo abierto.

Otra alternativa para conseguir material de siembra es la colecta de plántulas que han germinado de forma natural en el piso debajo de árboles adultos de teca, ya sea en la propia finca, o en predios donde se permita la recolección de estas plántulas. Usualmente, la colecta se realiza un mes, o algo más tarde, después del inicio de las lluvias. En ese lapso, las semillas que han permanecido en el suelo desde el año anterior germinan, observándose pequeñas plántulas creciendo en el piso (Foto 56). El suelo alrededor de las plántulas se remueve ligeramente antes de arrancarlas con suavidad para lastimar al mínimo sus raíces. Finalmente, las plantitas obtenidas de esta manera se colocan en un recipiente con agua con el objetivo de evitar su deshidratación.

Más tarde, las plántulas se siembran en fundas que están llenas con un sustrato de tierra que ha sido mezclado con algún tipo de material orgánico bien descompuesto, en una proporción de 3 a 1. En las fundas permanecen por dos a tres meses, hasta que se encuentran listas para el trasplante a sitio definitivo a campo abierto. Vale recordar que siempre es conveniente llevar plantas uniformes y vigorosas al sitio definitivo, evitando las plantas muy pequeñas o raquíticas. Así, no se corre el riesgo de que las más robustas limiten el crecimiento de las menos robustas.

Además, debe evitarse la siembra de plántulas pequeñas y débiles con lento desarrollo y que por esta causa acumularán menos madera con el tiempo, al competir con las plantas vecinas dotadas de mayor vigor (Foto 57). Por otro lado, debe buscarse el aprovechamiento máximo de cada espacio de terreno en el contorno de la huerta cacaotera para crear más valor económico, en este caso en la forma de un

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

creciente número de m^3 de madera de teca para comercializar en los próximos 10, 15 o talvez 20 años que producirán un flujo de caja importante.



Foto 56. Plantitas de teca bajo árboles adultos que se pueden extraer y utilizar como material de siembra.



Foto 57. El vigor variable y fallas de siembra de plantas de teca en el lindero de una huerta de cacao reducen su valor.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

SIEMBRA DEL CACAO Y CULTIVOS ASOCIADOS

Siembra y mantenimiento de cacao renovado

Con frecuencia se escucha la frase de que "hay necesidad de aumentar la productividad de la tierra". En este caso, el término "tierra" no se refiere únicamente al suelo, ni siquiera al terreno disponible para la siembra del cultivo. Su significado es más amplio ya que tiene que ver con el espacio físico en el que concurren todos los factores ambientales (luz, radiación solar, temperatura, insectos polinizadores, lluvia, suelo, micorrizas, nivel freático, entre otros) que intervienen con insumos naturales en el proceso productivo.

El crecimiento y fructificación de las plantas es el producto de la acción integral de todos los factores antes señalados. En un párrafo anterior, ya habíamos indicado que cada planta es una fábrica biológica. La operatividad de esta fábrica depende de los insumos ambientales provistos por su entorno natural, pero también de la calidad de dicho entorno que es una función del balance alcanzado entre el nivel de cada insumo. La calidad ambiental de entorno natural en que crecen las plantas es un aspecto de gran importancia, entorno muy variable por cierto, que cambia dentro de una misma zona cacaotera, e incluso dentro de la misma huerta, a veces a cortas distancias con efectos que son visibles sobre el comportamiento productivo del cacao.

El productor debe tener clara conciencia de los recursos naturales que tiene a su disposición en la finca y de su calidad, con énfasis en el suelo y el agua, cuya calidad podemos manipular con el uso de buenas prácticas. Estos recursos son fuente de los insumos ambientales que debe usarse con sabiduría para crear valor económico mediante el incremento de la productividad de cacao seco por hectárea. El hombre fabrica y aplica también insumos artificiales, fertilizantes por ejemplo, cuya contribución es igualmente clave para el desarrollo de la productividad de los cultivos en general, y del cacao en particular.

Para el mejor aprovechamiento de los insumos ambientales que concurren año tras año, en el espacio ocupado por cada planta, hay que sembrar el cacao siguiendo algún orden y organización en el

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

terreno. Con tal propósito se requiere de un esquema y plan de siembra. La frase "mejor aprovechamiento" está vinculada con el objetivo de alta productividad, objetivo que nos planteamos al momento de invertir para la renovación de la vieja huerta improductiva con un sistema de producción más eficiente. El mejor aprovechamiento se refiere al hecho de lograr la mayor contribución posible de los insumos ambientales que concurren en aquella parte de la biósfera que llamamos tierra, o terreno, para incrementar el número de mazorcas sanas producidos por árbol y por hectárea.

Diseñar la manera más conveniente de organizar el espacio para la siembra es importante para garantizar el uso eficiente de los insumos ambientales, en otras palabras de la tierra. La organización del espacio también es necesaria para aumentar la eficiencia de uso de los insumos artificiales, los fertilizantes y el agua de riego por ejemplo. Pero no está por demás señalar que el uso eficiente del ambiente depende en gran medida de la calidad de la "fábrica", es decir del potencial genético para producir, vigor, uniformidad y sanidad de las plantas.

Es el potencial productivo el que controla el procesamiento, tanto de los insumos ambientales como de los insumos artificiales, así como la respuesta a otras buenas prácticas puestas en marcha para completar la disponibilidad de insumos limitantes (nutrientes, riego, luz, etc.), y su contribución al desarrollo vegetativo y productivo del cacao. Aunque las plantas que son productivas se hacen notar aun en ambientes pobres, están desperdiciando su real potencial para crear valor económico en la forma de granos secos de cacao.

El número de plantas por hectárea definitivamente influye en la eficiencia con que el cacao utiliza los insumos que le provee el ambiente. Con un exceso de plantas hay muchas "bocas" alimentándose de un mismo plato. Al final cada planta terminará sub-alimentada, además de padecer otros problemas (una planta sub-alimentada produce menos mazorcas, se enferma más, usa ineficientemente el espacio, etc.). Por el contrario, con pocas plantas en el terreno el plato se va a quedar con comida. Los sobrantes son aprovechados, eso sí eficientemente, por otras plantas sin valor económico presentes en la huerta (gramíneas, platanillos, arbustos

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

varios, entre otros) Esta últimas colonizan agresivamente los espacios de la huerta sin plantas de cacao.

Una vez que el número de plantas que vamos a sembrar por hectárea está decidido, hay que pasar a determinar el correcto distanciamiento entre ellas para lograr su repartición uniforme del terreno, dotando a cada una del espacio y recursos naturales necesarios para su crecimiento y desarrollo. La uniformidad en la distribución permite que cada planta se beneficie de recursos suficientes pero no excesivos.

El objetivo principal de lograr la distribución del material de siembra organizado simétricamente en el terreno, es el fomento de un crecimiento sano y vigoroso de las plantas. Así interceptarán la mayor cantidad de luz solar que a su vez aumentará la fotosíntesis neta (la ganancia de la fotosíntesis después de restar los carbohidratos que se "queman" en la respiración) en las hojas.

La fotosíntesis neta, mientras más mejor, es el punto de partida para la acumulación de biomasa (proteínas, celulosa, carbohidratos, grasa, polifenoles, etc.) y crecimiento de hojas, tallos, raíces, flores, mazorcas y almendras (por la multiplicación de las células seguida de su alargamiento). Es la base para la creación de valor ambiental en el agro ecosistema basado en el cultivo del cacao. También es la base para la creación de valor económico a través de la producción de granos de cacao.

La mayor captación de luz se traduce en una mayor actividad fotosintética, la que a su vez conducirá a la producción y acumulación de una mayor cantidad de biomasa. Mientras más activa es la fotosíntesis habrá un mayor número de mazorcas para cosechar (siempre que lleguen sanas). Cerca del 30% de la biomasa total producida cada año por el cacao se encuentra relacionada con la fase reproductiva de las plantas. Tal cosa es particularmente cierta si la planta está dotada de potencial genético asociado a una gran productividad. Hay variedades que carecen de este potencial y naturalmente no se recomienda su siembra comercial.

En cierta forma, las hojas son órganos que actúan como paneles solares naturales. Dependiendo del nivel de intercepción, absorben la luz que las plantas utilizan como combustible en el proceso

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

fotosintético. La cantidad de luz interceptada por la planta depende del tamaño y número de hojas, volumen de la copa, presencia de plantas de mayor altura en su vecindad que le dan sombreamiento, posición del sol según la hora del día, entre otros factores que influyen sobre la cantidad de luz que interceptan las plantas.

Pero la intercepción de la luz solar no es suficiente. Para que sea efectiva, primero tiene que ser fijada por la clorofila (el pigmento que captura la luz), luego esta energía se utiliza en la disociación de la molécula de agua para contar con átomos de hidrógeno (H) libres; éstos finalmente se combinan con el bióxido de carbono (CO_2) para la producción de glucosa ($C_6H_{12}O_6$). A partir de este primer carbohidrato es que se construyen todos los demás compuestos orgánicos (celulosa, proteínas, polifenoles, grasas, entre muchos otros). Demás está decir que todo este proceso es altamente dependiente de la salud nutricional y condición hídrica de las hojas. Pobre nutrición de la planta, poca fotosíntesis, menor volumen de biomasa producida, frutos escasos y pequeños, es una secuencia típica en muchas huertas clonales de cacao con baja productividad.

En la zona de Quevedo, la cantidad de hojas presentes en varios clones de cacao de tres años de edad, genéticamente distintos entre sí, varió de 1600 a 2500 hojas por planta. En un clon muy particular de la misma edad (codificado como Naves 8 porque se colectó en esa zona) se contabilizaron más de 4000 hojas por planta, un caso extremo y notorio por la pequeñez de sus hojas. Además resultó mucho menos precoz y productivo que otros, a pesar de que en la huerta tradicional donde fue colectado era un árbol productivo.

Según estas observaciones existe un grado de control genético en la variación del número de hojas y la capacidad fotosintética de distintos clones de cacao. El caso más típico surge al comparar clones de cacao tipo Nacional con CCN 51 de la misma edad; el número de hojas en el clon CCN 51 es en promedio un 30% más bajo. Por este motivo la frecuencia e intensidad de las podas tienen que ajustarse a las características de volumen foliar de distintos clones y a la necesidades del proceso fotosintético.

En la zona de Quevedo, en un grupo de plantas de cierta variedad clonal, creciendo en un terreno plano y con suelo profundo, se

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

contabilizó un promedio de 450 hojas por planta a los 15 meses de la siembra. A corta distancia, en un suelo erosionado y por tanto de menor calidad nutricional, el promedio fue tan solo de 270 hojas por planta. La erosión no solo había destruido parte de la fertilidad del suelo, sino que en el sector del terreno en cuestión, la sequía es más aguda en el verano por la presencia de un mayor contenido de arcilla. Esta circunstancia quedó reflejada en la menor cantidad de biomasa producida por las plantas, en este caso referida al número de hojas. Esta diferencia subraya en forma notoria la influencia de la variabilidad del suelo en particular, y del ambiente que rodea a las plantas en general, sobre el futuro desempeño productivo del cacao.

En la zona de Las Naves, un grupo de plantas clonales creciendo en un suelo de poca calidad (duro, seco y de escasa fertilidad), alcanzó un promedio de tan solo 130 hojas por planta a los 15 meses de edad. Mientras en otro sector del mismo lote, a unos 20 m de distancia, en respuesta a la mezcla de cascarilla de café descompuesta con la tierra del hoyo al momento de sembrar, otro grupo de plantas de igual edad casi duplicó el promedio del número de hojas (245) por planta, comparadas con aquellas que no se beneficiaron de la mezcla. La mezcla de tierra y cascarilla dotó al suelo de una mejor condición física y nutritiva que estimuló el desarrollo inicial de la planta aumentando en gran medida el número de hojas. Este y el caso del párrafo anterior subrayan la sensibilidad que tiene el cacao frente a los cambios que se producen en su entorno ambiental, en este caso en el suelo. Las diferencias pueden ser evidentes aun dentro de pequeñas distancias en un mismo terreno.

Los últimos brotes de crecimiento contribuyen al total de hojas que componen el follaje con un porcentaje importante, alrededor del 50%. Este factor tiene gran influencia en la fotosíntesis de las plantas de cacao. Por otro lado, las hojas, mientras más viejas son, tienen menos y menos actividad fotosintética. Con el tiempo, digamos unos ocho meses, envejecen tanto que llega el momento en que su nivel de fotosíntesis no les alcanza ni para cubrir sus demandas de respiración y mantenimiento de su estructura celular.

Puede decirse que las hojas envejecidas terminan viviendo a costa de lo que producen las hojas jóvenes en el extremo de las ramas. Por eso es que los árboles de cacao se visten frecuentemente con hojas

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

nuevas en cada brotación, la que ocurre usualmente cada tres meses en condiciones de secano (sin riego). Es la manera en que la planta renueva su tejido foliar para aumentar su actividad fotosintética. Durante el proceso de senescencia (otra forma de decir envejecimiento) las hojas se desprenden y pasan a formar la materia prima para el reciclaje nutritivo en el piso de la huerta. El reciclaje a partir de hojas y raíces en descomposición es de gran importancia para el cultivo del cacao pues lo abastece con un 50% de su demanda nutritiva anual.

Observaciones realizadas en plantas de tres años de edad en la zona de Quevedo, mostraron que según su constitución genética, distintos clones presentaban distintos porcentajes de hojas jóvenes con edades de seis a ocho semanas en los últimos brotes. En un momento determinado el porcentaje se movía entre el 35% y 53% del total de hojas presentes en la planta, según un conteo realizado a mediados de la época lluviosa. Es de esperarse que la actividad fotosintética se beneficie de porcentajes más altos de hojas jóvenes por razones comprensibles. En general, se puede afirmar que con cada evento de brotación la planta renueva del 40 al 50% de su masa foliar. Este detalle demuestra la importancia de la presencia de hojas jóvenes para mantener un buen nivel de captación de luz y fotosíntesis que atienda las demandas asociadas al crecimiento y producción del cacao.

