



**INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO
DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE**

MANUAL TECNICO N° 82

**PRODUCCION INTENSIVA DE CACAO
NACIONAL CON SABOR "ARRIBA":
TECNOLOGIA, PRESUPUESTO Y
RENTABILIDAD**

**Freddy Amores P.
Carmen Suárez C.
Iván Garzón C.**

**DICIEMBRE 2010
QUEVEDO - LOS RIOS - ECUADOR**



**INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE

MANUAL TECNICO # 82

**PRODUCCION INTENSIVA DE CACAO NACIONAL
CON SABOR "ARRIBA": TECNOLOGIA,
PRESUPUESTO Y RENTABILIDAD**

**Freddy Amores P.
Carmen Suárez C.
Iván Garzón C.**

**DICIEMBRE 2010
QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR**

Estación Experimental Tropical Pichilingue

KM. 5 VÍA QUEVEDO - EMPALME

Casilla postal: 24

Teléfonos: (05) 2750966 - 967 - 2751018

Email: pichilingue@iniap.gob.ec

Autores:

Freddy Amores P. (Líder del Programa Nacional del Cacao y Café del INIAP)

Carmen Suárez C. (Líder del Dep. Nacional de Protección Vegetal del INIAP)

Iván Garzón C. (Jefe del Depto. Biotecnología de la EE. Pichilingue del INIAP)

Publicación: Manual Técnico # 82

Tiraje: 2000 Ejemplares

Impresión: Grafipubliservi

Impreso en Guayaquil - Ecuador

Diciembre 2010

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

© **Derechos Reservados**

CONTENIDO	PAG.
RESUMEN	7
INTRODUCCION	9
CAPITULO I - ADECUACION DEL TERRENO	21
Pre-limpieza o pica	24
Tumba y troceo	24
Repique	25
Amontonamiento de material después de la tumba y repique	25
Quema de material amontonado	27
Apilada de troncos remanentes de la quema	29
Chapia complementaria	29
Aplicación de herbicidas	30
CAPITULO II - SIEMBRA DEL CACAO COMO CULTIVO PRINCIPAL	31
Preparación de estaquillas	31
Balizado, estaquillado y densidad de siembra	31
Apertura de hoyos	35
Abonamiento al hoyo de siembra	35
Control de malezas antes de sembrar	37
Distribución de las plantas y siembra	37
Cobertura para proteger al cacao recién trasplantado	39
Resiembra de fallas	41
Transporte de agua para aspersiones y otros	42
Aplicación de fungicidas contra la incidencia de escoba de bruja.	42
CAPITULO III - SIEMBRA DE PLATANO COMO CULTIVO ASOCIADO	47
Limpieza, desinfección y clasificación de colinos	47
Apertura de hoyos y siembra	49
Abonamiento al hoyo de siembra	52
Aplicación de nematicidas al hoyo	52
CAPITULO IV - SIEMBRA DEL GUABO COMO SOMBRA PERMANENTE	55
CAPITULO V - MANTENIMIENTO DEL CACAO Y PLATANO	59
Fertilización.	60
Prevención y control de malezas	67
Prevención y control de enfermedades	71
Podas	75
Deshije y deschante de plátano	83
Deshoje plátano	84
Destrucción de los rizomas en plantas cosechadas	84
Deschivado de racimos y enfunde	86
Riego complementario	87
Cosecha	94
Fermentación y secado	99
Transporte	101
Cosecha/procesamiento de plátano	102
CAPITULO VI - INSUMOS	103
Fertilizantes	103
Urea	103
Superfosfato triple	104

Muriato de potasio	105
Sulfato de amonio	106
Abonos completos	108
Micronutrientes y abonos foliares	108
Herbicidas	112
Glifosato	112
Diuron	113
Tordon	114
Insecticidas	114
Malathion	114
Furadán	115
Fungicidas	115
Bankit	115
Koccide	116
Material de siembra	116
Plantas de cacao	116
Colinos de plátano	120
Plantas de guabo	120
Otros Insumos	120
Fundas para la protección de racimos de plátano	120
Cintas para identificación de los racimos	121
Combustible	121
Agua para riego	121

CAPITULO VII - EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	123-124
--	---------

CAPITULO VIII - INFRAESTRUCTURA Y OTROS	125
Fermentador	125
Tendal/Marquesina	129
Sistema de riego	135
Bodega para el almacenamiento del cacao	136
Asesoramiento técnico	137

CAPITULO IX - PRESUPUESTO Y ANALISIS ECONOMICO	139
Consideraciones generales	139
Montos y relaciones entre componentes presupuestarios	148
Ingresos	152
Fuentes de Financiamiento del Presupuesto	154
Análisis de rentabilidad	159
Otros beneficios	161

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	167
--------------------------------	-----

LISTA DE FOTOS

#		Pág.
1	El control de malezas con moto - guadaña amplia la brecha de la productividad del trabajo al compararse con la roza manual.	11
2	Terrenos de topografía irregular combinados con suelos de escasa profundidad y baja fertilidad recortan la productividad del cacao.	12
3	La disponibilidad de fuentes de agua en la cercanía de la Finca causa una gran diferencia en la productividad de la tierra	13
4	Huertas tradicionales de cacao sin manejo y con baja productividad.	16
5	Mazorcas afectadas por la acción de la escoba de bruja y moniliasis que destruyen gran parte de la cosecha.	17
6	Huertas jóvenes y productivas de cacao clonal del tipo Nacional.	20
7	Huertas abandonadas de cacao como un franco desperdicio del valor productivo de los recursos naturales	22
8	Proceso de eliminación de la cobertura vegetal de una huerta abandonada para proceder a su renovación con cacao clonal.	23
9	Daños en brotes de plantas jóvenes de cacao "tocadas" accidentalmente con glifosato durante el control químico de las malezas.	26
10	La ceniza de la quema de troncos durante la preparación del terreno representa una valiosa fuente de abono natural para el cacao.	28
11	Plátano intercalado a una alta densidad dentro de una huerta joven de cacao.	34
12	Fertilización con abono completo al hoyo de siembra antes del trasplante para estimular el crecimiento radicular del cacao.	36
13	Planta clonal de cacao recién sembrada con el debido balance entre la posición del cuello de la raíz y el nivel del suelo.	38
14	Escaldaduras o quemazón de las hojas por insolación a causa de la falta de sombreado temporal del cacao.	39
15	Plantas de cacao recién trasplantadas protegidas con hojas de palma para reducir el riesgo de quemazón foliar por insolación.	40
16	Plantas jóvenes de cacao mostrando la quemazón de las hojas por "diploidiasis", una infección causada por hongos secundarios.	41
17	Síntomas típicos de la infección por escoba de bruja en brotes vegetativos de cacao.	43
18	Frutos "chirimoyas" resultantes de la fecundación de flores provenientes de un cojinete floral infectado por escoba de bruja.	45
19	Colinos limpios versus otros sin tratamiento para reducir la presencia de organismos perjudiciales al plátano desde la siembra.	48
20	Clasificación de colinos de plátano por su tamaño.	49
21	Siembra de colinos en hoyos amplios para facilitar la adaptación y pronto desarrollo de la futura planta de plátano.	50
22	Planta de guabo creciendo intercalada entre las hileras del cacao como fuente de futura sombra permanente y otros beneficios para el cultivo.	55
23	Huerta de cacao clonal tipo Nacional con 2.5 años de edad y alto potencial productivo en la zona de Sto. Domingo de Los Colorados.	59
24	Síntomas combinados de deficiencias de Nitrógeno y Azufre en planta de cacao clonal.	62
25	Incorporación de abonos minerales en aberturas abiertas en el suelo alrededor de plantas de cacao para aumentar su aprovechamiento	64
26	Mulching de tamo de arroz alrededor de plantas de cacao para controlar malezas, regular temperatura y conservar la humedad del suelo.	68
27	Suelo cubierto con residuos de hojas y tallos de plátano para reducir la incidencia de malezas en el espacio entre las hileras de cacao.	69
28	Mazorcas en avanzado desarrollo mostrando su afectación por escoba de bruja y moniliasis.	72
29	Cojinetes florales y frutos de cacao en formación con síntomas de infección por escoba de bruja	73
30	Frutos de cacao afectados por el fenómeno conocido como marchitamiento fisiológico o "cherelle wilt".	74
31	Huerta joven de cacao clonal en el proceso de colocarse un "vestido nuevo" a través de una brotación foliar abundante.	75
32	Planta de cacao clonal de dos años de edad sometida a una poda de formación para dirigir el desarrollo vertical y equilibrado de su copa.	79
33	Frutos jóvenes en proceso de marchitamiento como resultado de la poda drástica de un árbol clonal de cacao.	80

34	Remoción de mazorcas enfermas como parte de un plan integral de manejo sanitario aplicado a una huerta joven de cacao.	81
35	Mazorcas enfermas removidas de la huerta y depositadas en un pozo antes de ser cubiertas con cal para acelerar su descomposición.	82
36	Remoción de hojas enfermas para reducir el nivel de incidencia de la sigatoka negra en plátano.	84
37	Corte del tallo cosechado y destrucción del rizoma para acortar el ciclo productivo del picudo negro en el plátano.	85
38	Enfunde del racimo de plátano para proteger su desarrollo y garantizar su calidad.	86
39	Huerta clonal de cacao mostrando un alto nivel de deterioro (ver puntas desnudas) por el efecto de las sequías anuales.	87
40	Irrigación de un lote de cacao clonal recién sembrado e intercalado con plátano en la zona de Quevedo.	89
41	Campo de cacao clonal recién sembrado cruzado por canales para drenar el exceso de agua en el invierno en una zona con alto nivel freático.	92
42	Proceso de construcción de un pozo de 40 metros de profundidad para riego al costado de un drenaje natural en la zona de Quevedo.	93
43	"Ojo de agua" en la ladera de una montaña que es aprovechado para la captación de agua para riego y otros menesteres.	93
44	Extracción de almendras de cacao en una huerta tradicional durante un período pico de cosecha.	94
45	Almendras con poco mucilago por sobre maduración de la mazorca en comparación con otras en una mazorca normalmente madura.	95
46	Mezcla de almendras sanas y enfermas después de la cosecha que perjudicará la calidad final del cacao.	96
47	Cáscaras de mazorcas al pié de arboles de cacao que luego de su descomposición y mineralización beneficiarán su nutrición.	97
48	Fermentación del cacao mediante el método de cajas.	99
49	Patio de secamiento de cacao.	101
50	Síntomas de deficiencia de Azufre en hojas de plantas jóvenes de cacao.	107
51	Aplicación de fertilizantes foliares en un lote de cacao recién sembrado como parte de un programa para la nutrición integral del cultivo.	111
52	Arboles de cacao "tocados" por una aspersión con glifosato en el año anterior.	112
53	Plantas clonales de cacao uniformes y bien nutridas representa el material de siembra que da lugar a arboles robustos y con precocidad productiva.	117
54	Plantas clonales de cacao con apariencia poco vigorosa y que se deben descartar para la siembra.	119
55	Toma de agua para riego de cacao a partir de una pequeña albarrada en la zona de Quevedo.	122
56	Infraestructura de un fermentador tipo escalera.	125
57	Cotiledones que al corte muestran un halo pardo oscuro a su alrededor como indicador de que la fermentación ha terminado.	126
58	Coloración blanca de la masa de cacao como indicador de la falta de fermentación por escasa aireación interna.	128
59	Almendras de cacao con roturas en la cascarilla las que se convierten en puerta de entrada para la colonización por hongos.	130
60	Almendras bien fermentadas, medianamente fermentadas, violetas y pizarras que ilustran los distintos grados de fermentación.	131
61	Marquesina para controlar el secamiento del cacao.	133
62	Arboles de teca bien mantenidos para aumentar su valor creciendo a lo largo de los linderos de un lote comercial de cacao clonal.	163

LISTA DE TABLAS

1	Características agrícolas de un suelo plano, profundo, fértil, con una buena aptitud para el cultivo del cacao en la zona de Buena Fe, provincia de Los Ríos.	14
2	Suelos con características marginales de fertilidad que restringen la productividad del cacao.	109
3	Zonificación para la siembra de clones de cacao tipo Nacional distribuidos comercialmente por el INIAP.	118
4	Presupuesto para el establecimiento, desarrollo y mantenimiento de una huerta clonal de cacao con una superficie de 2 hectáreas para alcanzar el objetivo de alta productividad de cacao fermentado y seco.	140
5	Criterios de calidad para evaluar y clasificar el cacao en grano de acuerdo a la norma técnica INEN 176.	156

FIGURA

1	Esquemas de siembra (Cuadro y Tres Bolillo) para intercalar cacao, plátano y guabo en sistemas intensivos de producción.	33
---	--	----

RESUMEN EJECUTIVO

Antes de entrar a describir y explicar las actividades relacionadas con la siembra, mantenimiento y producción de cacao Nacional con sabor “Arriba”, se presentan y analizan en forma general los fundamentos económicos de la producción agrícola con carácter intensivo, subrayando la relevancia de la calidad del capital natural (entorno ambiental) y tecnología para ampliar la rentabilidad del cultivo. Luego, se reseña el proceso de preparación del terreno, siembra del cacao, plátano (sombra temporal) y guabo (sombra permanente), diseccionando el entramado de las razones técnicas que sostiene la ejecución correcta de estas actividades.

Más tarde, mediante el uso de un lenguaje coloquial en algunos pasajes, se incurSIONA con alguna profundidad en el fundamento técnico (e incluso científico) de las actividades que abarcan la etapa de mantenimiento productivo de la huerta. Después de cubrir la agronomía y beneficio postcosecha del cacao, y tocar aspectos claves del manejo del plátano como cultivo asociado en los primeros años, se identifica, describe y explica la naturaleza de los distintos insumos (agroquímicos, material de siembra, agua de riego, entre otros) que intervienen en el proceso productivo, haciendo un esfuerzo para ilustrar su papel, funcionamiento e implicaciones con relación al cumplimiento del objetivo de alta productividad.

Una reseña de los equipos y herramientas que requieren tenerse a mano para aumentar la productividad del Trabajo y de la Tierra en las distintas tareas vinculadas al cultivo, complementa esta sección. El señalamiento de la infraestructura necesaria (sistema de riego, batería de fermentación, facilidades de secado, etc.), acompañado de la justificación técnica y económica para invertir en dicha infraestructura, representa un componente clave que ayuda a reflejar la necesaria integralidad del proceso productivo. Más adelante, se subraya la relevancia del presupuesto como hito referencial que permite ordenar y ejecutar las decisiones de inversión y financiamiento, acompañando esta exposición con una Tabla que contiene las categorías de inversión, rubros de gastos y montos.

La presentación de un flujo de caja, el que en primera instancia refleja el impacto de los ingresos sobre la capacidad del proyecto para responder a la inversión que demanda su puesta en marcha y desarrollo, culmina la descripción en el ámbito presupuestario. A continuación, se plantean opciones de las que el productor puede echar mano para financiar la nueva huerta, seguido por el respectivo análisis de rentabilidad. Mediante los indicadores financieros VAN y TIR se prueba que el proyecto representa una alternativa real de inversión, demostrando que al final de los 10 años tomados como horizonte temporal para el análisis, hay creación de valor económico. Antes de terminar, se cuantifica el ingreso del productor y su familia con la huerta en plena producción, señalando el aporte del proyecto al bienestar socio-económico de la misma. Por último, se da un vistazo a otras oportunidades que el productor puede explorar, en el afán de extender los beneficios económicos de la inversión en su huerta.



PRODUCCION INTENSIVA DE CACAO NACIONAL CON SABOR "ARRIBA": TECNOLOGIA, PRESUPUESTO Y RENTABILIDAD

INTRODUCCION

Tierra, Capital y Trabajo son los recursos que al combinarse durante el proceso de producción agropecuario dan como resultado la creación de valor económico. En este contexto, el recurso Tierra queda definido como el espacio dotado de atmósfera, luz solar, viento, temperatura, lluvia, biodiversidad, suelo, nivel freático, entre otros componentes del entorno. Todos son parte de la naturaleza que nos rodea y que intervienen en calidad de insumos ambientales, en este caso particular, para la producción de almendras de cacao Nacional con sabor "Arriba".

En cambio, la infraestructura (pozos de riego, fermentador, marquesina, bodega, etc.), equipos (bombas de aspersión, moto guadañas, etc.), insumos (material de siembra calificado, abonos, plaguicidas, etc.) y tecnologías (fertilización, irrigación, podas, manejo integrado de enfermedades, fermentación, etc.), son "herramientas" en las cuales el productor cacaotero se apoya para multiplicar su esfuerzo en la dura tarea de hacer producir la Tierra. Todas las "herramientas" empleadas en el proceso productivo se enmarcan dentro del concepto de Capital. Ellas potencian el esfuerzo del productor ya que al aumentar la productividad tanto del Trabajo como de la Tierra, ayudan a crear más valor económico, es decir más retorno a la inversión que la rentabilidad exigida.

Sin embargo, hay una diferencia importante entre las distintas "herramientas". Algunas como el fermentador o la marquesina, tardan años en desgastarse, antes de que surja la necesidad de su reemplazo con una construcción nueva. Otras, como los abonos que son necesarios para restaurar la fertilidad del suelo, se consumen o "gastan" en poco tiempo, a medida que las plantas crecen y la cosecha se desarrolla. Por ejemplo, la úrea, uno de los fertilizantes más comunes, se consume en el transcurso de pocas semanas.