Las hojas jóvenes presentan niveles de fotosíntesis bastante más altos que las hojas de mayor edad. La intensidad fotosintética, es decir la cantidad de carbohidratos producida por centímetro cuadrado por segundo, en una hoja de 50 días de edad, al compararse con otra de más de 180 días ¡es al menos cuatro veces más alta! La necesidad de recuperar su capacidad fotosintética es la razón de las múltiples brotaciones que ocurren en la planta de cacao a lo largo del año. Las brotaciones foliares son una respuesta de la planta al envejecimiento de las hojas en los brotes anteriores e incluso en las hojas del brote reciente. Si observamos detenidamente una rama principal o secundaria se pueden identificar claramente la secuencia de los brotes ocurridos con anterioridad. Las hojas muy viejas se encuentran en el primer brote de cualquier rama, cerca del eje central de la planta.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Cuando el promedio de la intensidad fotosintética desciende de cierto nivel, inmediatamente un mensajero químico, que en realidad es una hormona, viaja desde las raíces para despertar las yemas presentes en las axilas foliares; este despertar dispara una nueva brotación foliar. A partir de esta brotación, las hojas de reciente maduración permiten la recuperación del nivel de fotosíntesis necesario para que las plantas puedan satisfacer sus necesidades de respiración, mantenimiento de la estructura celular, construcción de nueva infraestructura para crecer, y acumulación de las reservas de almacenamiento en células de distintos órganos de la planta.

Para cualquier cultivar clonal de alta productividad, la presencia de un alto porcentaje de hojas jóvenes, sanas y vigorosas siempre se traducirá en un mayor rendimiento. Este es un detalle de importancia que no hay que perder de vista al tomar decisiones respecto a la oportunidad y la intensidad con que practican las podas. En sistemas para la producción intensiva de cacao, es preferible la aplicación de varias podas de baja intensidad al año para controlar la distribución de luz en la copa, antes que una sola poda fuerte que necesariamente causará un importante daño colateral, la eliminación de muchos brotes con hojas jóvenes. Además, el momento para podar y la intensidad con que estas se lleva a cabo, depende bastante del estado de fructificación de las plantas.

Una huerta clonal de poco más de tres años de edad y de alta productividad, recibió una poda inoportuna y drástica que la dejó en promedio con poco más de 200 hojas por planta. Las plantas perdieron por marchitez fisiológica, proceso también conocido como "cherelización", todos los frutos jóvenes o "cherelles" (se llaman así los frutos hasta con tres meses de edad), un promedio de 22 por planta al momento de podar. Debido a la drasticidad de la poda las plantas dedicaron todas sus reservas nutritivas para empezar una rápida brotación que le permitiera recuperar su capacidad fotosintética, la que se desplomó súbitamente después de sufrir una agresión tan drástica e inoportuna. Asumiendo que el 75% de los frutos perdidos por cherelización llegaban a la madurez, estaríamos hablando de la pérdida de cerca de 1 kg de cacao seco por planta, es decir una tonelada por hectárea.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Un estudio mostró que el cacao alcanzó el mayor rendimiento acumulado a los 12 meses después de la poda, al podar de una sola vez el 25% del follaje, en comparación con podas que eliminaron el 50% y 75% del follaje. El cacao con la poda más drástica (75%) fue el de más bajo rendimiento al quedarse con el menor número de hojas funcionales. Estas experiencias ilustran con claridad la importancia de la poda bien pensada, como parte del plan de podas de aclaramiento y consecuente rejuvenecimiento de la masa foliar en cacao clonal de alta productividad.

Las hojas jóvenes de reciente maduración, en brotes de seis a siete semanas de edad, en el extremo de las ramas, son las que se benefician de una mayor actividad fotosintética, como ya quedó señalado. Por su mayor actividad, estas hojas son también las que más aportan al crecimiento y almacenamiento de reservas alimenticias en las células. Pero, aun en las hojas jóvenes, si los brotes están sometidos a un sombreamiento excesivo, por ejemplo por el entrecruzamiento de las ramas de plantas vecinas, excesiva densidad foliar en la copa, o la presencia de árboles de sombra altos, robustos y densos, la tasa fotosintética sufrirá un recorte considerable, perjudicando al rendimiento.

La poda y despunte selectivo de ramas que han crecido excesivamente, reduce el sombreamiento, equilibra la estructura del árbol e individualiza la copa. En este entorno más favorable se produce un aumento de la captura efectiva de luz por las hojas. La captura de luz y la consiguiente fijación de bióxido de carbono (CO_2) es las más alta en las hojas interceptoras jóvenes. Ambos disminuyen con el tiempo a medida que las hojas envejecen.

Bajo condiciones de secano, es decir sin riego en el verano, una huerta de cuatro años de edad sembrada con la variedad CCN-51, establecida desde el inicio bajo la sombra de árboles adultos de guabo dotados de una gran copa, acumuló un rendimiento menor que otro lote sembrado con la variedad EET-103 en la cercanía, creciendo sin sombra permanente y en el mismo periodo. Ambos cultivos estuvieron asociados con sombra temporal de plátano que fue eliminada a los dos años.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Varios estudios comparando ambas variedades CCN-51 y EET-103, bajo las mismas condiciones de suelo y sombreamiento temporal con plátano, han demostrado que el clon CCN-51 rinde de 80% a 120% más que el clon EET-103. Pero, en este caso el resultado fue diferente. La diferencia de rendimiento a favor del EET-103 sugiere con claridad que la sombra del guabo recortó la productividad del CCN-51. También sugiere que este clon resiente bastante el sombreamiento, más que otros clones. A pesar de que el estado agronómico de las plantas de CCN-51 siempre estuvo en un buen nivel, con hojas color verde brillante, sanas y robustas, la diferencia de productividad se mantiene hasta ahora.

En cualquier instante durante el día, cada hoja, ya sea esta joven, adulta, o vieja, presenta un nivel particular de intensidad fotosintética. Este nivel cambia de acuerdo con la edad, condición nutritiva, condición hídrica, sanidad, orientación de la hoja respecto al sol, sombreamiento que recibe de otras hojas por su posición en la planta, presencia de árboles más altos en su vecindad, etc. Al final, el desempeño fotosintético promedio de la planta, es en realidad un reflejo del desempeño fotosintético individual de todas sus hojas. La brotación del cacao es una respuesta a la caída de dicho promedio porque las hojas envejecen, o porque la poda elimina gran parte de hojas.

Cuando el promedio fotosintético de la planta alcanza un punto crítico, se origina una señal o mensaje químico (hormonas) en la raíz que va dirigido a las ramas. Esta señal es captada por las yemas foliares que se "despiertan" y disparan una nueva brotación (Foto 58), tal como ya quedó señalado en un párrafo anterior. En nuestro medio, el cacao usualmente produce unas cuatro brotaciones al año, aunque con distinta intensidad en función de las condiciones ambientales prevalecientes en cada momento. Para el cacao clonal a plena exposición solar, bajo condiciones de riego, en zonas secas, se reporta un mayor número de brotaciones; posiblemente el envejecimiento foliar ocurre con mayor rapidez en estos sistemas de alta productividad por lo que la planta se reviste más a menudo.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 58. Cacao clonal en plena brotación para recuperar su capacidad fotosintética.

En resumen, cada nueva brotación es una respuesta a la caída del promedio fotosintético de la planta bajo un umbral crítico. Al pasar este umbral, las plantas requieren ponerse un nuevo "vestido" de hojas con urgencia. El objetivo de cada brotación es la recuperación del nivel fotosintético para que la planta continúe almacenando reservas, creciendo y produciendo. En la zona de Quevedo se observa que durante los tres primeros meses del año, en plena época lluviosa, ya se han producido dos brotaciones estimuladas por la alta temperatura y humedad del suelo.

Todo esto explica porque la agricultura como negocio depende de la eficiencia con que las plantas "cosechan" la luz solar, parte de la cual se transforma en granos de cacao, racimos de plátano, metros cúbicos de madera de teca, etc. Mucho menos del 10% de los productos de la fotosíntesis terminan en los granos fermentados y secos. Con un bajo número de plantas por hectárea y con muchos

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

espacios vacíos, la luz que incide sobre la huerta simplemente estimula el crecimiento de malezas y otras plantas sin valor para la economía del productor.

Puesto que las hojas son paneles solares biológicos, un plan de siembra para combinar correctamente el número de plantas y la distancia entre plantas, es clave para alcanzar un objetivo de alta productividad. En nuestro medio cacaotero, el número utilizado con frecuencia es el de 1111 plantas/ha para clones comerciales de cacao del tipo Nacional, con un distanciamiento de 3 x 3 m entre plantas. Esta cifra es particularmente cierta en ambientes con un rango de precipitación (lluvia) entre 1500 y 2000 mm anuales.

En zonas con poca lluvia, digamos menos de 1500 mm/año, esta cifra puede aumentar hasta 1600 plantas/ha con un distanciamiento de 2.5 x 2.5 m entre plantas. En este caso, la demanda de trabajo para controlar el crecimiento y evitar que la copa de una planta invada el espacio de otras plantas aumenta, requiriéndose de podas más frecuentes, aunque ligeras. En zonas que reciben más precipitación, digamos arriba de 2500 mm por año, el número se reduce hasta 833 plantas/ha, sembradas a un distanciamiento de 3 x 4 m entre. Esta última es una población ideal para la zona de Sto. Domingo (Foto 59) y para el nor oriente Amazónico (Foto 60).

Para un mismo distanciamiento entre plantas hay dos sistemas de siembra: "cuatro vientos" y "tres bolillos". En el sistema de "tres bolillos", el número de plantas por hectárea es mayor en un 15% respecto al sistema de "cuatro vientos". Por otro lado, el sistema de siembra en hileras doble viene ganando reconocimiento creciente. El modelo es el siguiente: después de cada doble hilera (dos hileras de cacao que crecen juntas) se deja un espacio más amplio. Si el espacio entre hileras de cacao es de 2.5 m, el espacio entre una hilera doble y la otra hilera doble es de 4 ó 5 m; es una calle ancha. Este sistema facilita las operaciones de campo principalmente en grandes extensiones que utilizan algún tipo de mecanización.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 59. Cacao clonal de dos años de edad en la zona de Sto. Domingo.



Foto 60. Cacao clonal de reciente establecimiento en el nor-oriente de la región Amazónica.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 61. Cacao clonal joven intercalado en una huerta adulta de cítricos con instalación reciente de un sistema de riego sub foliar.

En la Figura 2 del Anexo, se muestran más detalles acerca del distanciamiento y el número de plantas por hectárea para los esquemas de siembra descritos.

Siguiendo las guías del terreno balizado en cada punto previamente marcado con una estaquilla se cavan los hoyos de siembra. Se cavan hoyos amplios con dimensiones de 40 x 40 x 40 cm para disponer de suficiente espacio al momento de colocar la planta en su sitio definitivo. No hay que escatimar esfuerzos para disponer de hoyos amplios porque esta práctica promueve la rápida adaptación de la planta a su nuevo ambiente. La tierra suelta presenta poca resistencia al avance de las raíces y si está bien provista de elementos nutritivos, particularmente de Fósforo, el crecimiento del cacao recién establecido recibirá un fuerte impulso inicial.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Al colocar la planta y rellenar el hoyo hay que evitar que la tierra forme una depresión en el sitio de la siembra. También tiene que cuidarse de que el cuello de la planta, la parte donde se une el tallo con la raíz, no quede enterrada. Lo correcto es que esta parte coincida con el nivel de la superficie del suelo para reducir el riesgo de enfermedades en el cuello de la planta. Son detalles pequeños pero que tomados en conjunto y combinados con otras buenas prácticas, contribuirán a la construcción de una huerta vigorosa y productiva.

El apisonamiento del suelo, más bien suave, sin llegar a la compactación excesiva, crea un ambiente favorable para el crecimiento de las nuevas raíces absorbentes. Es conveniente evitar la formación de "bolsas de aire" en el suelo al momento de rellenar el hoyo de siembra. Si este problema existe la adaptación de la planta a su nuevo ambiente se retrasa porque las raicillas se oxidan. Además, donde hay "bolsas de aire" no hay crecimiento radicular.

Es conveniente extremar cuidados para no maltratar las raíces al momento de trasplantar. Aun así, las raicillas más jóvenes que son las que absorben agua y nutrientes, siempre sufren algún tipo de maltrato del que las plantas necesitan recuperarse pronto. La siembra en hoyos estrechos muy poco contribuye a este fin. Normalmente, el periodo de adaptación de las plantas a su nuevo ambiente es de unos dos meses. Después de este periodo ya comienzan a emitir nuevas hojas.

Por más cuidado que se tenga en el transporte y la siembra, las plántulas siempre resentirán el cambio a un ambiente diferente. Es necesario que superen con rapidez esta etapa para que retomen el crecimiento radicular y la emisión de nuevas hojas en corto tiempo. Un factor estimulante para la renovación y proliferación de las raíces absorbentes, es la riqueza nutritiva del suelo, particularmente con respecto a la concentración de Fósforo. Un substrato de alta fertilidad siempre es clave para promover el arranque vigoroso de cualquier cultivo, no solo del cacao.

Para asegurar la disponibilidad generosa de Fósforo y otros nutrientes en el suelo, se fertiliza al hoyo con 120 g del fertilizante completo 10-30-10. Esta fórmula expresa que el abono aplicado

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

contiene Nitrógeno, Fósforo y Potasio, en porcentajes de 10%, 30% y 10%, en el mismo orden. Hay varias fórmulas fertilizantes que pueden combinarse para lograr el mismo resultado. Lo importante es que la mezcla final contenga los nutrientes señalados, siempre con una predominancia del porcentaje de Fósforo, el nutriente que permite la fabricación del "dinero energético" que circula en las plantas para "financiar" su metabolismo. En realidad son compuestos muy energéticos conocidos como Adenosin difosfato (ADP) y Adenosin trifosfato (ATP). Las plantas requieren de este "dinero", en este caso para pagar el costo energético que demanda la formación abundante de raicillas absorbentes.

La mitad de la dosis recomendada del fertilizante se coloca en el fondo del hoyo y luego se cubre con una capa de tierra. La otra mitad se mezcla con la tierra que servirá para terminar de rellenar el hoyo de siembra. La fertilización al hoyo al momento de sembrar, es una práctica necesaria para la rápida adaptación de las plantas de cacao como se ha comprobado ampliamente. Podemos también incorporar en el hoyo de siembra una porción de humus de lombriz para crear aún mejores condiciones ambientales en beneficio del desarrollo de la plántula recién sembrada; de eso estamos seguros.

En total, la inversión en abonos inorgánicos y orgánicos para aplicar fertilizantes al hoyo no se extiende más allá de $ 0.15 por planta. Sin embargo, el beneficio que recibe la planta recién sembrada es enorme. El estímulo de la fertilización al hoyo es más evidente en ausencia de periodos de sequía. Aplicar fertilizante sin humedad suficiente en el suelo significa simplemente botar el dinero. Si la siembra de la nueva huerta cacaotera se realiza a fines del invierno es porque ya tenemos asegurado el riego para la época seca. De lo contrario hay un gran fracaso a la vista.

Con este antecedente, se recomienda vigorosamente hacer coincidir la siembra del cacao con el inicio del periodo lluvioso. Al comenzar el invierno hay más calor, una condición que combinada con un fuerte pico de descomposición de materia orgánica y mineralización de nutrientes que ocurre en el suelo ese momento, crea un grupo de condiciones inmejorables para la adaptación de cualquier cultivo recién sembrado, no solo el cacao. Esta combinación es un recurso natural poco conocido ya que hay la creencia de que mientras haya

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 62. Pobre crecimiento de varias hileras de cacao clonal por el mal drenaje del suelo.



Foto 63. Planta de cacao mostrando síntomas foliares por efecto de la salinidad del suelo.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

La inversión para poner en marcha un grupo de buenas prácticas de mejoramiento del suelo, en sectores muy desfavorecidos, no va más allá de $ 0.50 por planta, en el peor de los casos. Esta es una cantidad que se recuperará con creces en la cosecha futura. Apenas representa el valor de media libra de cacao, o menos, pero el beneficio que la planta recibirá en su crecimiento inicial, permanecerá allí durante el tiempo que se mantenga la huerta en producción. Como ya quedó señalado esta práctica es viable para recuperar pequeñas superficies de terreno pero no lo es para una gran extensión. Si gran parte, o todo el suelo en que se va a asentar la futura huerta es de pobre calidad, es mejor evitar la siembra de cacao en ese lugar.

Una vez completada la siembra de la nueva huerta el abonamiento generoso debe continuar. Luego de dos a tres meses es conveniente fertilizar con Urea y un fertilizante completo en una dosis combinada de 125 g. Al año siguiente, la aplicación de media libra de fertilizante, fraccionada en dos partes para distribuirla en la corona de la planta, a entradas y salidas de agua, contribuirá al buen desarrollo del cultivo. La fertilización al año siguiente, con una libra del fertilizante por planta, así mismo fraccionada, asegura la satisfacción de las necesidades nutritivas del cacao mientras crece. Enterrar el fertilizante en unos cinco o seis hoyos, hechos con un machete de lámina amplia en la corona alrededor de la planta, aumenta la eficiencia de absorción. Además, el riesgo de volatilización del Nitrógeno en suelos con pH neutro y básico, donde la pérdida por esta vía es importante si la superficie está seca, se reduce.

Estas son recomendaciones referenciales para el manejo del abonamiento, recomendaciones que pueden ajustarse con el asesoramiento de expertos, según las necesidades particulares del suelo que como ya quedó anotado es uno de los recursos naturales con más variabilidad. Uno de estos ajustes podría incluir la adición de Azufre, Magnesio y micronutrientes como parte de la fórmula del fertilizante. En suelos alcalinos, en zonas con muy poca lluvia, la deficiencia de Hierro, un micronutriente importante para la formación de clorofila, el proceso fotosintético y otras funciones de las plantas, es frecuente (Foto 64).

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 64. Síntomas de aguda deficiencia de Hierro en las hojas de plantas clonales de cacao.

El encalamiento para aumentar el pH del suelo no se descarta en caso de ser necesaria esta práctica en suelos ácidos. El pH del suelo para el cacao siempre debe estar arriba de 5.5, nivel que aumenta la disponibilidad de varios nutrientes en beneficio del cultivo; el pH ideal se encuentra alrededor de 6.5, no solo para el cacao sino para la mayoría de cultivos. El crecimiento del plátano utilizado como sombra temporal también debe tenerse en cuenta pues este se va a beneficiar de la fertilización al cacao. La productividad e ingresos por la venta de racimos de plátano son importantes para financiar la inversión en los dos primeros años de la asociación cacao-plátano. Más adelante, describiremos con más detalle el rol económico del plátano.

Es importante reiterar que el cacao recién trasplantado está sometido a condiciones estresantes que interrumpen el funcionamiento normal de hojas y raíces, así como el abastecimiento de agua a la plántula. Esto es aún más cierto si el plátano establecido

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

como sombra temporal aún no está cumpliendo a cabalidad su función de protección contra la insolación, porque se sembró conjuntamente con el cacao, algo muy usual. Al plátano le tomará unos cinco meses producir suficientes hojas y sombra que protejan al cacao contra la insolación excesiva.

Las plantas jóvenes resienten la insolación excesiva de un día despejado sin nubes. La situación es aún más crítica si al sembrarse presentan hojas tiernas y frágiles que aún carecen de suficiente cutinización. Hay que evitar la siembra de plantas con esta condición. La insolación a la que están expuestas las hojas más jóvenes, aun disponiendo de humedad suficiente en el suelo, les causa escaldaduras si están tiernas, e incluso llegan a quemarse, incluyendo toda la planta (Foto 65).



Foto 65. Plántula de cacao afectada seriamente por falta de aclimatación en vivero y cuya sobrevivencia a campo abierto está en peligro.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Para aminorar el riesgo de quemazón las plantas se protegen usando algún tipo de cobertura contra la insolación. Esta cobertura puede formarse con hojas verdes de palma africana, o también hojas de cade, o de otras especies que sirvan para este fin. Lo importante es que la cobertura atenúe el exceso de insolación por al menos un mes, pero sin impedir que la luz llegue a las hojas. La luz llegará más difusa pero es suficiente por el momento. Esta práctica se dificulta si se trata de la siembra de grandes extensiones de cacao y si no hay plantas de palma o cade en la cercanía.

Para cumplir con su función de cobertura las hojas se doblan por la mitad y se colocan a manera de techo "doble agua" sobre cada plántula de cacao (Foto 66). Se mantienen así por unas cuatro semanas y luego de ese periodo se retiran. Es necesario evitar desde el comienzo el uso de hojas secas como cobertura; a menudo éstas se encuentran colonizadas por hongos secundarios que pueden convertirse en patógenos si las condiciones se dan. Las lluvias transportan las esporas del hongo hacía abajo y contaminan las hojas tiernas del cacao provocándoles síntomas que lucen como escaldaduras acuosas, como si se hubieran quemado, pero es una enfermedad conocida como "Diploidiasis" (Foto 67).



Foto 66. Protección temporal de plantas de cacao recién sembradas para reducir el riesgo de afectación por insolación excesiva.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 67. Hojas tiernas de cacao afectadas por la enfermedad conocida como Diploidiasis.

Por más precauciones que se tomen al momento de sembrar, siempre se producirá la pérdida de unas pocas plantas que no logran sobrevivir a los rigores del trasplante, por ejemplo insolación excesiva, suelo compactado, insuficiencia de agua, etc. Tales pérdidas no deberían superar el 2% de las plantas sembradas, a menos que los factores señalados se encuentren totalmente fuera de control. En condiciones normales, una pérdida superior al 2% significa que algo estuvo mal con la calidad de las plantas, particularmente con su vigor, sus raíces, o el manejo de la huerta en las semanas posteriores al trasplante. Con frecuencia, el severo estrés hídrico es una de las causas de estas pérdidas si la siembra coincide con el final del invierno y se carece de infraestructura para regar en el verano (Foto 68).

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 68. Plantas de cacao que difícilmente se recuperarán de la sequía en un suelo con alto contenido de arcilla.

Las plántulas recién trasplantadas son presa fácil de la Escoba de bruja, particularmente en su primera brotación a campo abierto. Los meses de Febrero, Marzo, Abril y Mayo, conllevan el mayor riesgo de ataque de la enfermedad. Puesto que la escoba de bruja solo infecta los tejidos tiernos, éstos pueden ser protegidos con la aplicación de fungicidas a base de Cobre, u otros disponibles en el mercado, igualmente efectivos. Con este fin se planifican aspersiones cada tres semanas durante el periodo crítico, aunque el intervalo podría ser más largo o más corto dependiendo de la zona.

La infección y muerte de los brotes jóvenes del cacao trae aparejado un retraso en el crecimiento, al tiempo que la estructura de la planta comienza a deformarse. Observaciones en el mes de Abril/2012, en un lote sembrado un año antes, revelaron que casi uno de cada dos brotes foliares, para ser más precisos, el 44% de todos los nuevos brotes de las plantas al momento de contar, 34 en promedio, mostraban los síntomas de Escoba de bruja. Esta cantidad de brotes

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

infectados, sin contar los que se infectaron después, significa que en promedio las plantas perdieron más de 200 hojas por unidad; y solo tenían poco más de un año en el campo. Seguramente, una incidencia importante de la enfermedad ya ocurrió después de la siembra del lote en cuestión en la época lluviosa del 2011.

Para enfrentar el problema de la infección de los brotes tiernos con Escoba de bruja (Foto 69), se recomienda el uso de fungicidas a base de Cobre, con una frecuencia de tres semanas, como máximo, durante el periodo crítico que comienza en la primera quincena de Febrero y se prolonga hasta fines de Mayo. El Koccide (Hidróxido de Cobre), en dosis de 3 kg/ha (disuelto en 200 l de agua), es una buena opción fungicida para proteger los brotes. El uso de un surfactante en la mezcla aumenta el contacto y promueve su efectividad. Unas cuatro a cinco aplicaciones reducen el riesgo de infección al costo de unos $ 300/ha.



Foto 69. Brote foliar de cacao atacado por la Escoba de bruja.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Otro factor que atenta contra el desempeño de la huerta de cacao recién sembrada es la incidencia de las malezas. Por lo general, las especies que constituyen malezas se encuentran mejor adaptadas en comparación con las plantas cultivadas. Por tanto, compiten con más éxito por los insumos que provee el ambiente; también, por los insumos que aplica el productor. Si por alguna razón la incidencia de gramíneas como la "caminadora" es alta, una situación bastante común en nuestras zonas cacaoteras, entonces sí tenemos un gran problema a cuestas (Foto 70).



Foto 70. Masiva presencia de gramíneas compitiendo agresivamente con el cacao, nororiente de la Amazonia ecuatoriana.

Bajo condiciones favorables la caminadora puede crecer ¡tres o más centímetros por día! Si se descuida su control por un par de semanas se pierde de vista a las plántulas de cacao completamente cubiertas por la maleza. La roza, o aplicación de Glifosato, mucho antes de que la maleza produzca semillas, en dosis de 3 l/ha, reduce la incidencia

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

de esta especie y otras de menor agresividad. Hay que usar barreras para reducir el riesgo de que el herbicida toque a las hojas del cacao. Si se le permite producir semillas la competencia por caminadora se agrava más y más mientras que el cultivo crece menos y menos. Después de todo, las malezas son expertas y muy eficientes en "robar" espacio, luz y nutrientes a las plantas cultivadas.

De allí que, la prevención y control de malezas es clave para el desarrollo inicial del cacao. Es preferible que las tareas de prevención y control se realicen de manera integral, combinando medidas de carácter cultural, mecánico y químico (Foto 71). La cobertura con residuos de algún material vegetal usado como "mulching", en la corona de las plántulas recién sembradas, prácticamente elimina la incidencia de malezas cerca del tallo y eso ya es un gran logro.



Foto 71. Cobertura del suelo con cascarilla de arroz en la corona de plantas jóvenes de cacao.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

La cobertura con residuos o mulching de tamo de arroz (un recurso abundante y que en algunas zonas se desperdicia), o mejor de cascarilla de café descompuesta, colocada alrededor de plantas recién sembradas, también produce buenos resultados al reducir la incidencia de las malezas en la corona del cacao joven. Además, la cascarilla de café es un gran abono. La cobertura del suelo con residuos, incluyendo el material proveniente de las podas del cacao y del plátano, es una práctica sencilla pero efectiva. Claro, siempre se puede ubicar otro tipo de desechos que cumplan este propósito.

Además, cualquier tipo de cobertura en la corona contribuye a la regulación de la temperatura del suelo y ayuda a conservar la humedad limitando la evaporación, condición que a su vez estimula la presencia de más raicillas en la superficie, donde su densidad siempre es mayor. Las raicillas superficiales no soportan altas temperaturas, peor si el suelo está seco y la temperatura aumenta. Esta es una gran desventaja porque la mayor riqueza nutritiva se encuentra precisamente en los 2 o 3 primeros centímetros del suelo superficial. En el caso del uso de la cascarilla de café, u otros residuos utilizados como mulching, éstos aportarán nutrientes que se liberan como producto de su descomposición y mineralización con el tiempo, nutrientes que son aprovechados por el cultivo.

La distribución sistemática y ordenada de los deshechos provenientes del deschante, deshoje y deshije del plátano, cubriendo el espacio disponible entre las hileras de cacao, representan un recurso sin costo que el productor también puede utilizar como cobertura para reducir la incidencia de malezas (Foto 72). Esta medida es particularmente útil en sectores de la huerta con mayor exposición al sol. Aunque simple pero laboriosa la medida es efectiva.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 72. Deshoje del plátano brinda material para cubrir el suelo en la corona del cacao joven.