Al aumentar el número y tipo de "herramientas" utilizadas por el productor para hacer crecer la productividad en el campo, decimos que un cultivo, cualquiera que este sea, se encuentra formando parte de un sistema intensivo de producción. Tal sistema tiene como objetivo el incremento substancial de las cosechas por unidad de superficie. A continuación describiremos un ejemplo para aclarar este concepto.

Un terreno dedicado a la ganadería bien tecnificada (con riego, abonos, pastos mejorados, rotación de potreros, provisión de sales suplementarias para el ganado, etc.), tiene la capacidad para mantener en buenas condiciones hasta 10 animales por hectárea por año. En el otro extremo, sin el uso de estas “herramientas”, un solo animal necesita hasta 10 hectáreas por año para satisfacer sus necesidades nutritivas mínimas. Este último es el caso de un sistema de producción ganadera tan extensivo como el que usualmente se practica en las montañas de la provincia de Manabí. Lo de extensivo se refiere a la falta de tecnificación (ausencia de “herramientas para controlar los factores de producción”) más no a la superficie empleada en el cultivo.

Por tanto, desde el punto de vista del nivel de tecnificación aplicado, tenemos que admitir que la mayor parte de la producción cacaotera del país proviene de huertas tradicionales manejadas extensivamente, prácticamente sin el uso de “herramientas” o Capital. Sin embargo, en el sur occidente de la cuenca hidrográfica del Guayas, se observan fincas cacaoteras tradicionales con algún nivel de riego complementario por surcos. Su productividad va más allá del doble del promedio nacional estimado en unos 5 quintales por hectárea, demostrando un modesto grado de avance tecnológico.

Finalmente, el Trabajo como recurso económico, está representado por la concentración mental y el esfuerzo físico que el productor invierte en las tareas de planificación, organización, dirección, ejecución y control de las distintas actividades (por ejemplo la limpieza de la vegetación original del terreno, preparación del suelo, transporte y siembra de plántulas, ejecución de las podas estructural y sanitaria, cosecha, fermentación, secado, etc.), las mismas que al integrarse dan forma al proceso productivo.

Sin perder de vista la definición anterior, es fácil darse cuenta que sin el apoyo del Capital (infraestructura, equipos, herramientas, insumos y tecnología en general), el desarrollo y expansión de la productividad, tanto del Trabajo como de la Tierra, no llegará muy lejos. Es el Capital el que alivia y multiplica en forma importante el esfuerzo del productor en el campo, contribuyendo al incremento de la productividad de la Tierra sobre la que se aplica dicho esfuerzo.

A continuación describimos otro caso para ilustrar el impacto que ejerce el Capital sobre la productividad de la mano de obra. No es lo mismo deshierbar una huerta joven de cacao a “punta” de machete (aunque muy básico el machete ya es una herramienta para aumentar la productividad del

trabajo físico), que si la misma actividad se realiza utilizando una rozadora motorizada o moto-guadaña, la que ya representa un importante bien de Capital (su costo se encuentra alrededor de \$ 1,000 USD por unidad).

En el primer caso, dependiendo de la cantidad y agresividad de las malezas presentes, (por ejemplo, la “caminadora” y “saboya” son malezas extremadamente agresivas que bajo condiciones favorables de humedad y temperatura crecen ¡entre 8 y 10 cm por día!), se requieren de 40 a 50 horas de trabajo (8 a 10 jornales) para desmalezar una hectárea. En cambio utilizando la moto-guadaña, una sola persona puede deshierbar la misma superficie en poco más de 8 horas (Foto 1). La contribución del Capital al aumento de la productividad del Trabajo no admite discusión en este caso.



Foto 1. El control de malezas con moto guadaña amplía la brecha de la productividad del trabajo al compararse con la roza manual.

A veces la Tierra cultivada con cacao es marginal, lo que significa que la calidad de los recursos naturales con los que está dotada deja mucho que desear en cuanto a su capacidad agrícola. Por ejemplo, podría ser el caso de que la Finca está ubicada en una zona con lluvias escasas y mal distribuidas durante el año. Además, los suelos pueden ser parte de terrenos dominados por una topografía bastante irregular, con pendientes y lomas difíciles de trabajar, los que con frecuencia adolecen de fertilidad insuficiente y escasa profundidad interfiriendo en el normal desarrollo del cultivo (Foto 2).



Foto 2. Terrenos de topografía irregular combinados con suelos de escasa profundidad y baja fertilidad recortan la productividad del cacao.

Para completar las características de este escenario marginal para el cacao, a lo mejor la Finca tampoco cuenta con una fuente de agua cercana con el propósito de aplicar riego complementario a la huerta durante el verano. Las fuentes de agua pueden estar representadas por “ojos” de agua que nacen en laderas de montaña, albarrada, quebrada, estero, río, o un canal revestido, que facilite su captación para la aplicación de riego a los cultivos (Foto 3), atenuando el impacto de la sequía, un problema que azota a gran parte de la superficie cacaotera del Ecuador. Por lo tanto, la disponibilidad de una fuente cercana y accesible para la fácil captación de agua para el riego, representa uno de los activos más valiosos de cualquier Finca.



Foto 3. La disponibilidad de fuentes de agua en la cercanía de la Finca causa una gran diferencia en la productividad de la tierra.

En el hipotético caso de la Finca que acabamos de describir, la capacidad agrícola de la Tierra se encuentra grandemente restringida. El objetivo de lograr la máxima productividad por hectárea, demandará un monto elevado de inversión que permita disponer del Capital (infraestructura, equipos, herramientas, insumos e incluso asesoría técnica frecuente) necesario para aliviar o eliminar las desventajas que la aquejan, contribuyendo al aumento de su productividad.

Pero si bien un alto nivel de inversión corrige las limitaciones naturales de la Tierra, se requieren de recursos financieros adicionales, los que usualmente son escasos y difíciles de conseguir, más aún en el ámbito de la producción agrícola. Además, la inversión tiene que ser económica, es decir que el retorno debe alcanzar un nivel suficiente para asegurar su recuperación y cubrir el riesgo asociado.

Puede ser que haya otras zonas donde el potencial agrícola que exhibe la Tierra de la Finca sea más atractivo para el cultivo del cacao, al estar provista por ejemplo, con

terrenos planos, suelos fértiles y profundos, bastante cerca de una fuente de agua para regar en la época seca, además de contar con una precipitación anual más generosa, de la que el cultivo se va a beneficiar.

En el caso de la Tierra bien dotada con recursos naturales para la producción agrícola, la importancia del Capital en su papel de apoyo al proceso productivo se mantiene, pero la magnitud de la inversión requerida sin duda será menor. A lo mejor, el costo de implementación del sistema de riego disminuye al disponerse de una fuente de agua cercana y accesible. También es posible que la necesidad de abonamiento sea moderada porque el suelo es profundo y fértil (Tabla 1). Por último, el trabajo físico será más llevadero y menos oneroso para el productor, si la Finca cuenta con terrenos planos, entre otras ventajas que se pueden aprovechar de esta condición topográfica.

Los ejemplos anteriores clarifican el motivo por el que hay que identificar y priorizar la mejor Tierra de la Finca para invertir los escasos recursos financieros disponibles para la agricultura. Los objetivos que se persiguen con la priorización son: aumentar la productividad, asegurar la recuperación de la inversión, lograr una retribución suficiente al dinero invertido y finalmente, compensar el riesgo en que el productor incurre al invertir.

El riesgo es un problema que acosa a cualquier inversión y siempre es mayor en el ámbito agropecuario, al compararse con el de otros ámbitos productivos, por ejemplo con el de la industria. En el caso de la industria, el entorno productivo como una fuente de riesgos, se encuentra bastante mejor controlado. En cambio, al observar el entorno agropecuario, detectamos que se caracteriza por la presencia de factores inciertos y de difícil control.

Tabla 1. Características agrícolas de un suelo plano, profundo, fértil, con una buena aptitud para el cultivo del cacao en la zona de Buena Fe, provincia de Los Ríos.

Profundidad (cm)	%			pH	%			ppm	meq/1000 cc				%	Agua
	Arena	Limo	Arcilla		Materia Orgánica	Carbono Orgánico	Nitrogeno Total		Fósforo	Calcio	Magnesio	Potasio		
0 - 10	39.50	53.50	7.00	6.10	7.30	4.33	0.46	21.00	18.20	3.90	0.90	27.40	84.00	0.24
10 - 52	56.60	40.10	3.30	5.90	2.80	1.65	0.17	14.00	8.90	0.90	1.10	19.40	57.00	0.25
52- 83	48.60	48.00	3.40	6.10	2.80	1.65	0.16	-	7.70	0.40	0.90	18.20	51.00	0.29
83 - 102	35.20	51.80	13.00	5.80	1.00	0.58	-	-	5.80	0.60	1.60	11.90	69.00	0.32
102 - 130	32.70	40.20	27.10	6.30	0.40	0.24	-	-	4.60	1.10	0.50	9.20	71.00	0.15

* Capacidad de Intercambio Catiónico

Aun con la aplicación de un alto nivel de intensidad tecnológica hay factores (una enfermedad o plaga desconocida, la presencia del fenómeno del Niño, etc.) cuyo control se puede ir de las manos. En un párrafo anterior ya aclaramos el concepto de intensidad tecnológica para su mejor interpretación. De la zona de Sto. Domingo de Los Colorados, se reportaron temperaturas y horas de sol anormalmente bajas en el verano 2010, lo que al parecer ha recortado en alguna medida la cantidad de flores producidas, con posibles efectos a corto plazo sobre la productividad del cacao. Este es un ejemplo que ilustra la incertidumbre de los eventos ambientales y su difícil control.

La baja productividad de las huertas tradicionales (Foto 4), en las que el uso del Capital está ausente, es consecuencia de la pobre agronomía que recibe el cultivo y en algunas zonas es una respuesta a la marginalidad de la Tierra donde se asienta el cacaotal. Tal circunstancia negativa se agrava al combinarse con la escasez de mano de obra familiar (por migración de los miembros más jóvenes de la familia a los centros urbanos) y ausencia de financiamiento para contratar Trabajo y adquirir Capital (incluso la contratación de asesoramiento técnico que también es una forma de Capital).

Además, el productor está asediado por un alto nivel de incertidumbre, al momento de procesar cualquier decisión de inversión en mente para mejorar el desempeño de su huerta. El cacao es un cultivo normalmente amenazado por enfermedades (principalmente escoba de bruja y moniliasis) agresivas, las que sin medidas adecuadas de prevención y control pueden destruir un alto porcentaje de la cosecha (Foto 5), tan alto como el 90% en casos extremos. Esta última situación es particularmente notoria en cacaotales del nor occidente de la provincia de Esmeraldas.



Foto 4. Huertas tradicionales de cacao sin manejo y con baja productividad.



Foto 5. Mazorcas afectadas por la acción de la escoba de bruja y moniliasis que destruyen gran parte de la cosecha.

En este escenario la voluntad de invertir se debilita reforzando el fenómeno de la baja productividad del cacao en el Ecuador. Los factores antes señalados se combinan con lluvias muy estacionales (significa que llueve solo durante pocos meses) y escasas, circunstancia que trae aparejada una fuerte sequía en el segundo semestre del año. Este rasgo climático marca gran parte de las principales zonas cacaoteras del país, explicando también el bajo promedio de rendimiento de nuestras huertas tradicionales.

Con estos antecedentes, cualquier nueva inversión para sembrar cacao clonal de la variedad tipo Nacional, tiene que decidirse sobre la base de la evaluación cuidadosa de la calidad de los recursos naturales (suelo fértil y profundo, lluvias mejor distribuidas, disponibilidad de una fuente de agua cercana para regar en la época seca, terrenos relativamente planos, entre otros) con que cuenta la Finca.

Al terminar la evaluación, procedemos a identificar y seleccionar aquella porción de la Finca cuya Tierra se encuentra mejor dotada con potencial natural para producir, en la que podemos invertir cantidades modestas de Trabajo y Capital, con una reducción importante del nivel de riesgo. Bajo estas condiciones, la productividad del cacao se desarrollará lo suficiente para generar ingresos que no solo cubran la inversión y rentabilidad exigida, sino que vayan más allá en el proceso de creación de valor económico.

Frente al propósito anterior, inevitablemente surge la siguiente inquietud: ¿Con qué costo y productividad se puede lograr el retorno suficiente por dólar invertido para resarcir al productor, tanto por su trabajo como por el riesgo incurrido al invertir en cacao? El presente Manual Técnico está diseñado para que aquellos productores con interés en el cultivo, dispongan de información útil para pensar, analizar y construir respuestas a la pregunta planteada.

El contenido del presente Manual describe las distintas etapas y actividades en que se encuentra organizado el proceso productivo, reseña el fundamento técnico que justifica tales actividades, estima sus costos, señala las necesidades de mano de obra, insumos, herramientas, equipos e infraestructura, incluyendo precios actualizados. También identifica el origen y monto de los ingresos, antes de finalizar haciendo estimaciones acerca del posible retorno a la inversión realizada, señalando además otros beneficios para el productor (los que pueden ir más allá de los meramente económicos).

Difícilmente encontramos en nuestro medio, un documento concebido y organizado de esta manera, para dar respuestas a cuestiones técnicas, agronómicas y económicas al mismo tiempo. Al menos a las preguntas más frecuentes, con relación a la siembra, desarrollo y producción de huertas jóvenes de cacao clonal de tipo Nacional, utilizando material de siembra calificado.

Esperamos que se convierta en una herramienta valiosa para aclarar, apoyar y orientar el proceso de formulación, análisis y toma de decisiones de los productores interesados en invertir en cacao, un producto cuya demanda mundial crece a una tasa cercana a las 100,000 toneladas cada año y que en el 2011 moverá un comercio mundial de 12,000 millones de dólares (el cacao como materia prima permite el funcionamiento de una industria global que vale al menos diez veces más). Bueno, ¿en algún lugar del planeta alguien con su producción tiene que contribuir a esas toneladas adicionales!



El esquema informativo antes señalado se ha construido con una importante premisa de trasfondo: “Beneficiar al agricultor de la alta productividad de las variedades mejoradas de cacao tipo Nacional con sabor “Arriba” sembradas en pequeñas superficies de terreno. Para este fin se utilizará aquella porción de la Finca mejor dotada con recursos naturales de calidad, aplicando el Trabajo y Capital necesarios para aprovechar de la mejor manera la contribución de dichos recursos al proceso productivo”. Hay cultivos comerciales en marcha que demuestran que tal aspiración es perfectamente válida (Foto 6).

La superficie tomada como base para generar los datos de producción utilizados en el análisis económico que acompaña este documento, es igual a 2 hectáreas. Eso sí, no se descarta el interés que alguien pudiera tener en sembrar superficies de cacao con mayor extensión, beneficiándose de los datos, cifras, explicaciones, orientaciones y recomendaciones contenidas en el presente Manual, así como de la economía de escala (disminución del costo unitario de producción) que surge al aumentar la superficie cultivada. Si ese fuera el caso, lo alentamos a continuar.

Con el fin de seleccionar la mejor Tierra, siempre será importante tener presente que el potencial productivo de los suelos de cualquier Finca, normalmente varía de un sector a otro. Con frecuencia esta variación es amplia. En una finca a orillas de río Quevedo se encontró que en distancias tan cortas como 100 metros, el suelo cambiaba de una textura franco arcilloso a una arenosa fina, y luego otra vez a una textura franca. Los suelos con alto porcentaje de arena se secan rápido, surgiendo la necesidad de regarlos con más frecuencia. Además son menos fértiles.

El presente Manual también viene acompañado de una Tabla en la que se estructuran y detallan las cifras de inversiones, costos operacionales, ingresos y beneficios, cifras que finalmente se utilizan en el análisis de la rentabilidad de la Tierra cultivada con cacao. Aunque el análisis económico está centrado en un horizonte temporal de 10 años, se hacen proyecciones creíbles para la década posterior a la del análisis.

Por esta razón incluimos consideraciones adicionales sobre el flujo de ingresos que una superficie de 2 hectáreas con alguna seguridad va a generar en la década posterior a la del análisis reportado. También se señalan otras implicaciones favorables que un cultivo bien llevado puede ejercer, no solo sobre el valor de la Tierra sembrada con cacao, sino sobre toda la Finca.



Foto 6. Huertas jóvenes y productivas de cacao clonal del tipo Nacional.

CAPITULO I

ADECUACIÓN DEL TERRENO

Una vez que se ha tomado la decisión de sembrar cacao, el siguiente paso es la adecuación del terreno con antelación suficiente, a fin de dejarlo listo para la siembra antes de que lleguen las primeras lluvias. Con frecuencia los terrenos seleccionados están cubiertos con vegetación variada, compuesta de distintos tipos de plantas (enredaderas, bejucos, arbustos, plátanos, plantas frutales, arboles pequeños, medianos y grandes), entremezclados en densidades que cambian de un sitio a otro.

En ocasiones, el terreno elegido es un cacaotal viejo, con apenas unos pocos árboles por hectárea, abandonado por su baja productividad (Foto 7), lo que ha dado lugar al desarrollo más o menos abundante de otras especies vegetales que se encuentran formando una cobertura entremezclada, tupida, compleja y carente de valor económico.

En ambos casos, la cobertura vegetal dificulta el desplazamiento del personal de campo para trabajar en las labores que demanda la preparación del terreno. Hay que deshacerse de esta cobertura (Foto 8) antes de que empiece el invierno, ya que es mejor que la siembra del cacao coincida con el inicio de las lluvias para aprovechar al máximo este recurso natural.

En conjunto el costo estimado de mano de obra para la fase de adecuación del terreno asciende a \$ 1,660 USD en la superficie señalada. Esta primera etapa abarca varias actividades manuales que se describen a continuación acompañadas de sus costos específicos.



Foto 7. Huertas abandonadas de cacao como un franco desperdicio del valor productivo de los recursos naturales.



Foto 8. Proceso de eliminación de la cobertura vegetal de una huerta abandonada para proceder a su renovación con cacao clonal y plátano.

Pre-limpieza o pica

Esta actividad consiste en el corte de malezas grandes como las ortigas, camachos, platanillos, plantas de tipo arbustivo y plantas de hábito trepador. Estas últimas usualmente se encuentran cubriendo los arbustos y árboles de mediana altura, así como otras especies de fácil corte.

Para deshacerse de este tipo de vegetación se utilizan machetes bien afilados. En esta fase temprana, aun no se puede usar motosierra o moto-guadaña (rozadoras a motor), o algún otro tipo de herramienta motorizada. La cobertura del terreno es densa y presenta infinidad de obstáculos para el avance del operador de cualquier equipo, poniendo en riesgo su seguridad física, además de que el equipo también puede sufrir daños.

Por tanto, el objetivo de la pre-limpieza, es el de reducir la densidad de la vegetación ligera para un primer aclareo del área, abriendo espacios que faciliten el acceso y circulación del personal que entrará más tarde a tumbar la vegetación mayor de tipo semi arbóreo y arbóreo. El costo de la mano de obra estimado para esta actividad es de \$ 500 USD.

Tumba y troceo

Esta actividad consiste en el corte, usualmente con motosierra, de la vegetación semi-arbórea y arbórea presente en el terreno, incluyendo arboles maderables, arboles viejos de cacao, arbustos mayores y rebrotes de arbustos. La tarea descrita se facilita toda vez que en la fase anterior ya se completó la pre-limpieza o pica.

Antes de proceder a la tumba de la vegetación mayor, se seleccionan para dejar en pie aquellos arboles con escasa interferencia para el futuro cultivo, y que por el contrario le sean útiles al proveerle de sombra y fijación de Nitrógeno atmosférico (en caso de que sean arboles de la familia de las leguminosas). También se pueden dejar arboles que provean frutas para el consumo familiar. ¡Quien no disfruta de las refrescantes mandarinas!, uno de los árboles frutales que con más frecuencia se deja en pie dentro de una huerta joven de cacao, luego de eliminar la huerta vieja.

Después de la tumba se procede al seccionamiento (troceo) de los troncos y ramas gruesas que descansan sobre el piso. Mediante esta acción, se logra despejar en gran medida el terreno de obstáculos mayores, los que de otra manera dificultarán el desplazamiento del personal durante las labores de roza y siembra. El costo de la mano de obra estimado para esta actividad es de \$ 200 USD.

Repique

El repique es una actividad complementaria a la tumba. Se realiza con el apoyo de una motosierra mediana y la ayuda de machetes grandes. La motosierra se utiliza para cortar a ras de piso el tronco de los árboles así como también ramas secundarias de distinto grosor. Por lo general, éstas últimas quedan entrecruzadas sobre el piso luego del troceo, obstaculizando el desplazamiento del personal de campo para tareas avanzadas de preparación.

La gran cantidad de ramas finas y ramillas acumuladas en el piso después de la tumba y troceo también se cortan, hasta donde sea posible, como parte del proceso de repique. El objetivo es avanzar un paso más en el aclareamiento gradual del terreno antes de dejarlo listo para la siembra. El costo de la mano de obra estimado para esta actividad es de \$ 240 USD.

Amontonamiento del material después de la tumba y repique

Aun cuando el material proveniente del corte y tumba de la vegetación original ya se encuentra repicado, en este momento todavía es inconveniente realizar el balizamiento del terreno, actividad que se refiere a la colocación de estacas para marcar las hileras del cultivo. En tales condiciones, no solo que se dificulta la tarea de cavar los hoyos de siembra, sino que una vez que las plantas quedan sembradas, el control de malezas con guadañas motorizadas o con machete se torna extremadamente difícil. Tal cosa sucede porque los obstáculos aun presentes, chocan contra las herramientas en operación, lo que inclusive representa un riesgo físico para el operador.

Adicionalmente, las irregularidades en la superficie del terreno también dificultan el desplazamiento y la uniformidad de la aplicación de los herbicidas, aumentando el riesgo de que las plántulas sean “tocadas” accidentalmente por la aspersión (Foto 9), con el consiguiente riesgo de pérdida de vigor, e incluso su muerte, si se trata de productos que se traslocan dentro de la planta. Es un problema frecuente en las nuevas siembras de cacao.



Foto 9. Daños en brotes de plantas jóvenes de cacao “tocadas” accidentalmente con glifosato durante el control químico de las malezas.

Para evitar estos contratiempos conviene apilar el material cortado y repicado, al menos el más voluminoso, en montones de tamaño variable, según como se encuentre distribuida su densidad o abundancia en los distintos sectores del terreno. En la medida de lo posible, es mejor que los montones queden orientados en la misma dirección en la que se pretende balizar las futuras hileras del cultivo, para reducir la interferencia en esta labor y en la siembra.

El objetivo de esta actividad es avanzar un paso más en el proceso de aclareamiento gradual del terreno para facilitar el desplazamiento del personal en las etapas avanzadas de preparación y siembra. El costo de la mano de obra estimado para esta actividad es de \$ 400 USD.

Quema de material amontonado

Aunque el material amontonado permite la formación de espacios relativamente amplios y “limpios” para facilitar las tareas del balizamiento, estaquillado y siembra, todavía representa un obstáculo importante para su ejecución. Por tal motivo dicho material tiene que quemarse.

Normalmente, la quema se lleva a cabo cerca del final del verano, una vez que la vegetación cortada y repicada ha perdido suficiente humedad y está bastante seca para “agarrar” el fuego. Si esperamos demasiado, nos acercamos peligrosamente al momento del inicio de las lluvias, corriendo el riesgo de que los aguaceros lleguen antes de tiempo, impidiendo la quema de los montones.

Con la quema, la mayor parte del material proveniente de la vegetación cortada se reduce a cenizas, particularmente si el material ha sido uniformemente picado y distribuido en montones, a lo largo y ancho del campo.

A propósito, la ceniza es un abono natural cuya importancia hay que tenerla presente para su mejor aprovechamiento como un recurso local. Las plantas o hileras de cacao que coinciden con sectores donde hay la acumulación substancial de ceniza, crecen con mayor vigor y salud nutricional, debido a la gran cantidad de nutrientes, particularmente de Potasio, que aporta este residuo vegetal. Mejor si las cenizas son oscuras (Foto 10), porque significa que aun contienen cantidades importantes de Nitrógeno y Azufre, elementos que al no haberse volatilizado totalmente con la quema, son de rápida mineralización para su aprovechamiento por el cultivo.

Además, en los sectores donde se ha quemado el material cortado, los problemas con malezas se reducen en forma importante. Las semillas de

las plantas indeseables ubicadas en los primeros centímetros de profundidad del suelo, se queman o pierden viabilidad por su exposición a las altas temperaturas. Al quemar, hay que tener la precaución de hacer el espaldeo en las áreas aledañas a los linderos. Así evitamos que el fuego pase a las fincas vecinas afectando sus cultivos y creando litigios.



Foto 10. La ceniza de la quema de troncos durante la preparación del terreno representa una valiosa fuente de abono natural para el cacao.

La quema se facilita mediante el uso de una caña guadua seca y picada en la punta, la que empapada con un poco de gasolina y prendida, permite trasladar fácilmente el fuego de un montón a otro. Hay que hacer las pausas necesarias para que los troncos “prendan” bien. El costo de la mano de obra estimado para esta actividad es de \$ 60 USD.

Apilada de troncos remanentes de la quema

Después de la quema, siempre es conveniente recolectar el material remanente, particularmente troncos y partes de las ramas gruesas que no se quemaron, o se quemaron insuficientemente. Este material se apila nuevamente formando “hilos” o “lagartos” de poco volumen y anchura.

Si las condiciones ambientales lo permiten los “lagartos” se vuelven a quemar. De lo contrario, se dejan ubicados de tal manera que su descomposición se facilite durante el invierno. Hay que tener el cuidado de que exista una interferencia mínima con el trazo de las futuras hileras del cultivo, así como con la realización de tareas posteriores de mantenimiento. El costo de la mano de obra estimado para esta actividad es de \$ 80 USD.

Chapia complementaria

La presencia de las lluvias combinada con la mayor luminosidad que incide sobre el área trabajada y desprovista de la cobertura vegetal original, promueve el rápido rebrote de arbustos y también la germinación y crecimiento agresivo de una alta población de malezas de tipo anual. Estas pueden ser de hoja ancha como las ortigas, bledos, escobas y otras. También gramíneas como la saboya y caminadora, cuyas semillas usualmente se encuentran en estado de reposo a distintas profundidades en el suelo, esperando el regreso de condiciones ambientales propicias para germinar y colonizar rápidamente el terreno.

Con el fin de superar el problema señalado, es conveniente realizar una chapia manual para el control complementario de malezas. Al terminar la chapia, el terreno quedará listo para la siembra de las especies de sombra (temporal y permanente) y el cacao. El costo de la mano de obra estimado para esta actividad es de \$ 160 USD.

Aplicación de herbicidas

Antes de sembrar el cacao, plátano (sombra temporal) y guabo (sombra permanente), en ocasiones es necesario el control químico de malezas muy rústicas y difíciles de eliminar. Con este propósito se recomienda utilizar la mezcla de los herbicidas glifosato y 2, 4-D Amina en dosis de 2 + 1 litro/ha. La aplicación sirve también para controlar malezas de hoja ancha y gramíneas recién germinadas, o que se encuentran en sus primeros estadios de desarrollo.

Al observarse rebrotes de árboles o arbustos, camachos y platanillos es conveniente la aplicación de los herbicidas Tordon o Combo, en dosis de 5 cc por litro, en forma dirigida específicamente a las manchas o sitios de rebrote. Puesto que no se requiere una gran cantidad de la mezcla herbicida, hay que preparar solo el número de litros necesarios para cubrir los sitios o sectores que representan un problema. La aplicación de este tipo de herbicidas sobre los “tocones” remanentes de la tumba de arboles también es recomendable para acelerar la descomposición de raíces. Así evitamos la activación y multiplicación de hongos del suelo que antes estaban asociados a las raíces de los árboles y que luego podrían atacar al cacao.

El costo de la mano de obra estimado para cumplir con esta actividad se sitúa en \$ 20 USD.



CAPITULO II

SIEMBRA DEL CACAO COMO CULTIVO PRINCIPAL

Las actividades estrechamente vinculadas a la fase de la siembra del cacao como cultivo principal se describen a continuación. El costo estimado de la mano de obra total asociado a esta etapa del proceso productivo asciende a \$ 400 USD para la superficie señalada.

Preparación de estaquillas

Con el terreno limpio se traza un plan de siembra. Para marcar dicho plan en el campo se necesita una gran cantidad de estaquillas, usualmente de caña, con longitud aproximada de un metro, dos a tres centímetros de ancho y dotadas de punta más o menos afilada en un extremo lo que facilita el “clavado” en el piso. En total se necesitan unas 3,000 “latillas” para estaquillar los puntos de siembra de cacao, plátano y guabo en las 2 hectáreas. El costo de la mano de obra para cumplir esta actividad se estima en \$ 80 USD.

Balizado, estaquillado y densidad de siembra

El balizado sirve para definir la orientación de las líneas del cultivo mediante estacas de mayor altura (unos dos metros), mientras se va marcando con estaquillas el lugar exacto donde se cavarán los hoyos de siembra. Usualmente, los hoyos se realizan en cuadro pero también se aplica el sistema de tres bolillos, con el propósito de lograr una mejor cobertura del terreno, así como un pequeño aumento del número de plantas de cacao por hectárea.

En terrenos con pendiente se recomienda la siembra del cacao en el sistema de tres bolillos, particularmente si presentan una inclinación superior al 6 %, lo que significa que hay un desnivel de 6 metros en un recorrido de 100 metros, o su equivalente en distancias más cortas, por ejemplo 3 metros de desnivel en 50 metros de recorrido, etc. Al sembrar las plantas en este esquema, la escorrentía y erosión del suelo durante el periodo lluvioso disminuyen. Al deslizarse sobre la superficie del terreno, el agua de escorrentía encuentra que los tallos de las plantas sembradas representan un creciente obstáculo para su avance, perdiendo velocidad y aumentando su infiltración en el suelo. Este efecto se complementa con el trazo de las hileras y siembra a través de la pendiente.

Al momento del estaquillado ya hemos decidido la densidad de siembra, es decir el número de plantas que vamos a sembrar por hectárea. Usualmente, la densidad de siembra de plantas clonales de cacao tipo Nacional varía entre 1000 y 1,600 plantas por hectárea, con una distancia de 3 a 4 metros entre hileras, mientras que la distancia entre planta dentro de cada hilera puede variar entre 2.5 y 3 metros.

Las densidades más bajas, es decir aquellas con los distanciamientos de siembra más amplios, se recomiendan para zonas húmedas (precipitación promedio anual superior a 2,000 mm), mientras que las densidades más altas se recomiendan para zonas menos húmedas, las que usualmente están provistas de más luminosidad.

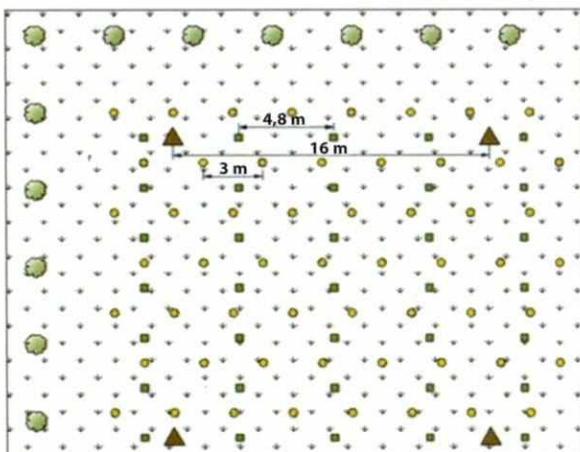
Hay que tener en cuenta que las huertas densas son más exigentes y dependientes de las podas oportunas para el control del crecimiento lateral y vertical de las plantas. De otro modo, el cacaotal se vuelve intransitable y con exceso de autosombreamiento, favoreciendo la presencia de enfermedades y recortando grandemente la fotosíntesis. Una de las prácticas recomendadas en Brasil para aumentar la productividad de cacao seco por hectárea, es la individualización de cada planta en su espacio, sin que su follaje interfiera con el de las plantas vecinas.

Se han observado plantaciones clonales de cacao tipo Nacional de alto rendimiento, en las zonas de Sto. Domingo y Milagro (en esta última zona con riego suficiente en el verano), con densidades que varían entre 900 y 1600 plantas por hectárea, en el mismo orden. Dichas densidades reflejan claramente la cantidad de lluvia que recibe cada zona.

La ubicación de los sitios de siembra para el plátano es aun una cuestión de debate. Ubicando los sitios de siembra en el espacio entre las hileras de cacao parece equilibrar mejor la inter competencia entre plantas de ambos cultivos. Sin embargo, se ha constatado que surgen dificultades al momento de realizar el control de malezas por cualquier método.

Las plantas de plátano en el espacio entre las hileras de cacao obstaculizan en gran medida el uso del machete, el desplazamiento de moto guadañas y la aplicación de herbicidas. Además, la aspersión con herbicidas podría “tocar” las plantas de cacao, al momento en que el operador maniobra para evitar los sitios con plantas adultas e hijuelos de plátano. Al conversar con productores respecto al tema concuerdan con esta opinión. El antecedente sirve de base para recomendar la siembra del plátano sobre la hilera de cacao, cada dos plantas o entre una planta y otra, dependiendo de la densidad escogida. Aparte de la desventaja señalada, no existe otra para desalentar la siembra de plátano en el espacio entre las hileras del cacao.

La Figura 1 muestra la manera como se intercalan el cacao, plátano y guabo al inicio de la plantación, siguiendo el sistema de siembra en cuadro y también el de tres bolillos. En el primer caso se siembran 1,100 plantas de cacao, 420 de plátano y 45 de guabo por hectárea. En el segundo, 1,280 plantas de cacao, 400 de plátano y 40 de guabo por hectárea. Para lograr esta densidad, el cacao se siembra a 3 x 3 metros, intercalando una planta de plátano cada dos hileras de cacao, sobre la hilera de cacao.



Cacao

- 3 m en tresbolillo
1280 plantas/ha

Plátano

- 4,8 m cada dos hileras de cacao
400 plantas/ha

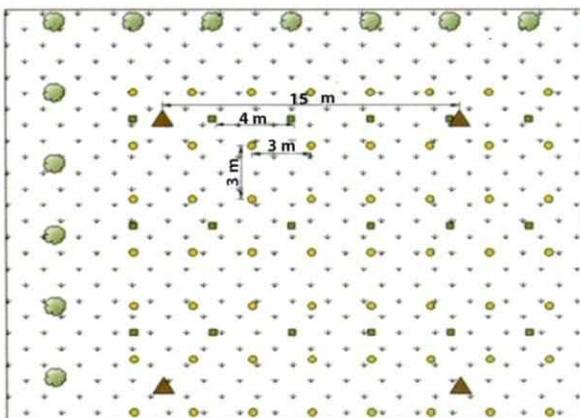
Guabo

- ▲ 16 m cada seis hileras de cacao
40 plantas/ha

Teca

- ✱ En bordes cada 4 m

Esquema de siembra de la asociación cacao clonal- plátano - guabo en tres bolillos



Cacao

- 3 m x 3 m
1100 plantas/ha

Plátano

- 4 m cada dos hileras de cacao
420 plantas/ha

Guabo

- ▲ 15 m cada cinco hileras de cacao
45 plantas/ha

Teca

- ✱ En bordes cada 4 m

Esquema de siembra de la asociación cacao clonal- plátano - guabo en cuadros

Figura 1. Esquemas de siembra (Cuadro y Tres Bolillo) para intercalar cacao, plátano y guabo en sistemas intensivos de producción.