El crecimiento del cacao se produce a través de brotes que las plantas emiten para "vestirse" cada tres o cuatro meses, dependiendo de la cantidad de reservas alimenticias acumuladas en sus tejidos de almacenamiento, principalmente en el tronco y raíces. Cada cierto tiempo, el cacao necesita un "vestido" de hojas nuevas para recuperar la capacidad fotosintética de su área foliar. Además de la brotación foliar, otra forma en que se expresa el crecimiento de la planta es mediante el engrosamiento del tronco. Su espesor aumenta varios milímetros cada año.

La poda es una práctica necesaria para la formación de la estructura de la planta, control del crecimiento vertical y lateral mediante el despunte y eliminación total de ramas mal ubicadas, ramas cruzadas entre sí, ramas que crecen muy juntas, dejando al final la más vigorosa. También es útil para el aclaramiento del interior de la copa con el entresaque de ramas terciarias y plumillas, y finalmente para librar a la planta de ramas y frutos enfermos.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Aunque no es conveniente podar la planta cuando está muy joven, a los seis a ocho meses de la siembra surge la necesidad de despuntar la rama principal del injerto para evitar que ésta se transforme en dominante e interfiera con el desarrollo normal de las otras. El despunte temprano es aprovechado para la eliminación de ramas rotas, enfermas, con mala orientación, o cualquier tejido con anormalidades evidentes.

La rama principal muy dominante interfiere con el crecimiento y orientación de las otras ramas del injerto que son empujadas hacia afuera. Esta interferencia dificulta más tarde la selección de ramas para formar la estructura de la copa pues hay ramas abiertas y con diferencias importantes en el vigor. Además, es frecuente constatar que las ramas más delgadas producen menos frutos que las robustas. Por esta razón, es conveniente que la estructura de la planta se apoye en ramas con vigor uniforme hasta donde sea posible para que compartan en forma equilibrada el espacio asignado.

Después que las plantas cumplen un año en el campo es conveniente comenzar a dar forma al entramado estructural de cada una, entramado que será el que sostenga el futuro crecimiento y desarrollo del árbol. La estructura se refiere a las bases o pilares de una construcción, los que deben ser suficientemente sólidos y bien ubicados. Se aprovecha esta poda para descopar las ramas que se han alargado mucho hasta ese momento.

En un año, el crecimiento de una rama puede extender su longitud más de un metro, en respuesta a las continuas brotaciones foliares que se producen en su extremo. Si se deja de podar otro año, y luego otro, ya podemos imaginar cuán larga se hará una rama que junto a otras distorsionarán la estructura de la planta. Las ramas comenzarán a doblarse con el peso de su mitad superior, más aún si son ramas delgadas por una pobre nutrición de la planta; muchas llegarán al piso.

La poda de formación estructural tiene que ser gradual pero sin ser drástica y completarse hasta los 18 meses después de la siembra del cacao. En los años siguientes, hay que ocuparse de las podas de mantenimiento para conservar una copa que sea funcional al trabajo fotosintético de la planta. El ideal es una copa sostenida por una

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

estructura formada a partir de ramas más verticales que abiertas. Mientras más abiertas las ramas más trabajo demanda la planta al podar y menos eficiente son en el trabajo fotosintético.

Inicialmente, el entramado estructural se teje seleccionando tres a cinco tallos que salgan de la base del injerto, con poca diferencia en el grosor y bien balanceados entre sí y en relación con la ocupación del espacio asignado a cada planta. Así, se va formando el cono central de la copa (Foto 73). Hay que despuntar con rigor los tallos excesivamente dominantes porque abruman y empujan hacia afuera a los de menor desarrollo. Más adelante, aún podemos eliminar uno de cuatro a cinco tallos seleccionados, si es que hubiera necesidad de seguir perfeccionando el equilibrio estructural de la planta.



Foto 73. Poda de formación estructural en plantas de una huerta clonal de cacao de 14 meses.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

En el futuro la mayor cantidad de mazorcas se producirán en las ramas estructurales primarias. No hay que olvidar que las ramas primarias acompañarán al cultivo toda su vida. Por eso, es tan importante el cuidado que se ponga para asegurar que el resultado de las podas iniciales sea el mejor (Foto 74). Un podador experimentado haciendo bien su trabajo, examinando la planta en detalle, imaginándose la estructura deseada para cada una, tomándose el tiempo necesario para realizar los cortes precisos de las ramas que deben irse, entre otros detalles para hacer bien esta tarea, puede podar unas 120 plantas jóvenes en un buen día de trabajo.



Foto 74. Plantas con más de un año de edad luego de completarse la poda de formación estructural.

La estructura y distribución de ramas secundarias y terciarias es cambiante. La distribución tiene que irse ajustando cada año mediante la poda en función de las necesidades de control del crecimiento. El objetivo es regular la distribución y entrada de luz a través de la copa

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

(Foto 75), así como la competencia entre ramas. La ocupación equilibrada de los espacios en la copa por las ramas promueve la mayor actividad fotosintética. Este aspecto tiene mucho que ver con las buenas prácticas de la poda, para construir y modificar constantemente la matriz de ramas secundarias y terciarias que complementan la estructura de la planta y evitar el autosombreamiento excesivo (Foto 76).



Foto 75. Huerta clonal con buena entrada de luz favorecida por las podas oportunas.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 76. Huerta clonal con pobre entrada de luz por falta de podas oportunas, lo que alienta la presencia de las enfermedades.

Si la estructura principal de la planta adulta presenta una mezcla de tallos delgados y gruesos, la distribución de la carga de mazorcas es desigual. Las ramas delgadas producen menos mazorcas que las robustas como se ha podido observar, posiblemente porque hay menos reservas acumuladas en sus tejidos de almacenamiento. El resultado final de esta situación es un árbol menos productivo. Si todos los ejes estructurales son raquíticos debido a una pobre nutrición, entonces el futuro desempeño productivo de la planta se resentirá notablemente (Foto 77). Naturalmente, la productividad de la huerta se resentirá mucho más si tiene bastantes árboles que sufren de esta condición. Plantas con ramas saludables comienzan a producir más temprano, hasta un año antes que las plantas que adolecen de escaso vigor.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 77. Plantas de cacao clonal de siete años con raquitismo agudo por carencia nutricional.

Siembra, mantenimiento y beneficios del plátano

Es conveniente la siembra intercalada del plátano entre las hileras del cacao, de preferencia la variedad Dominico-Harton, aunque también puede sembrarse barraganete El cacao se beneficiará del sombrío inicial provisto por el plátano. Las plántulas de cacao recién sembradas tienen pocas hojas y por tanto escaso auto sombreamiento. El autosombreamiento se refiere al hecho de que unas hojas sombrean a las otras en un nivel inferior.

Durante los dos primeros años, la sombra del plátano protege a las hojas del cacao contra el exceso de radiación solar. El exceso aumenta su temperatura superficial y acelera la transpiración de vapor de agua, entre otros problemas que sufren el cacao por esta causa. Los estomas se cierran con un nivel excesivo de transpiración impidiendo la entrada del bióxido de carbono (CO_2) hacia el interior

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

de las hojas deteniéndose la fotosíntesis. En días muy soleados, la diferencia entre la temperatura del aire y la superficie de las hojas más expuestas al sol puede ser tan amplia como 5°C; las hojas están más calientes.

La siembra temprana del plátano unos meses antes permite que la sombra temporal se encuentre en su sitio al momento de sembrar el cacao. Sin embargo, lo usual es que ambos cultivos se siembren al mismo tiempo, tan pronto como comienza la época lluviosa. Pero, a los cinco meses de la siembra el plátano ya ha crecido lo suficiente y cuentan con un buen número de hojas para cumplir su rol de protección del cacao contra la insolación excesiva.

Por otro lado, se ha observado que el plátano intercalado con el cacao en los primeros años disminuye hasta en un 40 % la infección por Escoba de bruja en los brotes tiernos, aunque no es muy claro como sucede esto. Parece ser que hay un efecto importante de intercepción de los tallos de plátano contra el transporte de las esporas que causan la enfermedad. Pero tener menos brotes foliares infectados con Escoba de bruja como una consecuencia del plátano intercalado, es un beneficio que se suma al de la protección de las plantas a plena exposición solar.

En una finca del nor occidente del Pichincha, zona de San Miguel de Los Bancos, se observó que el espacio sobrante entre la hileras de cacao recién sembrado, era utilizado para sembrar y obtener dos cosechas de maíz, aunque la zona no es precisamente buena para este cultivo. El maíz contribuyó además con sombra temporal para el cacao, al menos durante unos meses, y proporcionó algún ingreso al productor. En este caso se omitió la siembra de plátano como sombra temporal. Bajo el sistema descrito el 55% del espacio de la huerta recién sembrada es ocupado por el maíz. En zonas con mayor potencial maicero, como la de Quevedo, un ciclo de maíz intercalado con el cacao rinde más de 60 quintales/ha, si es bien manejado (Foto 78).

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 78. Restos de la cosecha del maíz que se cultivó intercalado con el cacao recién sembrado.

Es evidente que el cacao se beneficia de algún nivel de sombra temporal a partir del trasplante. La completa exposición de las plántulas al sol ralentiza su adaptación a campo abierto y retrasa el crecimiento. Sin embargo, el establecimiento del cultivo con plantas vigorosas acompañado de agua y abonamiento generoso desde el inicio, funciona bien como sistema de producción de cacao clonal a plena exposición solar y responde con alto rendimiento (Foto 79).

Las hojas del cacao tienen un bajo punto de saturación lumínica en relación con la actividad fotosintética; el punto de saturación lumínica es el límite de exposición solar más allá del cual la tasa de fotosíntesis ya no se incrementa. Las hojas jóvenes con 6 a 10 semanas de edad, sometidas a una mayor exposición solar por encontrarse en el extremo de las ramas, necesitan solo del 20 al 25% de la luz que interceptan en un día a pleno sol, para alcanzar su máxima actividad fotosintética. El exceso de luz se convierte en calor aumentando la temperatura de las hojas. Esta condición reduce y hasta detiene la actividad fotosintética por cortos periodos de tiempo en las hojas más expuestas, digamos por ejemplo a las 14h00 de un día bien soleado.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 79. Cacao clonal de cuatro años creciendo a plena exposición solar en la zona de Cerecita.

La diferencia entre la temperatura de la superficie de las hojas más expuestas y la temperatura del aire circundante llega a ser tan alta como 5°C como ya quedó señalado. En plantas con sombreamiento casi no hay diferencias de temperatura entre el ambiente y las hojas. Luego de varios minutos de exposición plena, los estomas, que son unas aberturas presentes en la cara inferior de las hojas para el intercambio gaseoso entre la planta y la atmósfera, cerca de 1000 por cada milímetro cuadrado en el cacao, se cierran parcial o totalmente en respuesta al exceso de transpiración. Todo esto complica el proceso fotosintético.

Además, al estar sometidas a una insolación excesiva, las plantas aceleran la respiración y "queman" una mayor proporción de los productos de la fotosíntesis. La fotosíntesis puede detenerse por momentos hasta que la radiación solar disminuye por el paso de alguna nube, o porque al seguir avanzando el día la intensidad luminosa va descendiendo gradualmente.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

El periodo de máxima intensidad lumínica en la zona de Quevedo, y en otras zonas cacaoteras ocurre entre 10h00 y 15h00. Es en este periodo cuando tiene lugar también la máxima actividad fotosintética neta del cacao integrando el trabajo de todas las hojas y no solo de las más expuestas. Días con ligera nubosidad son los mejores para el cacao sin sombra bien provisto de agua y nutrientes. Se ha observado que algunos clones presentan gran susceptibilidad al exceso de luminosidad, inclusive como plantas adultas; afortunadamente no son variedades comerciales.

Todas estas causas retrasan la adaptación y crecimiento de las plantas de cacao recién sembradas. La sombra temporal provista por el plátano le sirve al cacao para aminorar el impacto de la insolación excesiva. El plátano, a diferencia del cacao, tiene un alto punto de saturación lumínica que controla su proceso fotosintético. Su desempeño productivo es óptimo en ambientes con alta insolación, siempre y cuando el agua y los nutrientes no representen factores limitantes. Por ese lado, no hay problema.

La copa del cacao presenta una gran cantidad de hojas, entre 1500 a 2500 hojas en plantas clonales de tres años, dependiendo del clon. Las hojas en la parte superior proveen sombreamiento a las que se encuentra más abajo. El autosombreamiento que se prodigan entre sí, siempre que no sea excesivo (se controla con podas de aclareo), es beneficioso en periodos de alta insolación.

El autosombreamiento es una manera en que las hojas se protegen mutuamente aplacando el efecto negativo de la luminosidad excesiva en los días despejados. El nivel de protección provisto por autosombreamiento varía según la nubosidad, hora del día, posición del sol, posición de la hoja, tamaño y número de hojas, entre otros factores. En días nublados el autosombreamiento es negativo porque con excepción de las hojas más expuestas, el acceso del resto de hojas (que son la mitad o más de las que forman la copa) a la luz es insignificante o ausente.

La lentitud con que crecen las plantas es notoria en el cacao sembrado en suelos arcillosos sin aplicación de riego en el verano. Las plantas se pueden mostrar raquíticas y con "paloteo" por efecto de la sequía, condición que es más aguda en ese tipo de suelos. Por

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

esta causa pierden la mayor parte de sus hojas y su recuperación posterior es difícil, aun si con el tiempo se produjera un cambio favorable en su entorno ambiental mediante la aplicación de riego. La sombra temporal con el plátano reduce en alguna medida el daño producido al cacao, pero no mucho ya que el plátano también resiente la sequía. El cacao creciendo en estas condiciones y con "paloteos" frecuentes producirá tarde y poco (Foto 80). El riesgo es alto de que muchas plantas no sobrevivan.



Foto 80. Intenso "paloteo" en la punta de las ramas del cacao en respuesta a la sequía y pobre nutrición.