La siembra del plátano en densidades más altas, sí es una alternativa posible, incluso en una cantidad igual a las 1,100 plantas de cacao (Foto 11) por hectárea, aunque la alta competencia por recursos (luz, nutrientes, espacio) incrementa drásticamente las necesidades de manejo de la huerta. Como compensación hay un aumento de la cosecha de plátano generándose más ingresos tempranos por su venta.



Foto 11. Plátano intercalado a una alta densidad dentro de una huerta joven de cacao.

En la misma Figura 1 se señalan los puntos para la siembra de árboles de teca en los linderos, una práctica recomendable que busca agregar valor económico al espacio ocupado por la huerta. Según la zona la siembra se puede realizar a distancias de 3 o 4 metros entre plantas. Lo más común es el primer distanciamiento consiguiéndose sembrar unas 200 plantas de teca si seguimos la línea de los linderos que bordean una superficie de 2 hectáreas de cacao. La decisión de sembrar teca (u otra especie maderable) a lo mejor demanda la ocupación de un espacio adicional de 1,800 m² alrededor de la huerta, pero bien vale la pena hacerlo ya que representa una nueva fuente de ingresos, aunque a largo plazo.

El costo de la mano de obra para la actividad de balizamiento y marcado de los sitios de siembra es de \$ 120 USD.

Apertura de hoyos

Con el terreno balizado procedemos a cavar los hoyos de siembra en cada punto marcado por una estaquilla. Normalmente, los hoyos se cavan amplios con dimensiones de 40x40x40 cm. El objetivo es disponer de suficiente espacio para colocar la planta y de abundante tierra suelta que se va apisonando ligeramente a medida que el hoyo se rellena. El apisonamiento, término que de ninguna manera significa compactación, ayuda a crear un ambiente favorable para estimular el crecimiento de nuevas raíces en las plántulas de cacao recién sembradas.

Por más cuidado que se ponga al momento del trasplante, el sistema radicular del cacao siempre va a sufrir algún nivel de maltrato, particularmente las raicillas más jóvenes que son las que la planta utiliza para la absorción de agua y nutrientes (el resto de la raíz sirve para anclar la planta y transportar la savia). La planta necesita recuperarse lo más pronto posible del maltrato sufrido para adaptarse a su nuevo ambiente. Los hoyos estrechos no contribuyen a este fin, más bien hacen que la adaptación y nuevo crecimiento (de raíces y hojas) se produzca con lentitud, atentando contra el rápido establecimiento del cultivo.

Usualmente, el periodo de adaptación de las plantas recién trasplantadas, periodo que depende mucho de la amplitud de los hoyos de siembra, entre otros factores, es de 2 a 3 meses, al término del cual empiezan a emitir nuevas hojas vigorosamente.

El costo de la mano de obra necesaria para cumplir con esta actividad se estima en \$ 200 USD.

Abonamiento al hoyo de siembra

Ya mencionamos que por más cuidado que se ponga al momento del trasplante, las plántulas de cacao siempre resentirán el cambio a un ambiente diferente, como sucede con cualquier ser vivo. Por esta razón, es importante que logren superar con rapidez esta etapa estresante, retomando en corto tiempo el crecimiento de su sistema radicular, con énfasis en la formación de nuevas raicillas, a través de las cuales ocurre la absorción de agua y nutrientes. El resto del sistema radicular tiene más bien una función conductora, estructural y de fijación de la planta al suelo. El crecimiento radicular acelerado permite atender de la mejor manera las demandas de las plantas recién trasplantadas durante su proceso de adaptación, al tiempo que reinician su desarrollo foliar.

Un factor que estimula la proliferación de las nuevas raicillas absorbentes, es la disponibilidad abundante de nutrientes en el suelo, principalmente del Fósforo. Para asegurar la abundancia de este elemento se aplica unos 120 gramos de un fertilizante completo al hoyo de siembra (Foto 12), usualmente uno con la fórmula 10-30-10 (contiene 30% de Fósforo). Si no está disponible, se reemplaza con otro fertilizante dotado de alta concentración de Fósforo, por ejemplo el Fosfato diamónico, con fórmula 20-46-0 (contiene 46% de Fósforo y 20% de Nitrógeno).



Foto 12. Fertilización con abono completo al hoyo de siembra antes del trasplante para estimular el crecimiento radicular del cacao.

La mitad de la dosis del fertilizante recomendado se coloca en el fondo del hoyo cubriéndose con una capa de tierra antes de ubicar la planta encima. Así evitamos el riesgo de contacto directo entre las raicillas y el fertilizante, cosa que no es conveniente ya que las plántulas de cacao son muy susceptibles a la toxicidad por las sales fertilizantes. La otra parte del fertilizante se mezcla con la tierra que se va adicionando al hoyo hasta llenarlo y dejar la planta fijada en su sitio. Esta práctica es clave para la promoción del crecimiento radicular y rápida recuperación del cacao recién trasplantado lo que ha sido ampliamente comprobado.

Es importante subrayar una vez más que la absorción de agua y nutrientes únicamente se produce a través de las raicillas más jóvenes, gran parte de las cuales sufren, se deterioran, o simplemente se destruyen al momento de retirar las fundas plásticas para liberar el “pan” de tierra que sostiene la planta. El costo de la mano de obra para esta actividad es de \$ 40 USD.

Control de malezas antes de sembrar

A pesar del control general de malezas durante la fase de adecuación del terreno, siempre hay lugares donde éstas vuelven a crecer profusamente, más aun si la temperatura, humedad y fertilidad del suelo, combinados con la abundante luminosidad que incide sobre el terreno, son favorables para su germinación y desarrollo. La proliferación de malezas es más probable si por alguna razón se dejó transcurrir un periodo apreciable desde el último control de malezas, ya sea porque el material de siembra no estuvo listo a tiempo, o por alguna otra razón.

Este problema debe ser atacado inmediatamente antes de sembrar el cacao. El trasplante y el llenado de la tierra en el hoyo se dificultan con la presencia abundante de malezas. El costo de la mano de obra estimado para esta actividad es de \$ 60 USD.

Distribución de las plantas y siembra

Con el terreno limpio y los hoyos listos en su sitio procedemos a la distribución y siembra de las plántulas de cacao. Al momento de distribuir las en los distintos puntos de siembra hay que evitar llevarlas colgando del tallo (una práctica frecuente pero inconveniente). Aunque resulta difícil admitirlo, esta forma de transporte es un factor importante para el estropeo de las raíces, particularmente de las raicillas más jóvenes, ya que tienen que soportar y sostener gran parte del peso del “pan” de tierra en la funda, lo que significa una carga que varía entre 1.5 y 2 kilogramos, según el tamaño de la funda.

Por esta razón, es mejor usar cajas o carretillas para transportar las plántulas al área de trasplante, tomándolas desde la base de las fundas y colocándolas con suavidad en el espacio adyacente al hoyo de siembra. Luego hay que liberar la funda del “pan” de tierra teniendo la precaución de que al hacerlo no se disturben las raíces en demasía.

Después de que una parte del fertilizante se ha vertido en el fondo del hoyo y cubierto con una capa de tierra, procedemos a colocar la planta. Hay que calibrar debidamente la profundidad a la que se ubica con el fin de que el cuello de la raíz no quede enterrado a un nivel inferior al de la superficie del terreno (Foto 13). Durante el proceso el hoyo se va rellenando gradualmente con la tierra mezclada con el resto del abono.



Foto 13. Planta clonal de cacao recién sembrada con el debido balance entre la posición del cuello de la raíz y el nivel del suelo.

El punto de unión entre el tallo y la raíz debe quedar al nivel del terreno por una sencilla razón. Si queda más abajo, se corre el riesgo de que ocurra una pudrición en la parte inferior del tallo, pudrición que puede matar la planta. Esta condición se agrava si por causa de la siembra y el llenado incorrecto se forma una depresión en el sitio donde se acaba de sembrar. Durante aguaceros fuertes, el agua se acumula en dicha depresión, particularmente si el terreno presenta suelos con textura franco arcillosa o arcillosa que presentan un drenaje más lento.

También hay que evitar la formación de bolsas de aire, condición que se consigue apisonando suavemente la tierra alrededor de la planta, a medida que el hoyo se va rellenando. Las bolsas de aire en medio de la tierra dificultan el desarrollo radicular y perjudican la rápida adaptación de la plántula a su nuevo ambiente. El costo estimado de mano de obra para realizar esta actividad es de \$ 120 USD.

Cobertura para proteger al cacao recién trasplantado

El cacao recién trasplantado se encuentra sometido a condiciones estresantes que limitan el normal funcionamiento de las hojas y raíces, así como el normal abastecimiento de agua a la planta, más aun si la sombra temporal todavía no está cumpliendo su función a cabalidad porque las plantas de plátano recién están ganando altura.

La condición antes señalada se torna más crítica si el cacao recién trasplantado presenta hojas tiernas sin cutinización, es decir que aun se encuentran frágiles y no muestran en la superficie el color verde característico de las hojas maduras. Bajo esta circunstancia, la insolación excesiva a la que están expuestas causa escaldaduras (Foto 14) o quemazón en las hojas superiores, un daño que ocurre con frecuencia.



Foto 14. Escaldaduras o quemazón de las hojas por insolación a causa de la falta de sombreado temporal del cacao recién trasplantado.

Para reducir el riesgo de escaldaduras, tanto en las hojas tiernas como en aquellas que aun no cuentan con suficiente cutinización, las plantas recién trasplantadas se protegen contra la insolación usando algún tipo de cobertura, por ejemplo hojas verdes de palma africana (Foto 15), o también de “cade”, o de otras plantas que sirvan para el propósito señalado. Las hojas cortadas se doblan por la mitad colocándose a manera de techo “doble agua” sobre cada plántula, manteniéndose así por unas 3 a 4 semanas; cumplido este tiempo la cobertura se retira.



Foto 15. Plantas de cacao recién trasplantadas protegidas con hojas de palma para reducir el riesgo de quemazón foliar por insolación.

Hay que evitar como cobertura el uso de hojas secas de palma o “cade”. Usualmente, las hojas que están secas por algún tiempo se encuentran colonizadas por hongos secundarios como el *Diplodia* spp. Las esporas de los hongos se escurren con la lluvia y al ponerse en contacto con el cacao más abajo, infectan los tejidos frágiles de las hojas tiernas, causando síntomas que lucen como “escaldaduras” acuosas (Foto 16); en muchos casos la destrucción es completa. Es fácil imaginar de qué manera estas “escaldaduras” debilitan y retrasan el crecimiento de las plántulas en desarrollo. El valor estimado de mano de obra para esta actividad asciende a \$ 80 USD.



Foto 16. Plantas jóvenes de cacao mostrando la quemazón de las hojas por “diploidiasis”, una infección causada por hongos secundarios.

Resiembra de fallas

Por más precauciones que se tomen al momento de la siembra, siempre va a producirse la pérdida de unas pocas plantas que no logran sobrevivir a los rigores del trasplante o al periodo de adaptación que le sigue. Tales pérdidas normalmente no deben superar del 2 al 4 % del total de plantas sembradas. Pérdidas mayores significan que algo anduvo bastante mal durante el proceso de transplante.

Para asegurar que la densidad de siembra seleccionada para la nueva huerta se cumpla, hay que cubrir mediante la resiembra oportuna con nuevas plantas, todas las siembras fallidas. De lo contrario, los sitios vacíos se convertirán en espacios donde se desperdician los recursos naturales (luz, suelo, agua, etc.), además de crear una heterogeneidad indeseable que contribuye a recortar el rendimiento de la futura huerta. El costo estimado de la mano de obra para realizar esta actividad asciende a \$ 10 USD.

Transporte de agua para aspersiones y otros

El control de malezas, la protección de las plántulas de cacao contra la infección temprana por escoba de bruja, la desinfección de los cormos o colinos de plátano por medio de un tratamiento térmico, entre otras tareas, demandan de la disponibilidad de agua en el sitio de la siembra. Si no hay una fuente cercana, como usualmente ocurre, hay que transportar y abastecer con agua a los operadores. El costo estimado de mano de obra para realizar esta actividad asciende a \$ 20 USD.

Aplicación de fungicidas contra la incidencia de escoba de bruja

Las plántulas recién trasplantadas son fácil presa de la infección por el hongo causante de la escoba de bruja. Una vez que superan el periodo de adaptación, el cacao comienza a brotar profusamente, presentando tejidos tiernos muy vulnerables al ataque (Foto 17). La infección deja de constituir una amenaza cuando los brotes foliares han crecido y madurado, ya que en esta condición no son colonizados por el hongo que desencadena la enfermedad. Pero mientras crecen, hay que reducir el riesgo de que las infecciones ocurran, riesgo que es claramente mayor durante la época lluviosa porque las condiciones son más favorables para la infección.

Después que las plantas entran a la etapa de fructificación, la aplicación de fungicidas protectores permite la cobertura de los cojinetes donde se forman las flores, es decir en los troncos y ramas. Las ramas suelen tener al menos 2 años de edad antes de producir las primeras flores. La protección fungicida ayuda a que un mayor número de cojinetes florales escapen a la infección por escoba de bruja, permitiendo que las flores lleguen sanas hasta su apertura, antes de ser polinizadas. Con la presencia abundante de flores sanas, un mayor número de ellas estarán expuestas a la polinización natural por insectos. Por lo tanto, con más oportunidades para fecundarse, aumentan la cantidad de frutos en formación.



Foto 17. Síntomas típicos de la infección por escoba de bruja en brotes vegetativos de cacao.

En este punto es conveniente subrayar la importancia de la gravedad del ataque de escoba de bruja y su impacto sobre el desarrollo normal del cacao. La muerte de los brotes jóvenes trae aparejado un serio retraso del crecimiento y también se deforma la arquitectura de las plantas. Por tal motivo, hay que reducir la probabilidad de que dichas infecciones tengan lugar. El número de brotes infectados desciende si los tejidos jóvenes se protegen frecuentemente con la aplicación de soluciones fungicidas, particularmente durante los primeros meses después de la siembra, periodo que coincide con la época de lluvias y una alta humedad ambiental.

Ambas condiciones representan un escenario favorable para la reproducción de los hongos causantes de las enfermedades (escoba de bruja, moniliasis u otras), con la consiguiente colonización e infección de los tejidos tiernos. La aplicación de fungicidas protectores se hace cada 8 o 10 días de modo que se cubran y protejan los nuevos brotes que van emergiendo.

Si el proceso de siembra se cumple normalmente y las plantas presentan de manera general la misma edad y vigor, se realizan de 2 a 3 aplicaciones de fungicidas durante cada periodo de brotación. Al terminar dicho periodo, las brotaciones pasan por una fase de maduración antes de que las plantas vuelvan a emitir nuevos brotes. Los eventos de brotación se repiten aproximadamente cada 3 meses durante el primer año. La aplicación de fungicidas protectores es recomendable durante el periodo de mayor riesgo para la infección.

El uso de frecuencias de aplicación más amplias, digamos cada mes, reduce el periodo de protección de los tejidos tiernos que crecen a gran velocidad, crecimiento que en el caso de las hojas representa ¡varios milímetros en un solo día como se ha podido observar! El aumento de superficie de los tejidos tiernos que tiene lugar después de la última aplicación de fungicidas ya no se encuentra protegido. Esta es la razón por la que hay que realizar a tiempo otra aplicación protectora.

Hay la creencia de que las flores se forman de una semana para otra pero tal cosa no sucede así precisamente. El tiempo de crecimiento de los botones florales desde su formación hasta su apertura, toma entre unas 5 y 7 semanas. Gran parte de este tiempo los tejidos tiernos de los cojinetes florales se encuentran expuestos a la infección por la escoba de bruja. Si alguna flor proveniente de un cojinete infectado logra fecundarse, los frutos empiezan enfermos y deformados.

Al crecer se transforman en lo que se conoce como frutos "chirimoyas" (Foto 18), nombre que adoptan por la forma y textura que adquieren.





Foto 18. Frutos “chirimoyas” resultantes de la fecundación de flores provenientes de un cojinete floral infectado por escoba de bruja.

Aquí hay un dato curioso. El desarrollo de los brotes foliares hasta llegar a su madurez, toma casi el mismo tiempo que el de los brotes florales. La razón es que las yemas que dan lugar a las flores, son simplemente yemas foliares que con el pasar del tiempo sufrieron una transformación hacia yemas florales, cambio que tiene lugar en los tejidos de tallos y ramas con al menos dos años de edad.

La protección con fungicidas no evitará todas las infecciones, pero se ha podido comprobar que sí ocurre una disminución importante del número de brotes infectados. El costo estimado de la mano de obra para cumplir con esta actividad asciende a \$ 40 USD para la superficie señalada.



CAPITULO III

SIEMBRA DEL PLATANO COMO CULTIVO ASOCIADO

A continuación se describen las actividades estrechamente vinculadas a la siembra del plátano como cultivo asociado generador de ingresos, además de proveer al cacao de sombra temporal valiosa contra el exceso de insolación. El costo total estimado de la mano de obra necesaria para el cumplimiento de esta etapa del proceso de establecimiento del sistema cacao-plátano, asciende a \$ 160 USD para la superficie señalada.

Limpieza, desinfección y clasificación de colinos

Las tareas de limpieza, desinfección y clasificación del material de siembra de plátano, es decir de los colinos o cormos como se les llama también, tiene el objetivo de asegurar desde el comienzo el desarrollo de plantas saludables, vigorosas y productivas.

La limpieza consiste en pelar la base del colino (Foto 19), eliminando en el proceso las raíces y la parte externa de la corteza, la que usualmente presenta galerías de insectos y tejidos necrosados por la acción de los nematodos y otros agentes infecciosos.

La tarea de limpieza reduce grandemente el riesgo de transporte de plagas (nematodos, huevos y/o larvas de picudo) con el material de siembra al sitio de transplante. Una vez limpios, hay la opción adicional de desinfectar los cormos sumergiéndolos en agua caliente a 55° C por un periodo de 10 minutos. Con este fin, para ganar tiempo y desinfectar la mayor cantidad de cormos, se colocan en saquillos antes de sumergirlos, facilitándose su desinfección en grupos. La temperatura de agua completa la destrucción de cualquier agente infeccioso que pueda permanecer en el cormo luego de la limpieza.



Foto 19. Colinos limpios versus otros sin tratamiento para reducir la presencia de organismos perjudiciales al plátano desde la siembra.

Ambas prácticas reducen significativamente la pérdida de plantas como consecuencia de los problemas sanitarios que suelen estar presentes en el colino desde el inicio, más aun si el material de siembra proviene de platanales viejos y enfermos. Los problemas permanecerán allí e incluso podrían ser una fuente de infección para las plantas vecinas, en caso de que todos los colinos no reciban el tratamiento sanitario adecuado (limpieza y desinfección).

Finalmente, la clasificación de los colinos por su tamaño (Foto 20), permite agruparlos de acuerdo a su peso aproximado, en pequeños (300-700 g), medianos (700-1200 g) y grandes (más de 1300 g). Como veremos más adelante, la tarea de clasificación por tamaño tiene implicaciones para la siembra, desarrollo, provisión de sombra temporal al cacao y fructificación del plátano. El costo de la mano de obra estimado para esta actividad asciende a \$ 60 USD.



Foto 20. Clasificación de colinos de plátano por su tamaño.

Apertura de hoyos y siembra

Es importante que los hoyos para la siembra del plátano sean grandes y provistos de un volumen adecuado. Así garantizamos el espacio suficiente para colocar el colino, el mismo que se rodea con tierra suelta pero apisonada para fijarlo en su sitio, estimular su desarrollo radicular y favorecer el anclaje de la futura planta.

Las raíces del plátano son frágiles y poco numerosas. Encuentran dificultades para avanzar si el suelo en las paredes del hoyo de siembra es compacto y macizo. La presencia de suelos compactados, es una característica de terrenos dedicados previamente a la ganadería, como resultado del sometimiento al pisoteo constante y compactador del ganado por largo tiempo.

Por lo general, el volumen del hoyo depende del tamaño del colino que se pretende sembrar y también del tipo de suelo (Foto 21). Obviamente, para la

siembra de colinos grandes se harán hoyos más amplios. En suelos compactados o con textura arcillosa también se deben cavar hoyos amplios. En este caso, las partículas del suelo están más apretadas entre sí generando una fuerte resistencia al avance radicular. Para facilitar las cosas, se recomienda uniformizar el tamaño del hoyo, utilizando dimensiones de al menos 30 x 30 x 30 cm (largo, ancho y profundidad) para satisfacer los distintos tamaños de colinos. Dimensiones inferiores pueden dar lugar a resultados poco satisfactorios.



Foto 21. Siembra de colinos en hoyos amplios para facilitar la adaptación y pronto desarrollo de la futura planta de plátano.

La siembra consiste en ubicar los cormos previamente desinfectados (sin picudos), desinfectados (sin áreas enfermas y organismos patógenos) y clasificados por su tamaño, en cada hoyo. La clasificación permite la mejor distribución del material de siembra en el campo. Los colinos con mayor tamaño se siembran en un sector, aquellos con tamaño intermedio en otro sector y finalmente los pequeños en otro. A continuación explicaremos los criterios que se toman en cuenta para esta distribución.

Los colinos con mayor tamaño contienen más reservas alimenticias y crecer rápido. En el otro extremo, los más pequeños se desarrollan lentamente, a contar con menos reservas. Sin embargo, de ninguna manera esto quiere decir que al final los colinos grandes producirán racimos más grandes y los pequeños racimos de menor tamaño. Lo que sí ocurrirá es que a partir de los cormos grandes se originarán plantas que darán sombra y cosecha más temprana; este resultado ya representa una ganancia.

Por otro lado, la siembra de los colinos grandes en los sectores más frágiles del terreno (menos fértiles o que se secan más rápido), representa una clara ventaja para el cacao. Por su mayor crecimiento en comparación con los cormos más pequeños (si se hubieran sembrado en el mismo sitio), los cormos grandes promoverán un microambiente (sombreamiento, humedad relativa y temperatura) favorable para el desarrollo del cacao, aliviando las condiciones estresantes que se derivan, por ejemplo de la escasez de agua o excesiva insolación.

Al momento de sembrar el plátano, hay que tomar precauciones para evitar la formación de bolsas de aire en medio del suelo suelto, mientras se llena el hoyo con la tierra mezclada con el fertilizante. Las bolsas de aire causan la proliferación de micro organismos aeróbicos que podrían enfermar al cormo. Más importante aún es el hecho de que dichas bolsas constituyen un obstáculo al normal desarrollo radicular. El apisonamiento (que no significa compactación) de la tierra a medida que el hoyo se está rellenando reduce este riesgo.

También es importante señalar que durante los dos primeros meses a partir de la siembra, las nuevas plantas que se originan a partir de los colinos, se alimentan de sus propias reservas nutritivas, sin necesidad de la contribución de los nutrientes del suelo, un aspecto que es poco conocido. Por lo tanto, no hay que esperar a que se inicien las lluvias para sembrar el plátano sino que lo podemos sembrar más temprano. Noviembre es un buen momento.

La siembra temprana garantiza que al momento del trasplantar el cacao (coincidiendo con el inicio de las lluvias), el plátano ya se encuentra establecido usando sus propias reservas alimenticias para crecer. Unos tres meses después de la siembra, los colinos tendrán un nuevo sistema radicular en

activo funcionamiento, el que tomará la posta en el abastecimiento del agua y nutrientes que las plantas requieren para su desarrollo. El rápido crecimiento que sobreviene con la llegada de las lluvias, permite que el plátano provea en corto tiempo la sombra temporal que el cacao requiere durante sus primeros meses y años en el campo.

Concluimos que no hace falta esperar a que lleguen las lluvias para sembrar el plátano. Más bien es posible y recomendable la siembra con antelación (mes de noviembre por ejemplo), ganando un tiempo valioso en su establecimiento como especie proveedora de sombra temporal para el cacao. Otro beneficio es la obtención de ingresos tempranos por la venta de los primeros racimos. El costo de la mano de obra para esta actividad se estima en \$ 60 USD.

Abonamiento al hoyo de siembra

El abonamiento al hoyo de siembra consiste en la aplicación de 120 g de un fertilizante completo, usualmente uno con la fórmula 10-30-10. Esta acción tiene como objetivo aumentar y asegurar la buena disponibilidad de nutrientes en el suelo, condición estimulante para el temprano desarrollo radicular y establecimiento de los colinos.

La mayor cantidad de Fósforo presente (30%) en la fórmula fertilizante recomendada ayuda a esta estimulación. El crecimiento radicular y su capacidad de absorción nutritiva, son particularmente demandantes de la presencia de Fósforo ya que ambos son procesos extremadamente energéticos. El Fósforo en la planta forma parte de moléculas que transportan energía abundante de fácil acceso y de allí su rol clave en el crecimiento. El costo de la mano de obra para esta actividad está estimado en \$ 20 USD.

Aplicación de nematicidas al hoyo

Se recomienda la aplicación de nematicidas en terrenos que antes han sido platanales viejos y con antecedentes de problemas sanitarios asociados al cultivo, particularmente con relación al picudo negro y/o nematodos. Si en el terreno seleccionado para la siembra no ha existido antes un platanal, es mejor evitar la aplicación de nematicidas por el riesgo de afectación al ambiente. Con el tratamiento sanitario de los colinos y labores culturales es suficiente para la prevención, o al menos la reducción considerable del problema. En caso de

que la aplicación sea realmente necesaria se emplea un producto granulado a razón de 10 g por hoyo de siembra.

Utilizando una especie de “salero” con agujeros del tamaño adecuado, se va colocando en el fondo del hoyo la dosis señalada, cubriéndola enseguida con una capa de tierra. La persona encargada de la aplicación tiene que necesariamente equiparse con una vestimenta protectora (guantes, mascarilla, overol etc.) y hacer la aplicación en la mañana.

También hay inyectores que sirven para incorporar el nematicida en el suelo después de la siembra, un servicio que prestan algunas casas distribuidoras de producto. El costo de la mano de obra para esta actividad que debe cumplirse poco antes de la siembra es de \$ 20 USD.

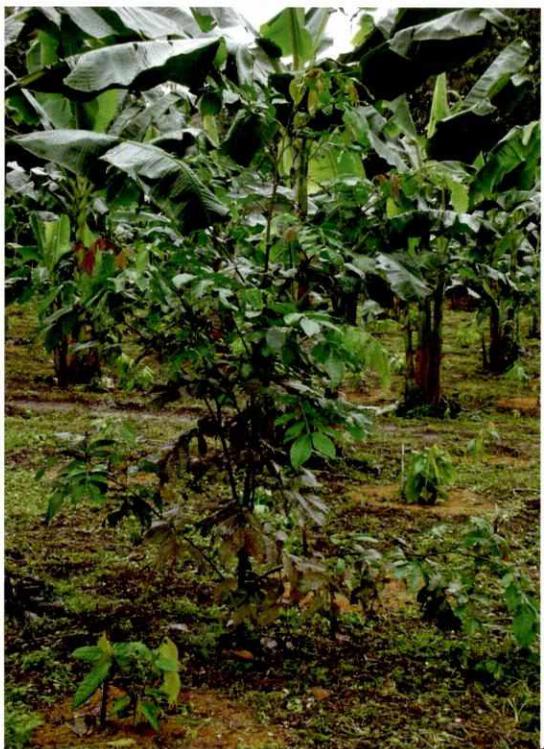
CAPITULO IV

SIEMBRA DEL GUABO COMO SOMBRA PERMANENTE

El guabo (Foto 22) es un acompañante benéfico del cacao ya que le proporciona un valioso sombreadamiento que mitiga el impacto del exceso de insolación, impacto que se traduce en niveles de temperatura y evaporación extrema. Las hojas del cacao presentan un bajo punto de saturación lumínica, lo que significa que creciendo a plena exposición solar, requieren solo una fracción de la energía luminosa (alrededor del 25%) que demandan otros cultivos, como el caucho por ejemplo, para mantener una tasa fotosintética normal para la especie. Es la razón por la cual las plantas jóvenes de cacao deben protegerse contra un exceso de insolación para su mejor funcionamiento. Las plantas adultas con riego y abonamiento suficiente no tienen mayor problema.

Por pertenecer a la familia de las plantas leguminosas, el árbol de guabo representa de por vida una fuente de abundante material orgánico (ramas, hojarasca, flores, frutos y raicillas) que se incorpora al piso de la huerta, así como también del Nitrógeno que procede de la descomposición de dicho material, el cual es rico no solo en éste sino también en otros nutrientes.

Foto 22. Planta de guabo creciendo intercalada entre las hileras del cacao como fuente de futura sombra permanente y otros beneficios para el cultivo.



A través de un proceso denominado fijación simbiótica, en el que intervienen bacterias del género *Rhizobium* que habitan el suelo, el guabo captura y asimila de la atmósfera el Nitrógeno que necesita para su crecimiento, propiedad que solo poseen las plantas que pertenecen a la familia de las leguminosas. Otras familias y plantas, entre ellas el cacao, carecen de esta ventaja y por lo tanto tienen que absorber el Nitrógeno mineral directamente de la solución del suelo a través las raíces. Hay que recordar que tampoco absorben Nitrógeno orgánico.

La gradual descomposición de la hojarasca y de las raíces muertas provenientes del guabo (las raicillas de los árboles se están constantemente renovando y contribuyendo a la materia orgánica del suelo), conduce a la mineralización de gran parte del Nitrógeno que contienen, nutriente que de este modo se va haciendo disponible, como moléculas de Amonio o de Nitrato, para su absorción por el cultivo. El Nitrógeno forma parte de ambos compuestos y es la única manera en que el cacao y las plantas no-leguminosas lo absorben. De allí que el enriquecimiento del suelo con Nitrógeno representa otro gran beneficio ambiental que el guabo proporciona al cacao. Quien no ha escuchado hablar de las ventajas de la tierra de guabo para promover el crecimiento frondoso de jardines o de plantas ornamentales.

El guabo también contribuye al reciclaje de nutrientes entre el suelo y las plantas, aspecto que representa otra clase de beneficio ambiental cuyo valor para el cacao no se debe sub estimar. El reciclaje promueve un mayor aprovechamiento de la fertilidad del suelo y también de los fertilizantes aplicados, al permitir la absorción de los nutrientes desde las capas más profundas, disminuyendo las pérdidas de aquellos por el lavado. En zonas lluviosas, estas pérdidas ascienden a cantidades importantes. Por ejemplo, tanto como la mitad o más de los abonos nitrogenados que se aplican al suelo se pueden perder por esta vía.

Un estudio del INIAP en la zona de Quevedo arrojó como resultado que el guabo, sembrado a una densidad de 100 árboles por hectárea e intercalado en una huerta adulta de cacao, aportó casi ocho toneladas de materia seca (término que se refiere a los residuos vegetales desprovistos totalmente de agua) compuesta de hojas, ramillas y vainas, las que cayeron al suelo durante el periodo de un año.

En la parcela de cacao asociado con el guabo, la cantidad de Nitratos (una de las dos formas en que las raíces de las plantas absorben el Nitrógeno) en los tres primeros centímetros del suelo, analizada en cierto momento a mediados de un año en particular, casi duplicó a la de otra parcela con cacao y laurel asociados, confirmando el aporte de Nitrógeno que el guabo proporciona al cacao cuando se intercala en la huerta. Desde luego, el rendimiento de cacao fue mayor en las parcelas con guabo. Unos 40 a 50 árboles de guabo por hectárea, pueden proporcionar cerca de 40 kg de Nitrógeno por año para beneficio del cacao, una cantidad nada despreciable por cierto.

Todas las ventajas señaladas, cuando el guabo y el cacao crecen asociados y en densidades apropiadas, son aprovechadas como insumos ambientales por éste último. Por tal motivo, en el caso de explotaciones intensivas de cacao, se recomienda la siembra intercalada de unas 40 plantas de guabo por hectárea, densidad que además de no afectar críticamente la cantidad de luz que llega a la huerta, le provee de varios beneficios como se acaba de describir.

Desde otras latitudes se reportan huertas de cacao manejadas en forma tradicional, prácticamente sin insumos, dentro de las que se encuentran intercalados entre 200 a 300 árboles de sombra por hectárea, sumando plantas leguminosas y maderables, aunque con rendimientos bajos o modestos de cacao, en gran parte por el exceso de sombreado.

El costo estimado de mano de obra para la siembra del guabo en el caso que nos ocupa es de \$ 10 USD.

CAPITULO V

MANTENIMIENTO DEL CACAO Y PLATANO

A continuación describimos las actividades estrechamente vinculadas al mantenimiento del sistema cacao-plátano-guabo una vez que la huerta se encuentra debidamente establecida. El costo estimado de la mano de obra necesaria para el establecimiento y mantenimiento del sistema durante 10 años asciende a \$34,669 USD para la superficie señalada.

A los tres años de edad, bajo condiciones intensivas de manejo incluyendo suficiente humedad, una huerta de cacao clonal de tipo Nacional mejorado, ya debe haber acumulado al menos una tonelada de cacao seco por hectárea, tal como se ha podido comprobar en huertas comerciales ubicadas en las zonas de Sto. Domingo de los Colorados (Foto 23) y Milagro.



Foto 23. Huerta de cacao clonal tipo Nacional con 2.5 años de edad y alto potencial productivo en la zona de Sto. Domingo de Los Colorados.

Fertilización

Aunque el cacao se encuentra presente como cultivo en una gran diversidad de suelos y en zonas con distinta capacidad agrícola, se desarrolla y produce mejor en aquellos suelos fértiles y profundos, capaces de satisfacer su gran exigencia nutritiva, exigencia que se incrementa gradualmente a medida que las plantas entran en la fase productiva.

Como consecuencia de una pobre nutrición, al crecer desde el inicio en suelos con baja fertilidad, las plantas quedan marcadas con tallos y ramas débiles, sentándose así las bases para su limitada productividad en el futuro. Esta situación se observa con frecuencia en cacaotales con tallos delgados y ramas colgantes, asentados en suelos con baja fertilidad en el nor occidente ecuatoriano y también en la Amazonía. Aun si los problemas de fertilidad del suelo logran corregirse más adelante, los arboles difícilmente desarrollarán todo el potencial productivo característico de los clones superiores de cacao. Simplemente el daño sobre su vigor ya está hecho.