Además de proporcionar sombra temporal al cacao, el rol del plátano como fuente de financiamiento de los costos operativos del sistema de producción cacao-plátano, es un recurso cada vez más reconocido y bien aprovechado por el productor. La función económico-financiera de la venta de racimos de plátano se fortalece con el riego y abonamiento del cacao en sistemas que apuntan a una alta

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

productividad. El objetivo de alta productividad debe estar vinculado tanto al cacao como al plátano.

Si se invierten esfuerzos para cubrir de buena manera las necesidades nutricionales del plátano (Foto 81), además de las del cacao, la productividad del primero aumenta, y el flujo de caja por concepto de la venta de racimos se robustece. Aunque se ha demostrado que con la aplicación de riego y abonamiento generoso, y cultivado en suelos profundos y fértiles, el cacao sin sombra crece bien, fructificando incluso más temprano que el cacao asociado con el plátano.



Foto 81. Vigor y salud nutricional del plátano que provee de sombra temporal al cultivo joven de cacao.

La buena disponibilidad de agua y nutrientes por el riego y abonamiento generoso compensa con creces el riesgo de que las plantas sean afectadas por un exceso de insolación. Esta

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

compensación se viene observando a través del desempeño de un lote de cacao sembrado sin sombra de plátano en la zona de Chongón. Sin embargo, el cultivo del cacao a pleno sol no permite el aprovechamiento de la función económica del plátano. Además, sin el uso de sombra temporal hay necesidad de un mayor esfuerzo para controlar las malezas, al menos al inicio del cultivo.

Observando el tamaño de los racimos se puede predecir el nivel de productividad esperado. Racimos más grandes representarán más ingresos para el productor ya que se pueden vender a un mayor precio comparado con los racimos medianos o pequeños. El comprador usualmente paga por estos últimos en la modalidad del 2 x 1, malográndose la oportunidad de obtener más ingresos. Por esta razón, deben tomarse las medidas necesarias para cosechar el mayor porcentaje de racimos grandes mediante un mejoramiento de la agronomía del plátano, que en este caso debe estar al mismo nivel que la del cacao.

Una de estas medidas es el deshije oportuno. El deshije del plátano es una tarea crítica que contribuye al aumento del tamaño del racimo. Se realiza cada cuatro semanas durante la época lluviosa. El periodo se amplía a dos semanas más en la época seca. Hay que comenzar a realizar el deshije cinco meses después de la siembra del plátano. La ausencia de deshije aumenta rápidamente el número y tamaño de los hijuelos alrededor de la planta-madre. Los hijuelos compiten vigorosamente con la planta-madre "robándole" alimento, recortando el peso y tamaño del futuro racimo, y ciertamente recortando las expectativas de negociar precios más altos.

Sin un deshije oportuno, las plantas se rodean hasta con más de medio centenar de hijuelos (Foto 82) en poco tiempo. Al deshijar, es importante conservar la secuencia madre-hijo-nieto en cada sitio de siembra. Las plantas madre, hija y nieta se ubican en las esquinas de un triángulo imaginario trazado en el lugar donde se sembró la cepa inicial del plátano. La productividad del plátano se beneficiará en gran medida del riego aplicado al cacao en la época seca y también del abonamiento.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 82. Plantas de plátano rodeadas de gran cantidad de hijuelos al descuidarse el deshije.

A partir de la siembra de 600 cepas, sin problemas sanitarios y de tamaño uniforme, en asociación con cacao, justo al comenzar el invierno (fines de Diciembre o comienzos de Enero), se obtiene un número igual de plantas de plátano por hectárea. Al año ya se habrán cosechado 600 racimos en ausencia de fallas de siembra. Las fallas de siembra deben evitarse para que en cada sitio disponible se produzcan tres racimos de plátano (secuencia madre-hija-nieto), es decir 1800 racimos por hectárea, durante los siguientes dos años en que el cultivo estará cumpliendo su función de sombra temporal del cacao. La sombra del plátano debe quedar eliminada hasta los dos años. Más allá de este tiempo la competencia interfiere con el desarrollo de la productividad del cacao, como se ha demostrado.

Vamos a asumir que el 15% de los racimos cosechados alcanzan un tamaño mediano y pequeño. Este inconveniente siempre estará presente pero el 15% debería ser el límite máximo para el mejor aprovechamiento del rol económico del plátano asociado con el

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

cacao. Hay que tomar las precauciones necesarias (uso de material de siembra calificado, deshije, deshoje, abonamiento, riego, etc.) para conseguir que al menos 85% de los racimos cosechados sean de tamaño grande para vender a un mejor precio. Como dato referencial, el racimo grande del Dominico-Harton tiene en promedio unos 90 dedos por unidad.

Manteniendo el límite del 15% de racimos medianos y pequeños, tendremos que al final del primer año se habrán cosechado 510 racimos grandes por hectárea. El precio de los racimos grandes varía ampliamente, entre 2 y 6 dólares, dependiendo de la fluctuación de la oferta durante el año. Al final del verano, la oferta de plátano es débil pero aumenta al final de la época lluviosa. En los últimos meses de la época seca a veces no se encuentra plátano ni para remedio. Analizando la fluctuación de la oferta podemos afirmar que un precio de $ 3.5 por racimo grande es una cifra que promedia en forma conservadora la variación anual del precio determinado por la demanda. Con este precio promedio en mente, la venta de los 510 racimos grandes llegará a producir un ingreso de $ 1785.

Los racimos medianos y pequeños vendidos en la modalidad de 2 x 1, causarán a su vez un ingreso de $ 157.5 para llegar a un total de $1942.5 de ingresos acumulados al año de la siembra del plátano, cifra que no luce nada mal hasta ahora. El escenario podría ser mejor si buscamos caminos para evitar, al menos parcialmente, al intermediario que es que compra el plátano a puerta de finca. También, si el productor encuentra formas para agregar valor y al mismo tiempo acercarse más al mercado.

Al vender a puerta de finca le resulta más conveniente vender los racimos cortados y apilados a orillas de la huerta, o en un sitio cercano acordado con el comprador. La venta en pie para que el comprador sea quien se encargue del corte de los racimos causa perjuicios a las plantas de cacao. Los tallos del plátano al caer las aplastan, quiebran sus ramas, además de que quedan dispuestos en el piso en completo desorden dificultando la movilización posterior en la huerta.

Es conveniente que los residuos de las plantas cosechadas queden picados en el piso para facilitar su descomposición; también es

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

conveniente alinearlos entre las hileras del cacao para facilitar el desplazamiento del productor en las tareas diarias. El que corta y compra al mismo tiempo no tiene incentivos para prestar atención a estos detalles que en cambio sí tienen valor para el productor. El problema descrito se controla en gran medida si el dueño de la huerta se encarga del corte de los racimos; en tal caso el precio señalado en un párrafo anterior puede mejorarse.

Más importante aún, a los 12 meses de la siembra del plátano y cacao, no sólo se han cosechado 600 racimos de plantas-madre, sino que aproximadamente el 50% de las plantas-hija ya tienen racimos en distintas etapas de desarrollo. A más tardar, al final de abril se habrán cosechado y vendido 255 racimos grandes del 50% de plantas-hija, obteniéndose un ingreso complementario de $ 892.5 por los racimos grandes, más $ 78.7 por la venta del 15% de racimos medianos y pequeños. A los 16 meses después de sembrar el plátano, el productor ya se habrá beneficiado de su venta acumulando ingresos por $ 2913,7 en una hectárea.

El 50% de plantas-hija restantes habrá producido hasta fin de año unos 255 racimos grandes y 45 racimos medianos y pequeños, con un ingreso acumulado de $ 971.2 por su venta. La cosecha de las plantas-nieto se completará como máximo hasta Enero del siguiente año, generando un ingreso adicional de $ 1942.5. Aquí termina el ciclo del plátano en su papel como sombra temporal y también como fuente financiamiento. El raleo del plátano habrá comenzado desde mediados del año anterior para permitir mayor entrada de luz al cacao. A los dos años todo el plátano se habrá eliminado, con la excepción de unas pocas plantas en los bordes del cacao que el productor podría dejar en pie para el consumo familiar.

En resumen, una hectárea de la asociación cacao-plátano hasta los dos años después de la siembra intercalada, habrá producido un ingreso total igual a $ 5827.4 por la venta de todos los racimos cosechados. Para tener expectativas más modestas, diremos que el ingreso originado por la venta del plátano llega sólo a $ 4800 en el periodo señalado. Esta cifra coloca el precio promedio del racimo bajo los $ 3; para ser exacto lo ubica en $ 2.67. Ciertamente un racimo grande con 80 a 90 dedos no debería llegar a venderse más

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

barato. Sin embargo, la estimación conservadora de los ingresos le da más credibilidad a este análisis.

La cifra anterior de los $ 4800 es interesante, considerando que la inversión para la renovación de una hectárea de huerta improductiva de cacao tradicional, asciende a unos $ 5000 durante los primeros 18 meses, contados a partir de la tumba de la huerta vieja y siembra de las nuevas plantas. Este valor incluye el costo de tumbar la huerta vieja y la siembra de la teca en el contorno de la huerta renovada, además de aquellos relacionados con el establecimiento del cacao y el plátano asociado.

En base a las consideraciones anteriores, el costo de establecimiento del sistema cacao-plátano, al menos para el periodo antes señalado, ya quedaría cubierto en gran parte por la venta del plátano sembrado para cumplir las dos funciones: protección del cultivo del cacao y financiera. Cierto productor en la zona de Cerecita, según sus propias palabras, financió todos los costos operativos de la asociación cacao-plátano en los primeros dos años mediante los ingresos por la venta de plátano, pero sin intermediación.

Un pequeño productor puede incrementar el ingreso anterior vendiendo el plátano sin intermediación y acercándose más al mercado. En la zona de Quevedo, cierto productor sacó 10 racimos medianos y grandes a un lugar cercano a una pequeña terminal de buses (enero 2013). El precio de los racimos con 80 y 90 dedos, es decir racimos grandes, varió ¡entre $ 8 y 10 por unidad! Los vendió todos.

En el caso anterior, aunque el número de racimos vendidos es pequeño, la iniciativa muestra que el productor siempre puede buscar y encontrar oportunidades para vender a mejor precio, acercándose al mercado en el periodo de mayor demanda. Al menos, una porción de su producción, por ejemplo el 10%, podría venderse de esta manera, incrementando el ingreso total. La función financiera del plátano se convierte en una razón adicional para dar igual importancia a la planificación de la siembra y mantenimiento del cacao y plátano. Usualmente, el plátano recibe mucho menos atención, lo que no debería ser el caso por la razón antes señalada.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

En diciembre/2013, en las tiendas de un barrio de clase media en Guayaquil, un dedo de plátano llegó a costar $0.20 (se venden dedos pequeños y grandes sin oportunidad de escoger). En la misma ciudad (y en otros centros poblados), vienen surgiendo negocios que preparan y venden el delicioso bolón con chicharrón y bolón con queso. El pan de los pobres que ya no es tal pues éstos se pagan a $1.5 y $ 2 por unidad, dependiendo de cuanto confort brinde el sitio.

Se ha calculado que de un racimo grande al menos se pueden preparar 50 bolones que al venderlos generan ingresos por $ 75 al precio de $ 1.50 por bolón. Esto significa que un racimo grande se convierte en el punto de partida de una cadena de valor que al final, hasta la venta del producto, acumula $ 75. Como es de esperarse, la preparación conlleva la incorporación de otros ingredientes (chicharrón, aceite, queso, sal, etc.) en el proceso. Asumiendo que un microempresario utiliza como materia prima un racimo por día y trabaja 265 días al año (en realidad trabaja más días), consumirá igual número de racimos y venderá 13250 bolones (según observaciones la cifra podría ser mayor). La riqueza creada a lo largo de esta pequeña cadena de valor es casi ¡$ 20,000 por año!, Luego de restar los costos incurridos en hacer funcionar el negocio el ingreso neto resultante no es para nada despreciable.

Pudiera pensarse que la reseña de este caso real no es relevante para abonar a la temática del presente documento. Sin embargo, el ejercicio es muy ilustrativo para entender y difundir mediante un enfoque muy simple los conceptos de cadena y agregación de valor. La comprensión de ambos conceptos sin duda animará la imaginación del productor agrícola-emprendedor en la búsqueda de alternativas para aumentar sus ingresos. Con esta explicación la relevancia del análisis del negocio descrito queda fuera de duda.

El número de plantas y distanciamiento de siembra del plátano se encuentra condicionada a la del cacao como cultivo principal. Pero, este número también depende de la cantidad de trabajo que el productor está dispuesto a invertir en su sistema de producción. El sistema será más intensivo mientras más plantas se siembren y más trabajo se invierta en el control de los factores de producción. La siembra de más plantas significa por otra parte que habrá más racimos por cosechar y más ingresos que beneficiaran al productor.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

También significa que el cacao tiene que competir más por los recursos (nutrientes, agua, luz, espacio, etc.) que necesita por lo que debe cuidarse su nivel de suficiencia.

En algunas huertas el cacao recién sembrado se asocia con más de 1200 plantas de plátano por hectárea. En este caso, el número de plantas debe reducirse drásticamente al año de la siembra, a causa del sombreamiento excesivo que producen y la fuerte competencia por insumos ambientales que ejercen sobre el cultivo principal. Esta condición representa además mucho trabajo adicional de apuntalamiento, deshoje y deshije, entre otros. La obtención de un mayor porcentaje de racimos medios y pequeños, es un riesgo asociado también con las altas densidades del plátano intercalado con el cacao.

Aunque la eliminación del plátano comienza temprano (Foto 83), la eliminación total se completa máximo a los 24 meses de la siembra, luego de que se han cosechado las últimas plantas-nieto. Con el plátano permaneciendo más tiempo en su sitio la producción de cacao se retrasa. Si continúa, digamos un par de años más asociado al cacao, el rendimiento de este último se reduce en el 50% o más comparado con el cacao que sigue su curso sin el plátano asociado, como se ha podido comprobar.