En un estudio sobre sistemas intensivos de producción, se encontró que al iniciar su etapa productiva, la demanda de nutrientes por parte del cacao ya era de 212 kg de Nitrógeno, 23 kg de Fósforo, 321 kg de Potasio, 140 kg de Calcio, 71 kg de Magnesio, 7.1 kg de Manganeso y 0.9 kg de Zinc por hectárea. En suelos fértiles gran parte de esta demanda es cubierta por la fertilidad natural. Sin embargo, estas cifras crecen substancialmente a medida que la cosecha va en aumento y el cacao entra en plena producción, demostrando su gran exigencia nutritiva.

Una parte de los nutrientes absorbidos por el cultivo no se reciclan entre el suelo y la planta ya que salen fuera de la huerta junto con la cosecha. En este ámbito y como resultado de otro estudio se concluyó que con la comercialización de cada tonelada de cacao seco y fermentado, el suelo donde se encuentra la huerta cacaotera pierde sin retorno, el equivalente a 25.3 kg de Nitrógeno, 9.9 kg de Fósforo, 48.9 kg de Potasio, 12.5 kg de Calcio, 8.1 kg de Magnesio, 2.7 kg de Azufre, entre otros nutrientes. Estos nutrientes deben reponerse con el abonamiento.

Veamos que pasa si no hay ninguna reposición mediante la fertilización. En 10 años una huerta de alta productividad habrá acumulado un rendimiento de al menos 20 toneladas de cacao seco por hectárea, en el peor de los casos. Durante ese tiempo, a través del cacao producido y comercializado,

el suelo habrá exportado fuera de la Finca unos 1,000 kg de Potasio, solo por hablar de este nutriente. Tal es la cantidad que necesita devolverse mediante el abonamiento. Las cifras ilustran con claridad la manera como una huerta de cacao de alto rendimiento desgasta gradualmente el suelo, despojándolo poco a poco de una cantidad importante de nutrientes, los que al salir de la finca con la cosecha comercializada no se reciclan.

Una advertencia: un suelo desprovisto de gran cantidad de Potasio por un cultivo durante un largo periodo de tiempo y sin reposición gradual de las pérdidas a través del abonamiento, necesitará también varios años para recuperar otra vez el nivel de Potasio que tenía inicialmente, asumiendo que este nivel era alto.

Contrario a lo que podría pensarse, el abonamiento con grandes cantidades de Potasio en un corto periodo de tiempo, además de la enorme inversión que representa, no permite la recuperación de la fertilidad del suelo de la noche a la mañana. Más bien, así como el suelo se desgastó poco a poco, la recuperación ocurre también gradualmente. La advertencia es igualmente válida para otros nutrientes. De allí la necesidad de monitorear estrechamente los indicadores de la fertilidad del suelo para tomar decisiones oportunas en cuanto a su manejo respecto al abonamiento.

Si bien el Nitrógeno, Fósforo y Potasio, son los nutrientes más exigidos por el cacao (en general es igual para todos los cultivos), no hay que descuidar la aplicación de otros nutrientes, particularmente el Azufre y todo el rango de micronutrientes esenciales, cuya demanda también aumenta con el incremento del rendimiento. La observación de síntomas de deficiencias de Nitrógeno, Azufre (Foto 24) y otros nutrientes, son frecuentes en el litoral ecuatoriano durante el desarrollo de las huertas jóvenes de cacao, agravadas por la falta de riego y escasa fertilidad del suelo en algunos casos.



Foto 24. Síntomas combinados de deficiencias de Nitrógeno y Azufre en planta de cacao clonal.

Una producción rentable sólo estará garantizada, si el desarrollo del cultivo marcha acompañado de un plan de abonamiento ajustado a su alta demanda nutritiva, en el marco de un sistema intensivo de producción. Hay que señalar que aunque el rol del plátano es el de un cultivo asociado al cacao durante los tres primeros años, sus exigencias nutritivas no dejan de ser menores, por lo que hay que tenerlas también en cuenta al momento de estimar la cantidad total de abono necesaria para fertilizar la huerta cacaotera.

Luego del abonamiento al momento de la siembra con las primeras lluvias, se continúa con una fertilización complementaria a base de Nitrógeno a la salida del invierno, normalmente en el mes de Abril. A estas alturas las plantas de cacao recién sembradas ya se habrán recuperado de los rigores del transplante y adaptado a su nuevo ambiente, proceso que les toma de 2 a 3 meses como ya quedó señalado en algún párrafo anterior. Con este fin, se recomienda el abonamiento a base de 100 gramos de urea y 100 gramos de sulfato de amonio por cada unidad de producción, considerando separadamente la fertilización de las unidades de plátano, lo que en conjunto equivale a poco más de 6 sacos de los fertilizantes antes señalados por hectárea.

La urea proporciona al suelo gran parte del Nitrógeno absorbido por el cacao y el plátano. Mientras tanto, el Sulfato de amonio además de Nitrógeno provee el Azufre, otro nutriente básico para la construcción de al menos un par de aminoácidos esenciales. Los aminoácidos son constituyentes de las distintas proteínas que forman los tejidos que impulsan el crecimiento de las plantas. La deficiencia de Azufre es observada con frecuencia desde las primeras etapas de desarrollo en ambos cultivos. Obviamente, si tal deficiencia no se corrige se convierte en un factor en contra del crecimiento.

El impacto de la carencia de Azufre se previene mediante el abonamiento oportuno con Sulfato de amonio, particularmente si el contenido de la materia orgánica en el suelo es bajo, por ejemplo inferior al 3%. El bajo nivel de materia orgánica es una característica frecuente de nuestros suelos cacaoteros, particularmente si son siembras nuevas en terrenos sobre los que antes ya existió algún otro tipo de cultivo.

Para la aplicación, tanto la Urea como del Sulfato de amonio, ambos fertilizantes pueden mezclarse entre sí. El abonamiento se lleva a cabo, distribuyendo el fertilizante en bandas de unos 25 centímetros de ancho, ubicadas a 25 centímetros del pie de cada planta. Sin embargo, es preferible que el abono se incorpore en los primeros centímetros del suelo (Foto 25) para su mejor aprovechamiento por el cultivo.

Sin la incorporación en el suelo se corre el riesgo de que un porcentaje importante (hasta un 30% en casos extremos) del Nitrógeno proveniente de la urea, se pierda por volatilización, como resultado de cambios químicos complejos (provocados por acción de la enzima ureasa) que este fertilizante sufre en terrenos cubiertos con abundantes residuos vegetales y malezas. Tal cosa ocurrirá, a menos que se produzca una lluvia en las siguientes horas después de la aplicación de la urea, circunstancia que ayudará a su rápida infiltración. Sin embargo, como ya estamos en Abril y entrando al periodo seco del año, esperar una lluvia en las siguientes horas después de una fertilización puede resultar un evento bastante improbable.



Foto 25. Incorporación de abonos minerales en aberturas abiertas en el suelo alrededor de plantas de cacao para aumentar su aprovechamiento.

La incorporación del fertilizante al suelo no representa mayor demanda de mano de obra adicional. Se hace rápidamente abriendo alrededor del pié de las plantas, unas cuatro o cinco aberturas (verticales o ligeramente inclinadas hacia dentro) de 5 a 10 centímetros de profundidad, a la distancia ya señalada en un párrafo anterior. Con este fin se utiliza un machete cuyo extremo, mejor si es un poco ancho, facilita la formación de tales aberturas. El fertilizante se coloca

en el fondo de las aberturas que se van cerrando y tapando casi al mismo tiempo con el pié. El beneficio de esta práctica está ampliamente demostrado.

Al año siguiente de la siembra, la dosis de fertilización por planta se incrementa, al existir una demanda nutritiva en franco crecimiento. Se recomienda que las formulas fertilizantes utilizadas incluyan Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Un 20% de la dosis recomendada para el N debe ser provista por el Sulfato de amonio. El incremento de la dosis de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Azufre, se concreta mediante la aplicación de 300 gramos de abono por cada unidad de producción, considerando el cacao y el plátano como unidades distintas de producción.

En total se estima que la cantidad de abono necesario para satisfacer la recomendación señalada en ambos cultivos, asciende a poco más de 8 sacos por hectárea. La mitad se aplica inmediatamente con las primeras lluvias (normalmente la segunda quincena de Diciembre), y la otra mitad en Abril a salidas de invierno. En ambos casos es recomendable incorporar el fertilizante al suelo tal como ya se describió. La incorporación incluye no solamente a la úrea sino también los abonos que contienen Fósforo y Potasio.

El Fósforo y Potasio son nutrientes con poco movimiento en el suelo aunque haya suficiente humedad disponible. La afirmación es particularmente cierta para el fertilizante fosfórico, el que una vez disuelto en el agua del suelo, se desplaza apenas a unos 2 a 3 centímetros a partir del sitio donde ha sido colocado. El potasio se desplaza más, unos 10 centímetros a partir del lugar donde se encuentran los gránulos del fertilizante, ya que presenta mayor solubilidad que el Fósforo.

Con poca humedad, tanto la disolución como el movimiento del Fósforo y Potasio resultan extremadamente lentos, perjudicando su acceso y absorción radicular. Este es el fundamento técnico que respalda la incorporación de los fertilizantes en los primeros centímetros del suelo que es además el horizonte que contiene el mayor porcentaje de raicillas de absorción, más del 70 %, en relación con el resto de la raíz.

Por la razón anotada, es conveniente la colocación del fertilizante lo más cerca posible al sitio donde se concentra la masa de raicillas absorbentes. Para su mejor aprovechamiento se lo incorpora a una distancia horizontal de 50 centímetros a partir del pié de las plantas. Esta práctica asegura la mayor absorción del Fosforo y Potasio con el consiguiente beneficio para el crecimiento y precocidad de la fructificación del cacao. En el caso del plátano, el abono se distribuye incorporado en media luna alrededor del hijo y de la planta madre, estimulando el

crecimiento de los racimos en la siguiente cosecha.

En el tercer año la dosis de fertilización aumenta a 400 gramos por unidad de producción. La cantidad señalada se divide en dos partes para su aplicación a la entrada y salida del invierno. La suma de ambas aplicaciones equivale a más de 8 sacos de fertilizantes por hectárea. El abonamiento incluye Nitrógeno, Fósforo y Potasio, además de una fracción de Azufre. En el tercer año el plátano ya no se fertiliza y solo se abona el cacao. Las plantas que aún permanecen se beneficiarán del abonamiento generoso al cacao.

Por el avance en el crecimiento del cacao el manejo del plátano se dificulta. Su eliminación comienza al tercer año después de la siembra, al acercarse el final de su rol como proveedor de sombra temporal para el cacao joven. Sin embargo, mientras está presente, funciona como una importante fuente de ingresos y financiamiento.

Siempre es conveniente dejar unas cuantas plantas esparcidas en la huerta para la producción de plátano destinado al consumo familiar. Eso sí, hay que apuntalarlas para evitar que vencidas por el peso del racimo, algunas plantas se caigan y rompan las ramas, o en el peor de los casos destruyan las plantas de cacao en la cercanía.

Del cuarto año en adelante el cacao comienza a desarrollar una producción importante. La dosis de fertilizante se mantiene en unos 500 gramos por planta, equivalente a más de 10 sacos por hectárea. Hasta este momento, la planta ha completado su estructura productiva (tallos y ramas principales), cuya formación ha demandado la absorción y fijación en sus tejidos de gran cantidad de nutrientes durante los primeros tres años de desarrollo de la huerta.

Las dosis antes señaladas son relativamente generosas pero pueden incrementarse en función de los resultados del análisis de suelos y observaciones de campo. Además, pueden complementarse con prácticas de fertilización foliar acompañadas del abonamiento con micronutrientes si hace falta. El productor tendrá en el asesoramiento experto y los resultados del análisis del suelo y foliar, un soporte importante al momento de formular un programa de fertilización, ajustado a sistemas intensivos de producción de cacao tipo Nacional con sabor "Arriba".

Para reforzar el propósito anterior, incluso podemos echar mano de los conceptos de la agricultura de precisión, una tecnología de vanguardia que permite expandir la productividad de la Tierra, estimando y aplicando dosis de fertili-

zación ajustadas estrechamente a la variación de la fertilidad del suelo a lo largo y ancho del terreno; de esta forma evitamos la sobre fertilización y la sub fertilización.

El abonamiento ajustado e individualizado para cada sector de la huerta con distinta fertilidad, promueve la homogeneidad de las respuestas de las plantas a la fertilización, incrementando el rendimiento de cacao por hectárea. Sin embargo, el asesoramiento técnico de personal especializado en esta temática, es clave para manejar con mayor propiedad el concepto descrito, el mismo que podría ser aprovechado al máximo en superficies de 2 a 3 hectáreas, particularmente si sospechamos (por las diferencias de color, ubicación topográfica, cambios de textura, historia con otros cultivos, etc.) que la variación de la fertilidad del suelo en nuestro terreno es importante.

El costo estimado de la mano de obra necesaria para cumplir las tareas de la fertilización anual del cultivo durante 10 años en la superficie señalada asciende a \$ 780 USD.

Prevención y control de malezas

Hay que prevenir y controlar el incremento de las malezas en la huerta. Las malezas son plantas indeseables que no aportan beneficios económicos. Más bien conspiran contra el desarrollo y rendimiento de los cultivos, en este caso del cacao y plátano, compitiendo por recursos de crecimiento (espacio, luz, agua y nutrientes).

Más aun, las malezas se encuentran mejor adaptadas al medio ambiente que las plantas cultivadas, compitiendo con éxito por los recursos de crecimiento. De allí que su prevención y control es clave para el desempeño económico de cualquier cultivo. Por ejemplo, basta observar la ramificación, vigor y volumen del sistema radicular de malezas como el *Amaranthus* spp, popularmente conocido como "bledo" y muy común en nuestros campos, para constatar su capacidad competitiva.

Es preferible que las tareas de prevención y control se realicen de manera integral, combinando medidas de carácter cultural (por ejemplo, la cobertura con residuos de algún material vegetal alrededor de las plantas jóvenes de cacao, evita la incidencia de malezas cerca del tallo), manual y mecánico (con machete y moto-guadaña) y químico (con herbicidas).

La cobertura con residuos o “mulching” de tamo de arroz (un recurso abundante y desperdiciado en algunas zonas) alrededor de plantas de cacao recién sembradas ha dado buen resultado (Foto 26). Además, de reducir la incidencia de las malezas, la cobertura contribuye a la regulación de la temperatura del suelo y conservación de la humedad.



Foto 26. Mulching de tamo de arroz alrededor de plantas de cacao para controlar malezas, regular temperatura y conservar la humedad del suelo.

Hay varias prácticas culturales para la prevención y control de malezas que son fácilmente aplicables durante el primer año. Por ejemplo, si logramos mantener una distribución y densidad adecuada de plantas de plátano como cultivo asociado, la sombra que proyectan sobre la superficie del terreno que aun no está cubierta por el cacao en crecimiento, por lo menos retarda y debilita la intensidad con que las malezas germinan y repoblan el piso de la huerta.

Por otro lado, la distribución sistemática y ordenada de los desechos vegetales proveniente del deshoje, deschante y deshije del plátano (Foto 27), al ser ubicados en el espacio entre las hileras de cacao, representan un recurso

sin costo que el productor puede utilizar como cobertura para el control de malezas. Esta medida es particularmente útil en sectores de la huerta con mayor exposición al sol, los que adolecen de la presencia de una densidad alta de malezas, particularmente gramíneas. Aunque simple pero laboriosa, la medida descrita reduce drásticamente su presencia.



Foto 27. Suelo cubierto con residuos de hojas y tallos de plátano para reducir la incidencia de malezas en el espacio entre las hileras de cacao.

En superficies pequeñas el control de malezas se efectúa mediante chapia (rozas) manuales enfocadas al área problema. Pero el costo de la chapia manual en superficies de terreno medianas o grandes, más aun si debe realizarse con frecuencia, resulta oneroso, lo que justifica el uso complementario del control químico.

A partir del segundo año después de la siembra, el control manual se hace necesario para bajar la altura de las malezas y mantener limpias las coronas (el espacio alrededor de las plantas), particularmente si no se ha utilizado algún tipo de "mulching" o cobertura para limitar su incidencia. Así se facilita la aplicación posterior de los herbicidas para un control complementario en el espacio entre las hileras; mientras más alejada del cacao se encuentra la aspersión, mejor.

Si la altura de las malezas alcanza un promedio de 50 cm, es conveniente hacer una chapia manual, o rozar con moto-guadaña, antes de aplicar un herbicida contra las malezas que rebrotan para lograr una mayor eficiencia en el control. Para evitar que la aspersión del herbicida “toque” las plantas de cacao, particularmente si se utilizan productos del tipo sistémico (son absorbidos por la planta y se movilizan dentro de ella) o quemante (ejercen su acción “quemando” el área de la planta con la cual se ponen en contacto), no hay que acercarse demasiado a la hilera del cultivo durante la aplicación.

En ocasiones, el riesgo de “tocar” el cacao con la aspersión del herbicida, particularmente si la aplicación se realiza en sectores problemáticos por la abundancia de malezas, se elimina casi por completo mediante el uso de pantallas alrededor de las boquillas de la bomba aspersora, o también utilizando algún tipo de cortinas que aislen las hileras de plantas contra la solución asperjada.