La siembra de 600 cepas de plátano por hectárea, el número más recomendable para asociarse con el cacao, limita la competencia mutua de ambos cultivos por recursos. En un lote de la asociación plátano-cacao, en la zona de Quevedo, con 300 plantas de plátano por hectárea, algunas plantas de cacao ya mostraron sus primeros frutos antes del año. Sin embargo, con menos unidades de plátano también se sacrifican ingresos por la venta de un menor número de racimos. También, se desaprovecha la oportunidad de cubrir un gran porcentaje de los costos operativos del sistema de producción cacao-plátano en los dos primeros años. La Figura 1 en el Anexo describe alternativas para sistemas de siembra relacionados con la asociación cacao-plátano con el enfoque de alta productividad.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 83. Cacao clonal con el plátano raleado a los 18 meses de la siembra conjunta de ambos cultivos.

RIEGO DEL SISTEMA CACAO-PLÁTANO-TECA

Por ser una especie originaria del trópico húmedo, en la gran cuenca hidrográfica del río Amazonas, el cacao es muy susceptible a la deficiencia de agua en el suelo. Frente a la falta de humedad, para no deshidratarse la planta reacciona cerrando sus estomas, unas aberturas microscópicas que están presentes en la cara inferior de la hoja. En cada milímetro cuadrado de la superficie de una hoja de cacao se encuentran poco menos de 1000 estomas como ya quedó señalado.

Mediante dichas aberturas microscópicas las hojas intercambian substancias gaseosas con la atmósfera, intercambio muy relacionado con el proceso fotosintético. La apertura estomática refleja suficiencia de agua en la planta y permite la entrada de bióxido de carbono (CO_2), la materia prima del proceso fotosintético. Al mismo tiempo las hojas emiten oxígeno (O_2) y vapor de agua a la atmósfera

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

circundante. El Oxígeno es un sub producto de la fotosíntesis y por eso las plantas son consideradas los pulmones del planeta. La fotosíntesis contribuye a mantener bajo control la concentración atmosférica de CO_2 al combinarlo con el Hidrógeno (H) para su transformación en carbohidratos, utilizando como combustible la luz que las plantas capturan del ambiente. El aumento de la concentración atmosférica de CO_2 contribuye al cambio climático al promover un incremento global de la temperatura.

Si el agua almacenada en el suelo desciende demasiado, el cacao, o el plátano, o cualquier otra planta, no se pueden dar el lujo de mantener el flujo de vapor de agua hacia la atmósfera, flujo que se llama transpiración. En respuesta, las aberturas estomáticas se cierran gradualmente para evitar la pérdida de agua que reduce peligrosamente el potencial hídrico de las hojas. La pérdida excesiva de agua sin reposición amenazaría la supervivencia de la planta por la deshidratación si los estomas permanecieran abiertos. Con el cierre parcial o completo de los estomas, la intensidad fotosintética también disminuye, y en el peor de los casos el proceso se detiene, al impedirse el ingreso de CO_2 a las hojas. El cacao deja de crecer y la futura cosecha recibe el impacto depresivo de la carencia de agua y escasa biomasa producida, entre otras consecuencias desventajosas para el cultivo.

Por tanto, el monitoreo del contenido de humedad del suelo es clave para la producción intensiva de cacao. Surge entonces la cuestión de cómo estimar dicho contenido en ausencia de tensiómetros u otros equipos precisos para hacer este trabajo. Con frecuencia éstos no son accesibles para su uso por parte del pequeño productor cacaotero. Un método artesanal para tener una idea del contenido de agua en el suelo es el que se describe a continuación.

Para hacerse una buena idea del contenido de humedad del suelo solo tiene que apretar una muestra de tierra en la mano haciendo puño. Si al abrir el puño el suelo se mantiene compacto sin desmoronarse, es señal de que aún hay humedad disponible para el cultivo. Por el contrario, si al abrirlo la muestra está poco compactada o sin compactarse, exhibe fisuras y se desmorona con facilidad, entonces el contenido de agua es mínimo. En este último caso las plantas sufren un fuerte estrés hídrico y con seguridad la

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

humedad en el suelo está cerca del punto de marchitez (en este punto las plantas presentan gran dificultad para absorber el agua retenida con demasiada fuerza alrededor de las partículas del suelo). Si al apretar la muestra se observa que chorrean gotas entonces el suelo podría estar adoleciendo de un drenaje pobre el que hay que corregir. En suelos profundos bien drenados el chorreo de gotas ocurre al apretar muestras de suelo tomadas uno o dos días luego de una lluvia fuerte, pero es normal ya que el agua esta aun infiltrándose. Cualquier productor puede llevar a cabo estos ejercicios en su cacaotal.

Cada día una hectárea sembrada con cacao y bien provista de agua, pierde por evaporación a partir del suelo y la transpiración por la planta, unos 30,000 litros de agua, o tal vez más, si el cacaotal se halla en una zona de alta insolación, por ejemplo en la zona de Chongón. Considerando esta cifra la demanda de agua en una hectárea asciende fácilmente a un millón de litros/ha/mes, es decir alrededor de 12 millones de litros/ha/año; sin duda, una cantidad enorme. Al terminar el invierno, en un suelo con textura franco-limosa y 1 m de profundidad, tal como sucede en algunos suelos de la zona de Quevedo, permanecen almacenados unos 150 mm de agua disponible para las plantas. En otros tipos de suelo se almacena algo menos a la misma profundidad. Esta cantidad le alcanzará al cacao para cubrir su demanda durante los siguientes 50 días, como mucho, contando a partir del último aguacero que se reciba en la zona.

Por lo tanto, con un buen invierno y si ha llovido hasta fines de Abril, la demanda hídrica de la huerta de cacao quedaría satisfecha más o menos hasta la segunda quincena de Junio con el agua almacenada en el suelo. Sólo recuerde que después de usar los primeros 50 mm de agua a la planta se le hará más y más cuesta arriba absorber los 100 mm restantes. Estos son retenidos gradualmente con más y más fuerza alrededor de las partículas del suelo, pero aun así están disponibles para el cultivo.

La absorción de agua por el cacao va disminuyendo su contenido diario en el suelo y hace que la planta consuma una creciente cantidad de energía en este proceso. La energía adicional que la planta necesita para la absorción de agua en terrenos cada vez más secos, deja de usarse en otros procesos ligados al funcionamiento de

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

la planta, perjudicando la productividad del cacaotal. Por eso es que se necesita regar el cacao para abastecer de agua al suelo mucho antes de llegar al día número 50, evitando que la planta consuma recursos energéticos adicionales perjudicando sus otras funciones. Las cifras presentadas son aproximaciones pero ciertamente brindan una buena idea de lo que sucede en nuestras huertas respecto a la humedad del suelo y su absorción por el cacao.

El suelo referido en el párrafo anterior almacena mucho más que los 150 mm de agua disponibles para el cultivo. En realidad, puede almacenar hasta tres veces más, aunque solo una fracción, 150 mm, están disponibles para su absorción radicular. La mayor parte del agua retenida no está disponible pues se adhiere a las partículas del suelo con tanta fuerza que las raicillas no pueden absorberla. Si el contenido de humedad baja al punto de marchitez las plantas no sobreviven. Explicar en líneas finas este fenómeno tomaría varios párrafos adicionales.

De allí que al perseguir un objetivo de alta productividad para el cacao, y también para el plátano, el riego surge como una necesidad ineludible con el fin de mantener suficiente agua disponible en la zona radicular del cultivo en la época seca del año, hasta que las lluvias regresen otra vez, talvez a fines de Diciembre, o inicios de Enero, siempre con la esperanza de que no se retiren demasiado pronto, condición que agudiza la sequía en el siguiente verano.

Sin riego, el rendimiento se recorta considerablemente debido a la sequía. La diferencia de rendimiento entre dos lotes de cacao sembrados con un mismo clon en Febrero del 2012, en una zona con un corto periodo de sequía, y en otra zona afectada por un periodo largo, fue de 10 a 1 en 30 meses contados a partir de la siembra, a favor de la primera. En el último sitio la sequía combinada con la baja fertilidad contribuyeron a esta diferencia tan amplia. Aunque la diferencia puede acortarse con el tiempo las cifras ilustran la necesidad de asegurar la presencia de humedad suficiente en el suelo en sistemas con enfoque de alta productividad.

Puesto que cada hectárea de cacao tiene el potencial de perder por evapotranspiración (la suma del agua evaporada del suelo y transpirada por la planta), la misma cantidad de agua por día, 30,000 ó

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

40,000 litros, ya sea que la huerta se encuentre establecida en un suelo bien abonado, o en uno de baja fertilidad, el productor cacaotero tiene que asegurarse de controlar estrechamente el nivel de la fertilidad del suelo. El control de este factor a través del abonamiento le permitirá el uso más eficiente no solo del agua sino también de la tierra, entendiéndose por tierra todos los recursos naturales (luz, suelo, atmósfera, lluvias, etc.) que convergen en el espacio ocupado por la huerta.

Siendo el agua un recurso cada vez más escaso para la agricultura debe usarse con sabiduría. Una huerta con muchas plantas débiles, afectadas por deficiencias nutritivas, y con bastantes fallas de siembra, ciertamente no es un buen negocio para el productor (Foto 84). Al contrario, con esta pobre condición el cacaotal representa una gran fuente de ineficiencia para el uso económico no solo del recurso agua (relación entre número de mazorcas producidas y agua consumida) sino también del suelo, así como del espacio ocupado por la huerta.

Gran parte de la superficie cacaotera del país sufre de un largo periodo seco todos los años, excepto cuando nos visita el fenómeno del Niño con exceso de lluvias. La sequía perjudica el crecimiento (formación y alargamiento de brotes foliares, engrosamiento de tronco y ramas, etc.) y el rendimiento del cacao, a través de un "bajón" en la floración fructificación y desarrollo del fruto.

En respuesta a la sequía muchos frutos se pierden por el trastorno llamado "marchitez fisiológica" o "cherelización" mediante el cual la planta elimina los frutos que no podrá mantener. Además las mazorcas que llegan a la cosecha son pequeñas y con un porcentaje de almendras vanas que se acerca al 10% como ha podido constatarse.

Además, sin riego las plantas presentan una baja tasa de crecimiento en el verano. En gran medida sobreviven utilizando las reservas que almacenaron en sus tallos y raíces en la época lluviosa previa. La cosecha de luz solar, es decir la actividad fotosintética y su contribución a la formación de mazorcas, se reduce considerablemente por esta circunstancia.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 84. Uso ineficiente del suelo por plantas raquíticas y frecuentes fallas de siembra.

Cuando ocurre una sequía severa como resultado de un invierno corto seguido por un verano con alta insolación, el árbol pierde gran parte de sus hojas, incluyendo las hojas en los brotes jóvenes donde la actividad fotosintética es la más alta. En el extremo de las ramas se observa el trastorno conocido como puntas desnudas (ver Foto 80), un caso extremo de deterioro del cacao. En las puntas el tejido no sobrevive al verano y cuando vuelven las lluvias el número de nuevos brotes foliares es reducido. La brotación ocurre solo en las yemas que lograron sobrevivir, aunque ésta es tardía, pobre y al madurar las hojas son más pequeñas de lo normal. Al interceptar menos luz la fotosíntesis en la copa se desploma formándose menos volumen de biomasa. La consecuencia es un drástico recorte del rendimiento por planta.

Año tras año el cacao sin riego sobrevive este ritmo de desgaste sin esperanza de alcanzar al menos una productividad mediana, digamos unas 15 mazorcas por planta. Las mazorcas que alcanzan la cosecha

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

son pequeñas, torcidas y presentan maduración prematura. Las almendras pierden peso, 20% o más que bajo condiciones normales de crecimiento. El porcentaje de granos vanos se extiende mucho más allá de 2% que es normal. Hay muchos frutos de uno a tres meses de edad que se marchitan en el camino por la "cherelización". Por su debilidad los árboles presentan más riesgos de sucumbir frente a las enfermedades en las raíces y el tallo. Por su condición las plantas presentan más vulnerabilidad a la enfermedad conocida como Mal del machete, así como otras enfermedades de las raíces (Foto 85).



Foto 85. Plantas de cacao que no sobrevivieron por enfermedades en las raíces

En resumen, tiene poco sentido invertir en la siembra de clones de cacao de alta productividad si el riego no está asegurado como garantía para mantener húmedo el suelo durante la época seca. Es como tener un lote de gallinas ponedoras bien provistas de

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

alimentos, pero manteniendo su provisión de agua al mínimo, o interrumpiéndola por largos periodos de tiempo, o simplemente sin proporcionarles agua diariamente. La muerte del lote completo de ponedoras es un hecho seguro.

La productividad de una huerta de cacao clonal del tipo Nacional, actualmente de unos 12 años, cultivada sin riego al nor-este de la zona de Buena Fe, siempre se ha movido en el rango de 0.6 a 0.8 ton/ha/año, aun cuando los otros factores de producción (podas, fertilización, etc.) se han mantenido en un nivel de control aceptable año tras año. La fertilidad del suelo en el sitio es alta por lo que es de esperarse que con un sistema de riego en pie la productividad podría incrementarse substancialmente. Después de todo, el 70% de la variación anual en la producción de cacao a través de las distintas zonas cacaoteras del planeta, se debe al nivel de agua y luz disponible unos cinco meses antes del siguiente pico de cosecha.

Al este de la zona de San Carlos, una huerta establecida en un suelo aluvial cerca del río Chipe, con una tabla de agua favorable (el nivel freático se encuentra cerca de la superficie del suelo aunque no tan cerca como para crear problemas de drenaje) que atenúa el impacto de la sequía en el verano, llegó a producir 0.7 ton/ha al cuarto año de la siembra. Con un suplemento de riego, aunque sea parcial en la época seca, el rendimiento debería alcanzar fácilmente más de una tonelada por hectárea. La baja disponibilidad de Fósforo, comprobada en este suelo, sin duda representa otro lastre contra el avance de la productividad de la huerta.