La protección mecánica de las plantas para protegerlas del riesgo de ser “tocadas” por el herbicida demanda mano de obra adicional. Sin embargo, ésta se justifica por su contribución al mantenimiento de la uniformidad de la huerta y desarrollo saludable del cacao. Una huerta uniforme en cuanto a la edad y crecimiento de las plantas rinde más por hectárea. Aquellas plantas afectadas por los herbicidas, nunca se recuperan totalmente y se retrasan en su crecimiento y producción, respecto a las otras plantas que no han sufrido interferencias.

Para un control de malezas eficiente y duradero se recomiendan dos aplicaciones del herbicida glifosato durante la época lluviosa, dependiendo de la cantidad y el tipo de malezas presente. Este se aplica en dosis de 2 litros/ha con un intervalo de 15 a 20 días entre aplicaciones. Las malezas que consiguen emerger en los siguientes días, o aquellas que escaparon de ser afectadas durante la primera aplicación, son controladas por la segunda.

Con el terreno limpio procedemos a la aplicación de un herbicida de tipo residual, el Diuron. En dosis de 2 kg/ha este producto proporciona los mejores resultados para la prevención y control de malezas de hoja ancha y gramíneas de tipo anual cuando provienen de semillas. Después del tratamiento el terreno permanecerá limpio por un período de 2 a 3 meses. La aplicación puede repetirse después de ese tiempo en caso de que el problema persista. Posteriormente, a medida que el cultivo cierra calle, solo será necesario realizar mancheos con machete, o si es necesario con glifosato en dosis de 10 cc por litro de agua.

Durante la época seca, el control se realiza con chapias o mancheos utilizando herbicidas, pero concentrándose en los sectores donde aparecen rebrotes o

nuevas poblaciones de malezas. En general, siempre hay que tener presente el enfoque de prevención y control integral (cultural, químico mecánico) de este problema. Así obtendremos los mejores resultados en la lucha contra las malezas que compiten y le roban recursos al cacao.

Durante los dos primeros años, en terrenos sin obstáculos o con pocos obstáculos, algunos productores prefieren el uso de moto-guadañas combinado con prácticas de "mulching". Así eliminan el riesgo de afectación de las plantas con aplicaciones mal realizadas de herbicidas. El uso de moto guadañas también implica un riesgo pues al ser utilizadas sin precaución, pueden trozar de tajo las plantas jóvenes de cacao, por lo que hay que monitorear estrechamente este trabajo.

El costo estimado de la mano de obra para cumplir con el control de malezas durante 10 años es de \$ 1,330 USD.

Prevención y control de enfermedades

Si en algún momento del año, la disponibilidad de agua suficiente no representa una limitación para el desarrollo y producción del cacao, el factor con más impacto sobre la disminución de la cosecha está representado por la incidencia de las enfermedades, particularmente la escoba de bruja y moniliasis. La primera infecta y destruye gran parte de los brotes foliares, brotes florales y las dos atacan las mazorcas (Foto 28), recortando el 50% o más del potencial de una huerta para producir cacao.

La infección de los brotes foliares y florales (Foto 29) por la escoba de bruja, reduce el número de hojas, índice de área foliar (se refiere a la superficie foliar disponible por m² de terreno) y número de flores, con las consecuencias negativas que se expresan como una disminución de la tasa fotosintética, número de flores fecundadas y formación de nuevos frutos. Se ha encontrado que a los 5 años de edad, dos clones de cacao con producciones similares presentan alrededor de 1,000 y 2,000 hojas por árbol en su orden, demostrando diferencias en la eficiencia productiva y posiblemente en su respuesta al ataque de la escoba de bruja.

La reducción de la capacidad fotosintética (producción de sustancias orgánicas en las hojas de la planta combinando la luz del sol, anhídrido carbónico y el agua para nutrir la formación de raíces, tallos, hojas y mazorcas) del árbol como resultado de un bajo índice de área foliar, aumenta la competencia por carbohidratos entre los frutos en desarrollo, causando una mayor incidencia del fenómeno conocido como marchitamiento fisiológico de los "cherelles", que se refiere a la marchitez de aquellos frutos con edades que fluctúan entre las 4 y 12 semanas.



Foto 28. Mazorcas en avanzado desarrollo mostrando su afectación por escoba de bruja y moniliasis.



Foto 29. Cojinetes florales y frutos de cacao en formación con síntomas de infección por escoba de bruja.

La competencia entre los frutos en desarrollo por captar los recursos nutritivos que se distribuyen dentro de la planta, combinada con factores genéticos y ambientales, contribuyen a la pérdida de un importante porcentaje de frutos jóvenes, incluso hasta que superan los 3 meses de edad, por efecto del fenómeno no señalado en el párrafo anterior (Foto 30). En un estudio conducido por el INIAP con clones de cacao de 11 años de edad, se encontró que por causa de este problema se perdieron en promedio ¡hasta el 43% de los frutos en

formación! Observaciones en lotes comerciales de cacao sin riego confirman la mayor presencia de frutos marchitos bajo estas condiciones; la causa es la menor cantidad de productos de la fotosíntesis para compartir.

Puesto que las enfermedades son responsables de la pérdida del 50% o más de la producción potencial de cacao en el país, la inversión en un programa de prevención sanitaria integral para proteger las mazorcas y alcanzar el objetivo de alta productividad, se encuentra plenamente justificada. Insistimos en la necesidad de adoptar un enfoque preventivo para abordar este problema, pues una vez que los frutos, brotes florales o brotes foliares se infectan, no hay posibilidad de control curativo.



Foto 30. Frutos de cacao afectados por el fenómeno conocido como marchitamiento fisiológico o “cherelle wilt”.

Un programa de prevención sanitaria integral es aquel que combina las podas de formación y aclaramiento del follaje, prácticas de remoción frecuente de frutos enfermos y menos frecuente de cojinetes y brotes foliares enfermos, con prácticas de protección química de los frutos y brotes jóvenes, usualmente con fungicidas a base de cobre como el Kocide (hidróxido de cobre) en dosis de 2 a 2.5 kg por hectárea, aunque hay otros igualmente efectivos. El Bankit, por ejemplo, ha sido probado con éxito en el cultivo del cacao en dosis de 400 cc por hectárea.

En huertas manejadas con un objetivo de alta productividad se recomienda la aplicación quincenal de fungicidas para proteger los frutos y tejidos jóvenes,

particularmente durante la época lluviosa. No se descarta su utilización en algún otro periodo del año, particularmente si se detecta que un pico de cosecha que ocurrirá 4 a 5 meses más tarde, está en riesgo de ser gravemente impactado por la infección temprana de los cherelles, nombre que adquieren los frutos de cacao en sus primeros tres meses de desarrollo.

El costo estimado de la mano de obra para cumplir con esta actividad durante 10 años es de \$ 1,000 USD.

Podas

El crecimiento de las plantas de cacao, originadas ya sea por semillas o a partir de clones (ramillas enraizadas o injertos de yemas sobre patrones), es un proceso constante a través del tiempo. El crecimiento se produce mediante los brotes foliares que las plantas emiten para “vestirse” con hojas nuevas cada 3 a 4 meses, dependiendo de las reservas alimenticias acumuladas previamente en sus tejidos de almacenamiento, principalmente en el tronco. Otra forma en que se expresa el crecimiento del árbol de cacao es a través del engrosamiento del tronco que añade varios milímetros de espesor cada año, más si hay humedad suficiente.

El cacao necesita un “vestido” de hojas nuevas cada cierto tiempo (Foto 31) para recuperar la capacidad fotosintética de su tejido foliar. Esta capacidad se desgasta como parte de un proceso que acompaña al envejecimiento gradual de las hojas del brote de último crecimiento, es decir aquellas en el extremo externo de cualquier rama. El desgaste fotosintético de las hojas en el brote del penúltimo crecimiento es más drástico aun y mucho más el del ante penúltimo brote. La recuperación de la capacidad fotosintética de la copa permite al árbol de cacao mantener sus futuros ciclos de crecimiento y producción.



Foto 31. Huerta joven de cacao clonal en el proceso de colocarse un “vestido nuevo” a través de una brotación foliar abundante.

Durante los primeros días de desarrollo, las pequeñas hojas del último brote foliar crecen a gran velocidad, ¡varios milímetros al día! Alrededor de 6 a 7 semanas más tarde, dichas hojas se han extendido, cutinizado y alcanzado su madurez completa. En este momento son las más jóvenes y su capacidad fotosintética es la más alta de toda su vida (en cambio una hoja vieja de cacao puede permanecer pendiente del árbol durante 8 meses o más sin cumplir función fotosintética, aunque sí consumiendo). La capacidad fotosintética de la copa del árbol disminuye gradualmente a medida que el tiempo pasa, hasta que sobreviene la necesidad de un nuevo evento de brotación foliar, el cual permite que dicha capacidad se recupere. Así se sintetiza gran parte del fundamento fisiológico del crecimiento de la copa de la planta de cacao.

Sin embargo, surge la necesidad de controlar el crecimiento constante con el objetivo de planificar el desarrollo de la estructura productiva de la planta, e ir dando forma a una copa balanceada, relativamente vertical, sin ramas demasiado horizontales, entrecruzadas o muy largas. Una altura moderada, máxima de 3 metros, es ideal para facilitar la cosecha de una huerta de cacao clonal.

Sin podas para el control del crecimiento, la planta se extenderá hacia arriba y a los costados de manera excesiva, un resultado que es a todas vistas inconveniente para el buen manejo del cultivo. Con plantas altas, copas entrecruzadas y sin árboles convenientemente individualizados en su propio espacio, las labores de cosecha, prevención y control de enfermedades se dificultan en gran medida, al igual que el tránsito del personal de campo dentro de la huerta. Cuando tardíamente decidimos tomar el control de la situación, la inversión en mano de obra es alta. Además, en un ambiente "cerrado" las condiciones para el desarrollo de enfermedades son más propicias.

Como consecuencia del crecimiento excesivo de las ramas laterales, los árboles se tocan y apretujan entre sí, incrementándose el nivel de autosombreamiento en el interior de sus copas y también entre ellas. La humedad relativa del aire se concentra dentro del cacaotal y la incidencia de las enfermedades se intensifica. Los tejidos tiernos (ya sea de hojas o frutos jóvenes) muy susceptibles a la infección, amanecen cubiertos con una lámina de agua que tarda en secarse porque el autosombreamiento denso bloquea la entrada de la radiación solar. Con un alto nivel de humedad ambiental la presencia de la lámina de agua sobre los tejidos tiernos se prolonga más tiempo, facilitando la germinación de las esporas de los hongos que causan la escoba de bruja y moniliasis.

Los rayos ultravioletas son también un componente de la radiación solar con capacidad esterilizante. Por esta razón, al incidir sobre el cacaotal contribuyen a eliminar la mayor parte de las esporas de los hongos diseminadas en la huerta. Sin esta afortunada circunstancia simplemente no pudiéramos cosechar cacao. ¡todas las mazorcas se enfermarían! Allí radica la importancia de mantener una huerta abierta y ventilada para aprovechar la radiación solar, como recurso natural sin costo y parte constituyente de un sistema integral de manejo, prevención y control de las enfermedades. Además, la ventilación de la huerta permite el secamiento rápido de la fina lámina de agua que amanece cubriendo los tejidos de los brotes y frutos jóvenes, sobre la que las esporas germinan.

Es en este contexto que la prevención contra la infección de brotes foliares y frutos en formación contra la escoba de bruja y moniliasis, demanda de frecuentes podas de carácter sanitario para liberar a las plantas de los tejidos enfermos, atenuar la infectividad del ambiente dentro de la huerta y contribuir en buena medida al aclareamiento de la copa, permitiendo la entrada de más radiación solar y el desarrollo de un mayor nivel de ventilación al interior de los árboles.

En un caso extremo en la zona de Quevedo, se encontró que un grupo de árboles clonales de 13 años de edad, sin podas durante los últimos 3 años, tenían en promedio alrededor de ¡300 brotes infectados por escoba de bruja por planta. Después de eliminar los tejidos enfermos, las plantas lucieron como si hubieran recibido una poda muy drástica de la copa (se estima que se eliminó un 80% de la copa), quedando toda su estructura expuesta completamente a la radiación solar. A pesar de esta "limpieza" el rendimiento cayó drásticamente en el siguiente año. La planta había quedado demasiado agotada y sin reservas al alcanzar esta situación de infección extrema. Como era de esperarse la huerta requirió mucho más de un año para su recuperación productiva.

Sin la aplicación de prácticas sanitarias, la cantidad de esporas diseminadas en el ambiente del cacaotal, crece a niveles tan altos que en casos extremos prácticamente no permiten la cosecha de mazorcas sanas. La presencia de mazorcas cubiertas con el polvillo color blanco cremoso típico de la moniliasis, es un hecho que observamos cotidianamente quienes estamos familiarizados con el cultivo. Cada cm^2 de la superficie de una mazorca cubierta por el polvillo contiene decenas de millones de esporas del hongo que causa la moniliasis. Las esporas son microscópicas por lo que no se las puede distinguir individualmente. Pero son el medio mediante el cual los hongos se multiplican y diseminan en el campo. Fácilmente podemos imaginar los cientos de millones de esporas que puede

un proceso importante de fructificación en marcha, con la presencia abundante de frutos jóvenes o “cherelles”, con edades que fluctúan entre 2 y 12 semanas.

La ejecución de la poda en un momento de fructificación abundante del árbol, más aun si es una poda drástica, tendrá como resultado el marchitamiento gradual de gran parte de la cosecha en desarrollo (Foto 33), incluso de aquellos frutos que ya han superado los tres meses de edad. Cabe señalar que puede presentarse la necesidad de llevar a cabo podas diferenciadas entre clones distintos, en función de sus particulares hábitos de crecimiento y fructificación, aspecto que hay que monitorear estrechamente para evitar la interrupción del desarrollo normal de los frutos. Por ejemplo, los hábitos de crecimiento de los clones EET 103 y EET 19, ambos muy productivos cuando están sujetos a una buena agronomía, son ampliamente diferentes.



Foto 33. Frutos jóvenes en proceso de marchitamiento como resultado de la poda drástica de un árbol clonal de cacao.



Foto 32. Planta de cacao clonal de dos años de edad sometida a una poda de formación para dirigir el desarrollo vertical y equilibrado de su copa.

El riesgo de retrasar el desarrollo del cultivo aumenta con el incremento del nivel de drasticidad de la poda. Si es temprana y muy drástica, terminamos eliminando gran parte de los brotes foliares en el extremo de las ramas podadas. Las hojas maduras en esa posición son las que presentan la mayor actividad fotosintética pues son las más jóvenes. Mientras más alejadas se encuentran de la punta de las ramas y hacia el centro del árbol, las hojas ya tienen edad avanzada y su actividad fotosintética es cada vez más y más débil.

Por las razones anotadas, la poda representa una práctica especializada que para dar los mejores resultados, tiene que hacerse con mano de obra experimentada y el asesoramiento de profesionales que entiendan el fundamento técnico de esta práctica, desde un punto de vista ambiental, morfológico y fisiológico. Las precauciones que se tomen para evitar las podas muy tempranas para la formación del futuro árbol, no nos impide cortar a tiempo las ramas enfermas, débiles, afectadas con alguna anomalía evidente, o que definitivamente se encuentren mal dirigidas desde un inicio.

Normalmente, se recomienda realizar una poda al año, haciéndola coincidir con la mitad del periodo seco (preferiblemente en el trimestre Agosto-Septiembre-Octubre). De ninguna manera es recomendable podar cuando se observa

un proceso importante de fructificación en marcha, con la presencia abundante de frutos jóvenes o “cherelles”, con edades que fluctúan entre 2 y 12 semanas.

La ejecución de la poda en un momento de fructificación abundante del árbol, más aun si es una poda drástica, tendrá como resultado el marchitamiento gradual de gran parte de la cosecha en desarrollo (Foto 33), incluso de aquellos frutos que ya han superado los tres meses de edad. Cabe señalar que puede presentarse la necesidad de llevar a cabo podas diferenciadas entre clones distintos, en función de sus particulares hábitos de crecimiento y fructificación, aspecto que hay que monitorear estrechamente para evitar la interrupción del desarrollo normal de los frutos. Por ejemplo, los hábitos de crecimiento de los clones EET 103 y EET 19, ambos muy productivos cuando están sujetos a una buena agronomía, son ampliamente diferentes.



Foto 33. Frutos jóvenes en proceso de marchitamiento como resultado de la poda drástica de un árbol clonal de cacao.

La eliminación de los brotes denominados “chupones”, crecimientos verticales que nacen en la base del tronco y también en las ramas, debe ser parte de este hábito de poda permanente del árbol de cacao. Usualmente los chupones son brotes que lucen robustos, con hojas grandes, verdes y brillantes. Sin embargo, por estar sombreados, la mayor parte del alimento que impulsa su crecimiento proviene de la actividad fotosintética de las hojas ubicadas en la periferia de la copa. En conclusión, los “chupones” roban los recursos nutritivos que otras partes de la planta, por ejemplo los frutos en crecimiento, necesitan para su desarrollo.

Se ha demostrado ampliamente que removiendo cada ocho días los frutos enfermos presentes en el árbol (Foto 34), se reduce significativamente el riesgo de infección de los brotes y frutos sanos, como resultado de la disminución de la cantidad de esporas que emiten los hongos causantes de la escoba de bruja y moniliasis al colonizar los tejidos vegetales.



Foto 34. Remoción de mazorcas enfermas como parte de un plan integral de manejo sanitario aplicado a una huerta joven de cacao.