Una huerta de 17 hectáreas sembrada con una mezcla de clones EET-103, EET-96, EET-95 y EET-19, al nor-oeste de Sto. Domingo, establecida en suelos francos, profundos y abonados con generosidad, llegó a rendir 1.5 ton/ha al quinto año de la siembra, aunque sin riego. Seguramente con irrigación en los meses secos del año, es decir aquellos meses que reciben mucho menos de 100 mm/mes, el rendimiento podría ir más allá de las 2.0 ton/ha. A propósito, esta zona tiene un gran potencial para el desarrollo de sistemas intensivos de producción de cacao.

En la zona de Mocache, con el clon CCN-51, el promedio de mazorcas contadas en septiembre 2011 (en pleno periodo seco), a

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

partir de una muestra de 50 árboles, fue de 11 mazorcas por planta en un lote que no se beneficiaba del riego, 23 mazorcas en otro lote con aplicaciones muy espaciadas de riego que cubría medianamente su demanda hídrica, y 34 mazorcas (el equivalente a 2 kg de cacao seco) en un lote dotado con la debida infraestructura para este propósito. Por lo tanto, el último lote se estaba beneficiando de un volumen y frecuencia de riego que cubría por completo las necesidades hídricas del cultivo explicando su alta productividad.

En el caso anterior en la zona de Mocache, las cifras sugieren fuertemente que el desempeño productivo de los lotes sin riego, y con riego poco frecuente, pueden incrementarse substancialmente si ambos se beneficiaran de riego completo en la época seca. Los lotes se encuentran en la misma finca y asentados sobre el mismo tipo de suelo. La única diferencia en el manejo tiene que ver con la provisión de agua. Además, el lote que se beneficiaba de riego completo tenía mazorcas más grandes y almendras de mayor tamaño.

Al tercer año de la siembra, en la zona de Quevedo, en parcelas que usualmente reciben un par de eventos de riego de poca duración al año, a lo mucho 100 mm de agua en total sumando ambos eventos, a todas luces insignificante para las necesidades del cacao, y que incluye como controles a los clones comerciales CCN-51, JVH-10 y EET-103, éstos produjeron el equivalente a 0.6, 0.4 y 0.2 ton/ha, al tercer año de la siembra, en el mismo orden. El suelo sobre el que están sembrados es franco, profundo y dotado de buena fertilidad. Al quinto año (2012) de la siembra, el rendimiento para los mismos clones fue de 0.7, 0.6 y 0.3 ton/ha. Se deduce que la falta de riego oportuno y suficiente en la época seca está limitando saltos cuantitativos de mayor magnitud en la productividad de los clones nombrados. Al parecer esta limitación está siendo agravada por el uso de una alta densidad de siembra, equivalente a 1600 plantas/ha.

En una huerta dotada de riego de precisión en la península de Sta. Elena, la evolución del rendimiento por hectárea fue de 0.2, 0.7 y 1.4 ton/ha, al final del segundo, tercer y cuarto año de la siembra. En otra huerta en la misma zona, el cultivo acumuló 1.6 ton/ha hasta los 36 meses después de la siembra, así mismo usando tecnología de vanguardia para controlar el agua y la nutrición de las plantas. Durante el cuarto año el rendimiento fue de 2 ton/ha.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

En un pequeño lote demostrativo, en la zona de Milagro, compuesto por una mezcla de los clones EET-103, EET-575, EET-559 y EET-577, el rendimiento con aplicación de riego artesanal (un pequeño motor que impulsa el agua desde un pozo cercano para regar con mangueras una vez cada tres semanas) alcanzó el equivalente a 2.3 ton/ha al sexto año de la siembra, aunque en promedio el riego cubría solo dos tercios de la demanda hídrica potencial del cultivo (unos 750 litros/planta/mes) durante la época seca.

Las huertas tradicionales de cacao tipo Nacional con la mayor productividad promedio anual, 0.9 ton/ha, se encuentran al sur de Naranjal, en una zona donde usualmente el cacao se riega por surcos, aprovechando las vertientes hídricas que vienen del pie de monte cercano.

Todos los casos expuestos son reales y conducen a la conclusión de que la renovación de huertas viejas con cacao clonal de alta productividad, demanda de la aplicación de riego en la época seca para tener éxito. La inversión en la renovación de la huerta improductiva es alta y no se la puede poner en riesgo, dejando sin solución el problema de la sequía. Además, el cambio climático abona a esta incertidumbre pues los inviernos cortos y veranos largos parecen ser más frecuentes en los últimos tiempos.

Vamos a suponer ahora que existe una huerta renovada de cacao en una zona de pie de monte de la cordillera occidental de Los Andes, la que se podría beneficiar de la presencia de un "ojo de agua", o riachuelo cercano, que proviene de alguna parte de una montaña vecina, siempre que se encuentre a una distancia asequible. Con suerte, la fuente de agua es permanente todo el año, pero con bastante seguridad presentará un flujo inferior durante el verano (Foto 86).

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 86. "Ojo" de agua que fluye en una ladera montañosa y es usado como recurso para proporcionar riego a un pequeño lote comercial de cacao clonal más abajo.

El agua se almacena en un reservorio en la cercanía del "ojo de agua" para facilitar su conducción hasta la huerta de cacao clonal recién sembrada. Con este propósito, se colocan tuberías de 2"en el reservorio y por su intermedio se lleva el agua por gravedad hacia la huerta situada más abajo sobre una pequeña meseta. Un aspersor que funciona con la presión natural del agua que desciende por una manguera riega el cacao y el plátano asociados; el radio de cobertura del riego es de 10 m. El productor usa una manguera flexible de ½" para facilitar su desplazamiento en el proceso de cambiar de posición al aspersor de un sector a otro de la huerta durante el día. Su parcela de cacao tiene una extensión de 1.5 ha que reemplazó a una huerta tradicional que venía produciendo 0.15 ton/ha y estaba prácticamente perdida.

Este método de riego se viene aplicando ahora en una huerta de 30 meses de edad en la zona de Las Naves. Una persona tarda cinco días

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

en regar una hectárea de la asociación cacao-plátano. Cada evento de riego tiene un costo estimado de $ 75 por hectárea. En lo posible, el productor riega dos veces por mes en el periodo seco. Puesto que hay necesidad de unos 12 eventos de riego durante el verano, el costo anual del riego se ha calculado en $ 700/ha/año que incluye el costo de oportunidad de la mano de obra familiar que se invierte en esta tarea. Se está discutiendo la idea de usar dos aspersores al mismo tiempo para regar una mayor superficie por día. De cualquier forma es un intento para buscar la mejor manera de aprovechar recursos naturales con que cuenta la finca, en este caso un "ojo de agua", recurso que puede desarrollar para beneficiar al cultivo y aumentar ingresos.

En terrenos planos en zonas con suelos aluviales (son planicies o terrazas formadas por sedimentos de ríos durante miles de años), el cultivo del cacao se puede beneficiar del agua de ríos, esteros, o que esta almacenada en albarradas, en la cercanía de la huerta clonal de alta productividad. En caso de que el productor disponga de esta ventaja le será fácil implementar un sistema de riego.

Si no hay fuentes de agua en la vecindad, a pesar de ser terrenos planos aluviales, lo recomendable es la perforación de un pozo de boca angosta (0.3 m de diámetro) de unos 10 metros de profundidad junto a la huerta para bombear agua con la seguridad de que este no se agotará pronto. El nivel freático usualmente es alto en terrenos con suelos aluviales. Algún tipo de drenaje puede ser necesario en el invierno, particularmente en las parte más bajas.

En los casos anteriores, el agua se extrae con una bomba de 3" y se procede a regar por inundación, dirigiendo el flujo de agua con una tubería de PVC de igual diámetro. Los tubos pueden tener secciones de 3 m las que se van uniendo mientras se amplía el área regada, a medida que avanza el riego en la huerta (Foto 87). En otra finca, en la zona de Quevedo, un modesto reservorio alimentado por un "ojo" de agua sirve de fuente para bombear agua que riega una pequeña superficie de cacao clonal de alta productividad (Foto 88) cultivado en loma.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 87. Riego artesanal de un lote de cacao con alta productividad bombeando agua de un pozo perforado en un suelo aluvial con un nivel freático cerca de la superficie.



Foto 88. Reservorio alimentado por "ojo" de agua en una colina cercana para regar cacao clonal de alta productividad en la zona de Quevedo.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

En la zona de Milagro, para regar una hectárea de cacao clonal joven, utilizando un sistema de riego artesanal, se necesita de una persona durante dos días (dos jornales), utilizando una frecuencia de riego de tres semanas. El costo total del riego asciende a $ 650/ha en la época seca. Se puede resumir diciendo que en las zonas donde es posible el uso de sistemas de riego del tipo artesanal, aplicados en pequeña escala y altamente demandante de mano de obra, el costo operativo promedio de aplicar riego sería de unos $ 700/ha/año. Este se paga con cinco quintales de cacao seco al precio actual (Agosto 2014). Son sistemas rentables con rendimientos de cacao de al menos 2 ton/ha.

Para el mejor aprovechamiento del agua de un río vecino o el agua almacenada, por ejemplo en una albarrada, se podría optar también por un sistema de riego presurizado, utilizando una bomba de presión con al menos 10 caballos de fuerza. El agua se suministra desde la albarrada hasta la huerta a través de una manguera de 3". En la plantación se coloca una tubería de 2" que servirá como matriz. Cada seis metros se ubican mangueras de ¾" para colocar aspersores de riego de 0.7 m de altura (Foto 89). El uso de sistema de riego por goteo es un elemento cada vez más frecuente en sistemas de producción de cacao muy intensivos, es decir con tecnología de avanzada para un mejor control de los factores de producción.

Sin duda el asesoramiento experto es valioso para sacar más beneficio de las alternativas de irrigación presurizada en beneficio de la huerta renovada de cacao, e incluso para considerar otras alternativas más sofisticadas como el riego por goteo, con el fin de aprovechar al máximo la presencia de fuentes de agua (Foto 90) en la cercanía de la huerta clonal de alta productividad En superficies pequeñas de cacao renovado es claro que se requiere una inversión relativamente alta para la instalación de este tipo de infraestructura de riego ($ 3000/ha); pero los costos operativos se reducen considerablemente.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 89. Sistema de riego por micro aspersión y canal de drenaje instalado para la producción de cacao clonal.



Foto 90. Amplio canal de riego como fuente de agua abundante para regar cacao con enfoque de alta productividad.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Apuntar a una productividad de 2.5 hectárea para cubrir esta y otras inversiones, así como proveer un margen de ganancia atractivo para el productor cacaotero en pequeña escala, hace rato que dejó de ser un objetivo inalcanzable. Este objetivo encarna bien el concepto de "producir más valor económico en menos tierra cultivada", concepto que permitirá sostener el futuro de la actividad cacaotera como negocio en el Ecuador y en el mundo.

Finalmente, la irrigación de la huerta de cacao también beneficiará al plátano durante los años en que este cultivo se encuentra cumpliendo su rol de sombra temporal del cacao y generador de ingresos tempranos. El beneficio se traducirá en un porcentaje más alto de racimos grandes que se venderán a mayor precio. La irrigación beneficiará por igual a los árboles de teca que crecen en el lindero de la huerta, cuyo tronco se verá favorecido por una tasa de crecimiento más rápida, el doble o el triple que bajo condiciones de secano. La mayor tasa de crecimiento con seguridad se traducirá en la acumulación de más metros cúbicos de madera en menor tiempo. En este caso, la expectativa de producir un metro cúbico de madera por árbol, en poco más de 10 años, no parece estar fuera de lugar. Su venta representará un flujo de caja atractivo.

Los frutales menores, particularmente cítricos, mandarinas, guanábana, borojó, etc., intercalados en la huerta para el consumo familiar o con fines comerciales, también se beneficiarán de la aplicación del riego en la huerta. El borojó, un fruto exótico de la Amazonía ecuatoriana, muy nutritivo y aromático por cierto, es un excelente compañero del cacao cultivado en asociación, como se viene observando en una pequeña huerta clonal en la zona de Quevedo donde se ha intercalado este frutal (Foto 91). El cultivo de cacao intercalado con coco, un sistema común en países asiáticos, tiene ejemplos exitosos en la zona de Junín (provincia de Manabí) como alternativa de interés para agregar valor a la tierra sembrada con cacao (Foto 92).

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue



Foto 91. Cacao clonal intercalado con Borojó una fruta exótica de origen Amazónico.



Foto 92. Cacao clonal intercalado con plantas de coco en un sector de la Península de Sta. Elena.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

En resumen, la tierra sembrada con cacao de alta productividad en sistemas de monocultivo, agroforestal o agro-frutícola bien diseñado, no solo se convertirá en la fuente de más ingresos sino que también contribuirá a la plusvalía, aumentando el valor de la huerta y de toda la finca. El productor reafirmará su auto estima y se sentirá orgulloso de su trabajo. Mientras tanto el desarrollo de nuevas variedades de cacao fino de aroma de alta productividad (Foto 93), mejor si son de amplia adaptabilidad, para aportar al desarrollo del sector cacaotero es un proceso continuo.



Foto 93. Una planta de cacao clonal de tres años que produjo 5.8 kg de cacao seco en el año de la foto.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

ANEXOS

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Tabla 1. Costos asociados a la renovación de una hectárea de cacao tradicional durante los primeros **18 meses** de establecimiento del cultivo.

Concepto	Descripción	Cantidad	Valor (USD$)	Total (USD$)
Tumba de la huerta				
Corte y repica de vegetación diferente al cacao	Jornal	20	15	300
Tumba de árboles (motosierra)	Día/máquina	6	50	300
Repicado de árboles tumbados	Jornal	18	15	270
Quema del material repicado	Jornal	2	15	30
Construcción de lagartos	Jornal	4	15	60
Subtotal				**960.00**
Alineamiento del terreno y siembra				
Análisis de suelo	Muestras	1	27	27
Balizado (cacao y plátano)	Jornal	5	15	75
Hoyado (cacao y plátano)	Jornal	8	15	120
Plantas de cacao	Plántulas	1,111	0,7	777.7
Cepas de plátano	Colinos	555	0,2	111
Fertilizante (10-30-10)	Saco 50 kg	1	35	35
Aplicación de fertilizante al hoyo	Jornal	1	15	15
Siembra de plantas de cacao y plátano	Jornal	8	15	120
Subtotal				**1,280.70**
Mantenimiento de la nueva huerta				
Control de malezas manual (chapia)	Jornal	30	15	450
Fertilizante urea	Saco 50 kg	5	35	175

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Concepto	Descripción	Cantidad	Valor (USD$)	Total (USD$)
Fertilizante 10-30-10	Saco 50 kg	8	35	280
Fertilizante sulfato de amonio	Saco 50 kg	5	35	175
Aplicación de fertilizante	Jornal	8	15	120
Deshije y deshoje de plátano	Jornal	10	15	150
Riego (tipo artesanal)	Día/máquina	24	30	720
Subtotal				**2,070.00**
Total				**4,310.70**

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

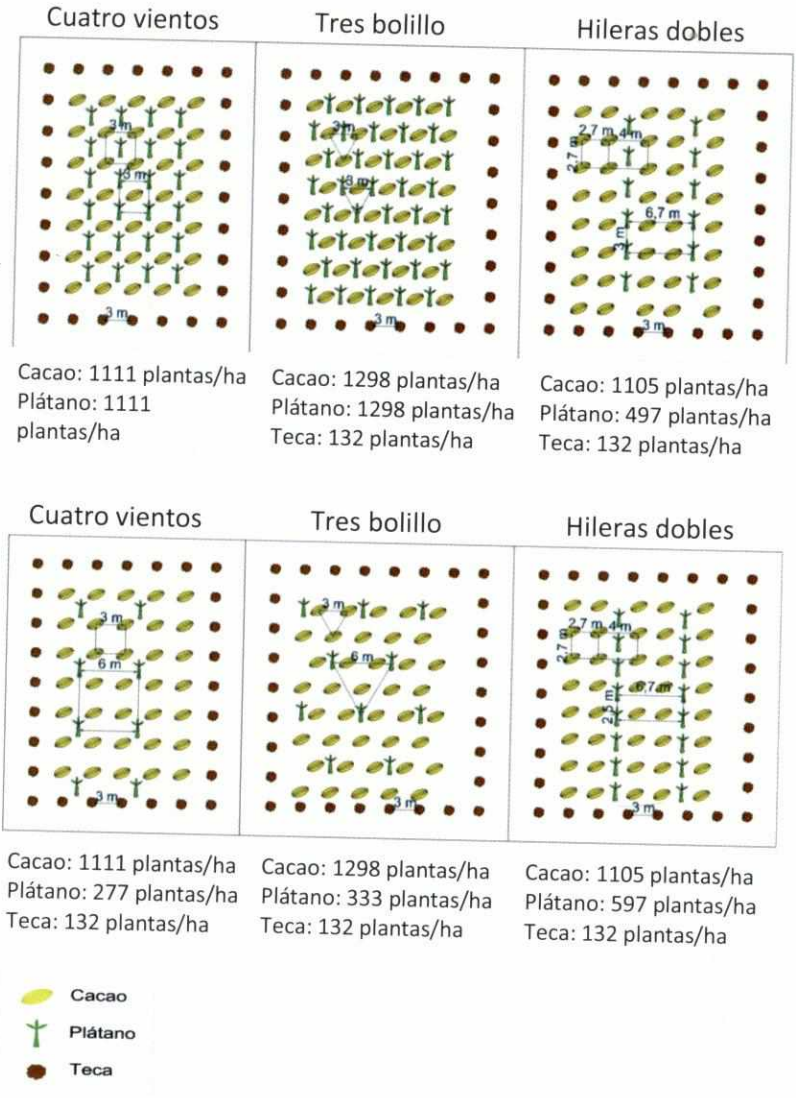


Figura 1. Sistema cacao-plátano en diferentes esquemas de siembra y número de plantas por hectárea.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Agama J; Amores F; Eskes B; Vasco A; Zambrano J 2006. A base study to implement a participative research approach to select superior clones for three traditional cocoa producing zones in Ecuador. Presented at the fifth INGENIC International Workshop on Cocoa breeding to meet farmer´s needs. 15-17 October 2006, San José, Costa Rica.

Almeida A and Valle R. 2007. Ecophysiology of the cocoa tree. Braz. J Plant Phisiology.19:425-448

Amarilla J. 2011. Estudio de la productividad, sanidad y perfiles organolépticos de clones internacionales de cacao (*Theobroma cacao L*) introducidos en la zona de Quevedo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal Quevedo, Quevedo, Ecuador.

Amores F; Agama, J; Mite, F; Jiménez, J; Loor, G; Quiroz, J. 2009. EET-544 y EET-558. Nuevos clones de cacao Nacional para la producción bajo riego en la península de Santa Elena. Boletín Técnico N° 134. Estación Experimental Tropical Pichilingue. INIAP. 47 p.

Amores F., Suárez C. y Garzón I. 2010. Producción intensiva de Cacao Nacional: Tecnología, Presupuesto y Rentabilidad. Estación Experimental Tropical Pichilingue. INIAP. Manual Técnico # 82. 171 p.

Amores F; Revelo S; Suárez C; Motamayor J. C; Schnell R and Gutiérrez O. 2012. Identification of cocoa trees combining high yield potential and resistance to diseases in a segregating progeny in Ecuador. In: Proceedings of the 17th International Cocoa Conference, Yaounde, Cameroon. 7p.

Amores F; Vasco, A; Eskes, B. E; Suárez, C; Quiroz, J; Loor, G; Jiménez, J; Zambrano, J; Bolaños, M; Reynel, V; Terán, M; Quijano, G. 2011. On-Farm and on-Station selection of new cocoa varieties in Ecuador. INIAP/CFC/ICCO/Bioversity International. In: Final Report of the CFC/ICCO/Bioversity International Project on "Cocoa

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Productivity and Quality Improvement: a Participatory Approach (2004-2010)". A.B. Eskes, editor. pp. 59-72 (ISBN 978-92-9043-884-7).

Amores, F y Suárez, C. 2012. La Mazorca negra o Phytophtora: Un creciente problema sanitario del cacao en el Ecuador. Guía Cacaotera 2013. Editor: Corporación Markbar. Pag. 51-52.

Amores F; Agama J; Suárez C; Quiroz J; Motato N. 2009. EET-575 y EET-576: Nuevos clones de cacao Nacional para la zona central de Manabí. Boletín Divulgativo N° 346. Estación Experimental Tropical Pichilingue. INIAP. 28 p.

Amores F; Peña G; Calderón D; Agama J; Suárez C; Motamayor J; Schnell R; Quiroz J; Loor G; Tarqui O. 2010. Research to identify and develop high yielding fine or flavour cocoa in Ecuador. In: Proceedings of the 16th International Cocoa Research Conference. Bali, Indonesia. p 81-92 (ISBN 978-065-959-5).

Amores F. 2014. Impacto de la estructura productiva de la huerta tradicional de cacao en los ingresos del productor. Guía cacaotera 2014. Editor: Corporación Markbar. Pág. 15.

Angamarca M. Determinación del comportamiento de cultivares de cacao tipo Forastero *(Theobroma cacao L)* frente al hongo *Ceratocystis fimbriata* a nivel de laboratorio y campo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Baño S. 2009. Evaluación y selección organoléptica de progenies y árboles híbridos de cacao tipo Nacional en base a la degustación en pulpa fresca y licor. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal Quevedo, Quevedo, Ecuador. 67p.

Barragán D. 2008. Aporte y descomposición de biomasa aérea en asociaciones agroforestales y su influencia en los cultivos de cacao y café. Universidad Técnica Estatal Quevedo. Quevedo, Ecuador. 85p.

Beer J. W. 1987. Adventages, disadventages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cocoa and. Agroforestry Systems, 5:3-13.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

Beer J, Bonnerman A, Chávez N, Fasbender A, Imbach C, and Martel I. 1990. Modelling Agroforestry systems of cacao (Theobroma cacao) with laurel (*Cordia alliodora*) or Poro (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. Agroforestry Systems, 12: 229-244.

Campi C. 2013. Caracterización Fenotípica de 49 accesiones clonales de cacao *(Theobroma cacao L.)* para desarrollar su capacidad de uso. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal Quevedo, Quevedo, Ecuador. 69p.

Castillo C. 2009. Evaluación agronómica de 23 genotipos de cacao tipo Nacional vs. Ocho de cacao tipo Criollo en el norte de Esmeraldas, Colon Eloy. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Esmeraldas Luis Vargas Torres, Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador. 96p.

Daymond A. J, Tricker P. J, y Hadley P. 2011. Genotype variation in photosynthesis in cocoa correlated with stomatal conductance and leaf nitrogen. Biology Plantarum, 55(1): 99-104.

Duguma, V; Gockousky, and Bakala, J. 2001. Smallholder cacao (*Theobroma cacao L*) cultivation in agroforestry systems of west and central Africa: Challenges and opportunities. Agroforestry Systems. 51:177-188.

Galyuon I.K.A, McDavid C. R, Lopez F. B y Spence J.A. 1996. The effect of irradiance level on cocoa (*Theobroma cacao L.*): I. Growth and leaf adaptation. Faculty of Agriculture. The University of the West Indies. Trinidad and Tobago. J. Tropical Agriculture, vol: 73, # 1, pp 23-28.

Hutcheon W. V. 1977. Growth and photosynthesis of cocoa in relation to environmental and internal factors. In: Proceedings of the 5th International Cocoa Research Conference. Pp. 233-244. Cocoa Producers´ Alliance. Lagos, Nigeria.

Jaimez R; Tesara W; Coronel I y Urich R. 2008. Ecofisiología del cacao (*Theobroma cacao L*): su manejo en el sistema agroforestal y sugerencias para su mejoramiento en Venezuela. Revista Forestal Venezolana. V. 52, # 2. Mérida, Venezuela.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

López O. 2007. Determinación de grados de resistencia a la Moniliasis en varios genotipos de cacao mediante la inoculación artificial de las mazorcas con *Moniliopthora roreri.* Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal Quevedo, Quevedo, Ecuador. 43p.

Montoya J. 2009. Comparación de un grupo de clones de cacao tipo Nacional vs. CCN 51 bajo condiciones de secano en la zona de Quevedo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. 61p.

Pereyra, G. 2007. Eficiencia de uso del agua en diferentes cultivares de germoplasma de cacao (*Theobroma cacao L*) en Venezuela. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela, 64p.

Quinaluisa C. 2009. Estudio de la compatibilidad de árboles preseleccionados por productividad y sanidad en un grupo de progenies híbridas provenientes de cruces entre cacao *(Theobroma cacao L)* Nacional y otros orígenes genéticos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal Quevedo, Quevedo, Ecuador, 70p.

Quiroz J; Amores F. 2002. Rehabilitación de plantaciones tradicionales de cacao en el Ecuador. Revista: Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica), # 63, p 73-80.

Quiroz, J; Amores, F. 2010. Rehabilitación de cacaotales tradicionales. Boletín Técnico # 150. INIAP. Programa Nacional del Cacao. Estación Experimental Litoral Sur. 15 p.

Sale P J. 1970. Growth, flowering and fruiting of cocoa under controlled soil moisture conditions. J. Hort. Science, 45:99-118.

Sánchez F. 2013. Productividad, sanidad, calidad física y perfil sensorial de los genotipos de cacao *(Theobroma cacao L)* silvestres presentes en la Colección Chalmers. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal Quevedo, Quevedo, Ecuador. 51p.

Sánchez V. 2007. Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao L*) para la selección de árboles híbridos con perfiles de sabor de

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

interés comercial. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal Quevedo, Quevedo, Ecuador. 82p.

Saquicela D. 2010. Evaluación económica de los componentes del manejo integrado para el control de enfermedades del cacao tipo Nacional. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Politécnica del Ejército, Quito, Ecuador. 87p.

Sarabia W. 2008. Diagnóstico sobre la rehabilitación y recuperación de la capacidad productiva de huertas tradicionales de cacao (*Theobroma cacao L*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal Milagro, Milagro, Ecuador. 72p.

Shibu J and Soregata B. 2012. Agroforestry for biomass production and carbon sequestration: an overview. Agroforestry Syst. 86:105-111.

Suárez C. 2007. La rehabilitación del cacao: Un componente básico del manejo integral del cultivo. Departamento de Protección Vegetal. Estación Experimental Tropical Pichilingue. INIAP. Quevedo, Ecuador. 10p.

Tarqui O. 2010. Evaluación de clones de cacao (*Theobroma cacao L*) provenientes de plantas híbridas seleccionadas por resistencia a la enfermedad Escoba de bruja (*Moniliophtora perniciosa*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal Quevedo, Quevedo, Ecuador. 50p.

Vera J. 2008. Estudio de la respuesta fenológica, sanitaria y productiva del cacao (*Theobroma cacao L*) frente a la aplicación de diferentes intensidades de poda. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador. 76p.

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue

GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Econ. Rafael Correa Delgado
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL

Javier Ponce Cevallos
MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERÍA,
ACUACULTURA Y PESCA

Dr. Juan Manuel Domínguez Andrade
DIRECTOR GENERAL DEL INIAP

Ing. Carlos Alberto Molina Hidrovo
DIRECTOR EET-PICHILINGUE

Autor principal: Freddy Amores P.
e-mail: freddy.amores@iniap.gob.ec
famores.ec@gmail.com

Estación Experimental Tropical Pichilingue
Km 5, vía Quevedo – El Empalme – Casilla Postal 24
Teléfonos: (593) 05 2783044 / 2783128
e-mail: pichilingue@iniap.gob.ec

Noviembre 2014
Quevedo - Ecuador

INIAP - Estación Experimental Tropical Pichilingue