Con la ejecución permanente de esta práctica, el porcentaje de mazorcas enfermas se recorta hasta un tercio si comparamos con la cifra estimada para huertas sin manejo sanitario. En estas huertas el porcentaje de mazorcas enfermas puede llegar al 40 o 50% del total presente, aunque en casos extremos alcanza el 90%. Estos extremos son frecuentes en algunas fincas cacaoteras del nor occidente de la provincia de Esmeraldas.

Por la demanda de mano de obra la remoción de los frutos enfermos no parece ser una medida atractiva. Sin embargo, la relación beneficio/costo justifica plenamente la inversión en esta práctica. Un jornal de 8 horas de trabajo es suficiente para remover las mazorcas enfermas presentes en 2 hectáreas de cacao clonal sometida regularmente a esta práctica. Bajo estas condiciones, en un año se pueden remover unas 2,500 mazorcas enfermas por hectárea. Sin la aplicación de medidas de prevención y control sanitario, la cifra de mazorcas enfermas podría alcanzar 7,500 o más, lo cual representa la pérdida de unos 8 quintales de cacao seco/ha, es decir un monto de \$ 1,200 USD al precio actual por quintal. Los datos provienen de una huerta comercial de alta productividad con 4 años de edad.

Luego de ser removidas del árbol, las mazorcas enfermas se depositan sobre el piso de la huerta para acelerar su descomposición, la que se completa en un periodo de 2 meses. Si quedan suspendidas en el árbol seguirán produciendo y manteniéndose como una fuente de diseminación de esporas durante los siguientes 6 a 8 meses. Hay experiencias de un productor convencido de los beneficios de esta práctica, quien coloca las mazorcas enfermas removidas en un foso a un costado de la huerta antes de cubrirlas con cal (Foto 35), obteniendo buenos resultados para la sanidad del cultivo.



Foto 35. Mazorcas enfermas removidas de la huerta y depositadas en un pozo antes de ser cubiertas con cal para acelerar su descomposición.

Eso sí, una vez que se implementa la poda sanitaria de los frutos y ramas enfermas como elemento permanente y clave del manejo sanitario integral, no debe discontinuarse. La falta de continuidad aumenta la agresividad de las enfermedades de los frutos, las que retoman niveles extremos de incidencia en poco tiempo, en periodos tan cortos como un año, fenómeno que está ampliamente comprobado. Si permitimos que esto ocurra, las crecientes pérdidas de la cosecha diluyen el valor de cualquier inversión realizada.

En conjunto, el costo estimado en mano de obra para el cumplimiento de los distintos tipos de podas, aumenta gradualmente hasta un acumulado de \$ 2,220 USD en 10 años.

Deshije y deschante de plátano

Estas actividades consisten en la eliminación de los hijuelos y tejidos enfermos que están produciéndose constantemente en cada unidad productiva de plátano (más de 50 hijuelos por año si se dejan crecer libremente). La falta de control del número de hijuelos terminará causando la formación de almácigos de plátano que al crecer proyectarán un denso sombreado sobre el cacao, además de causar una gran competencia nutritiva, perjudicando su crecimiento y producción.

El deshije sirve para cumplir varios objetivos a la vez: 1) seleccionar los hijos colinos que se transformarán en la siguiente generación de plantas productoras; 2) mantener el número adecuado de unidades productivas por hectárea, y 3) conservar la correcta distribución de plantas dentro de la plantación (hasta donde sea posible manteniendo las hileras y el triángulo madre, hijo y nieto en cada unidad). Se recomienda realizar el deshije cada 6 semanas durante la época lluviosa y cada 9 semanas en la época seca.

El deschante consiste en retirar bimensualmente, aunque se recomienda realizar esta labor conjuntamente con el deshije, toda las chantas secas adheridas al pseudotallo. Al realizar esta tarea contribuimos a mejorar la sanidad de la planta ya que las chantas secas en descomposición constituyen el hábitat ideal para algunas plagas como las cochinillas, adultos de picudos, arrieras, etc.

El costo estimado de la mano de obra para esta actividad que cubre las tareas de deshije y deschante durante todo el periodo que el plátano está en su sitio es de \$ 240 USD.

Deshoje plátano

Esta actividad consiste en cortar las hojas (Foto 36) que han dejado de ser funcionales porque muestran más del 50% del área foliar “quemada” o necrosada por el ataque de la sigatoka negra, y que aún siguen adheridas al tallo de plátano. El deshoje tiene como objetivo reducir la severidad del ataque de esta enfermedad, eliminando las hojas enfermas que representan la principal fuente de las esporas producidas por el hongo causante de la sigatoka negra, una vez que ha colonizado los tejidos foliares.

Se recomienda realizar esta tarea semanalmente durante el periodo de mayor presión de la enfermedad, es decir en la época lluviosa, y quincenalmente durante el periodo seco. El costo de mano de obra para cumplir con esta actividad se estima en \$ 540 USD durante todo el periodo que el plátano está en su sitio.



Foto 36. Remoción de hojas enfermas para reducir el nivel de incidencia de la sigatoka negra en plátano.

Destrucción de los rizomas en plantas cosechadas

Esta actividad consiste en la segmentación del tallo remanente de las plantas de plátano cosechadas. Enseguida después de la cosecha se hacen dos cortes transversales en cruz sobre el cormo subyacente antes de separarlo de la unidad de producción. Luego se apisona tierra para cubrir la herida de la planta en la parte donde se desprendió el cormo. El material cortado se repica y dispersa en las calles de la huerta (Foto 37).

El objetivo de todas estas acciones es el de provocar la descomposición acelerada del tallo y cormo subyacente, bloqueando el ciclo reproductivo del picudo negro, un insecto-plaga de importancia, que vive dentro del rizoma del plátano. El costo de la mano de obra estimada para cumplir con esta actividad en todo el periodo que el plátano está en su sitio se estima en \$ 150 USD.



Foto 37. Corte del tallo cosechado y destrucción del rizoma para acortar el ciclo productivo del picudo negro en el plátano.

Deschivado de racimos y enfunde

Esta actividad consiste en la eliminación de las dos últimas manos (o gajos) del racimo cerca de la inflorescencia, manos que normalmente son las más pequeñas. De esta forma conseguimos estimular el engrosamiento homogéneo de los dedos en el resto de manos que permanecen adheridas al raquis, obteniendo un racimo con mayor peso y valor.

Los mejores resultados se consiguen realizando el deschivado semanalmente, justo en el momento previo a la colocación de la funda. Esta acción protege al racimo durante el resto de su desarrollo. Además de tener un impacto importante sobre la productividad de plátano el deschivado facilita la tarea del enfunde del racimo.

Mediante el enfunde cubrimos la inflorescencia en el extremo del racimo recién emergido (Foto 38). El objetivo es el de proteger las manos del futuro racimo contra el ataque de varios tipos de plagas, como las cochinillas por ejemplo, que afectan la calidad del fruto y disminuyen su valor para la venta, sobre de todo si es para la exportación.

El costo de la mano de obra estimada para cumplir con esta actividad (deschive/enfunde) durante todo el tiempo que el plátano está en su sitio se estima en \$ 320 USD.



Foto 38. Enfunde del racimo de plátano para proteger su desarrollo y garantizar su calidad.

Riego complementario

Usualmente, el cacao alcanza su desarrollo normal cuando crece en zonas con precipitaciones bien distribuidas durante el año, en cantidades que varían entre 1,500 y 2,500 mm. Sin embargo, por la marcada estacionalidad de las lluvias en nuestro medio, las que se concentran en los primeros cinco meses del año, la ausencia de precipitaciones en los meses restantes causa distintos grados de sequía en la mayoría de las zonas cacaoteras del país.

Esta característica de la estacionalidad de la precipitación explica porque las huertas cacaoteras sin riego, tienen que soportar año tras año el embate de la sequía durante varios meses, circunstancia que deprime fuertemente los procesos fisiológicos, debilita las plantas y recorta significativamente su capacidad productiva (Foto 39). El riego complementario sirve para contrarrestar las desventajas señaladas.



Foto 39. Huerta clonal de cacao mostrando un alto nivel de deterioro (ver puntas desnudas) por el efecto de las sequías anuales.

Revisando algunos resultados de la investigación local se ha llegado a la conclusión, de que al menos en algunas zonas, el impacto negativo que la sequía ejerce sobre la producción de cacao, incluso puede superar al de las enfermedades. El impacto es más acentuado para los clones con mayor productividad, cuya característica es la de exhibir rendimientos ampliamente superiores al de las huertas tradicionales, sólo si su entorno de crecimiento es generoso en la provisión de factores productivos, entre ellos suficiente disponibilidad de agua y nutrientes. Caso contrario, su ventaja productiva se acorta considerablemente.

Solo para ilustrar este concepto describiremos el siguiente caso. En septiembre 2010, en la zona de Mocache, en dos huertas comerciales de cacao clonal CCN 51 con la misma edad y en plena producción, con riego subfoliar quincenal la una y sin riego la otra, creciendo a un par de kilómetros de distancia entre sí, se observó que en la huerta con riego había un promedio 34 mazorcas por planta, con edades que fluctuaban entre tres y cinco meses. El promedio era de 11 mazorcas por planta en la huerta sin riego. Una parcela contigua al lote con riego subfoliar que se beneficia de la infraestructura de esta última recibiendo agua cada mes a través de mangueras, exhibía al momento de la evaluación un promedio de 23 mazorcas por planta. El efecto del riego sobre la producción de cacao producto de esta comparación es contundente. Las cifras provienen de contar y promediar las mazorcas presentes en 50 plantas tomadas aleatoriamente dentro de cada lote.

Por lo tanto, si el objetivo de un sistema de producción intensiva de cacao tipo Nacional con sabor "Arriba", es la obtención de rendimientos máximos, el riego complementario se convierte en un recurso indispensable para asegurar la recuperación de la inversión, más una rentabilidad atractiva. Solo de este modo se logrará retribuir convenientemente el trabajo realizado, compensando además el riesgo incurrido al invertir en esta opción productiva.

La falta de agua no solo influye negativamente sobre el número de mazorcas en formación. El tamaño de las mazorcas y el peso de las almendras también disminuyen al desarrollarse en periodos de sequía. Como resultado de un verano prolongado y anormalmente cálido como el del 2009 (usualmente la época seca es fresca comparada con la calurosa época lluviosa), el índice de semilla (es decir el peso promedio de una almendra fermentada y seca) hacia el final del año, decreció un 20 % con relación al índice de semilla de la cosecha obtenida hacia el final de la época lluviosa, unos siete meses antes. Es decir que con la sequía no solo se producen menos mazorcas sino que éstas contienen semillas más pequeñas.



Puesto que una huerta de cacao manejada con un enfoque de producción intensiva, exige arriba de los 100 mm de agua mensuales para satisfacer sus necesidades de uso consuntivo (cantidad de agua que pierde una hectárea por medio de la evaporación a partir del suelo y de las hojas) durante los meses sin lluvia, particularmente en el periodo Junio-Diciembre, cada mes deberíamos aplicar poco más de dicha cantidad para que el cultivo funcione con normalidad, garantizando la buena marcha de los procesos de brotación foliar, floración, fecundación y crecimiento de los frutos.

Una vez que la infraestructura se encuentra en su sitio, procedemos a programar la aplicación de un evento de riego (Foto 40) cada 15 días. Durante los seis o siete meses que dura el periodo seco en gran parte de las zonas cacaoteras del país, planificamos la aplicación de unos 14 eventos de riego. En cada uno aplicaremos al menos 60 mm de agua. La aplicación de esta cantidad en cada evento equivale a 600 m^3 , o lo que es lo mismo 600,000 litros de agua por hectárea. Quiere decir que durante todo el periodo seco cada hectárea de cacao recibirá unos 8,400.00 litros de agua. Es una cifra enorme pero que ilustra con claridad la gran demanda hídrica de este cultivo.



Foto 40. Irrigación de un lote de cacao clonal recién sembrado e intercalado con plátano en la zona de Quevedo.

La aplicación de 60 mm cada vez, causará un frente de infiltración que moja el suelo dejándolo en capacidad de campo (con alrededor de 40 % de humedad en base al peso seco del suelo) hasta una profundidad que va de 12 a 14 cm, como se ha podido comprobar en un rango de suelos francos. La capacidad de campo, es el punto en que la concentración de la humedad del suelo es la mejor para los cultivos.

Cuando la concentración de humedad en el suelo se aleja del punto de capacidad de campo, debido a las pérdidas por evapotranspiración (uso consuntivo), el cacao responde con menos crecimiento y producción. En casos extremos, los tejidos simplemente dejan de crecer. Si bien las plantas se recuperan con la aplicación del riego, su potencial productivo se va recortando. A medida que el suelo se seca, el cacao invierte cada vez mayor cantidad de energía en la absorción del agua remanente, energía que deja de invertirse en las otras funciones de la planta, en la expansión de los brotes foliares o crecimiento de los frutos por ejemplo.

Si el número de plantas de cacao varía entre 1,000 y 1,500 por hectárea, la cantidad de agua que cada una recibirá en un evento particular de riego, va a oscilar entre 600 y 400 litros de agua. Con cada riego el suelo recuperará su capacidad de campo hasta una profundidad aproximada de 12 a 14 cm como ya quedó señalado en un párrafo anterior.

A partir de observaciones en cacao clonal de tipo Nacional en la zona de Milagro, se concluyó que la aplicación aproximada de 250 litros de agua por planta cada 20 días, incrementó sustantivamente la producción de cacao "Arriba" de una huerta con una densidad de 1700 plantas por hectárea y 5 años de edad. En el momento de hacer estas observaciones el rendimiento era de dos toneladas de cacao seco por hectárea.

Con base a los datos anteriores suponemos que el efecto positivo del riego sobre el rendimiento de este lote podría ser aún mayor si la cantidad de litros de agua aplicados por planta se aumenta, digamos en unos 100 litros adicionales en cada evento de riego, hasta llegar a 350 litros. Tal suposición es perfectamente válida, ya que la demanda hídrica calculada para esta densidad de siembra (1700 plantas por hectárea), se encuentra alrededor de los 350 litros de agua por planta por evento de riego.

La información acerca del volumen de agua provisto para cada planta, es particularmente útil para productores que utilizan sistemas simples de riego, los que usualmente consisten de la aplicación localizada de agua por planta o por surcos, utilizando mangueras de polietileno, conectadas a una bomba de 2 o 3" que extrae agua de un pozo de 10 o más metros de profundidad.

Tales sistemas son particularmente adaptables en zonas donde el nivel freático (o tabla de agua) es moderadamente superficial. En la época seca, en la zona de Milagro-Simon Bolívar, el nivel freático se encuentra a unos 3 o 4 metros de la superficie. Con un pozo somero, es fácil medir la distancia entre la superficie del terreno y el nivel de agua en el pozo, para constatar la profundidad del nivel freático. En la zona en cuestión, la capacidad del pozo para renovar el agua extraída para el riego es relativamente rápida, alrededor de unos 8 m³ por hora, lo que facilita la operación permanente de una pequeña bomba de extracción.

En la zona anteriormente señalada, el nivel freático sube demasiado en el invierno, acercándose a la superficie y creando problemas de encharcamiento, los que hay que enfrentar con una red de canales de drenaje para evacuar el exceso de agua (Foto 41). Caso contrario, las raíces del cacao se asfixian por la falta de aire en el suelo, limitándose su funcionamiento con un impacto negativo sobre la producción. Además, las plantas débiles corren más riesgo de que sufran de enfermedades en las raíces y base del tallo.

En suelos franco-arcillosos y arcillosos como los que predominan en la zona de Milagro-Simon Bolívar, se sugiere la construcción de canales terciarios de al menos 0.5 m de profundidad distanciados cada 30 metros, que descarguen el exceso de agua en canales secundarios de unos 0.9 m de profundidad distanciados cada 60 metros, los que a su vez deben descargar en un desagüe artificial o natural de unos dos metros de profundidad, lo que ayudará a resolver el problema de encharcamiento en la época lluviosa. En cualquier caso para tomar las mejores decisiones se aconseja buscar servicios de asistencia técnica respecto a la temática del drenaje agrícola.



Foto 41. Campo de cacao clonal recién sembrado cruzado por canales para drenar el exceso de agua en el invierno en una zona con alto nivel freático.

En zonas altas como la de Quevedo (cuya altitud oscila entre 70 a 100 metros sobre el nivel del mar), se requiere de pozos más profundos, digamos de 40 o 50 metros de profundidad (Foto 42) para la captación de agua para el riego. A esa profundidad, mucho más allá de la tabla de agua, hay flujos subterráneos que se aprovechan para aumentar la capacidad de renovación del agua extraída para el riego, evitando la necesidad de detener frecuentemente la bomba para esperar a que el pozo se “llene” otra vez.

En zonas de pié de monte, como la de Moraspungo, Las Naves, etc., si las nuevas huertas se encuentran ubicadas convenientemente de acuerdo al paisaje topográfico, los productores aprovechan los “ojos” y caídas de agua (Foto 43) como fuente de captación para programar el riego necesario durante la época seca.



Foto 42. Proceso de construcción de un pozo de 40 metros de profundidad para riego al costado de un drenaje natural en la zona de Quevedo



Foto 43. "Ojo de agua" en la ladera de una montaña que es aprovechado para la captación de agua para riego y otros menesteres.

Estos ejemplos representan estrategias simples para aprovechar los recursos naturales de la finca en la producción intensiva y rentable de pequeñas superficies de cacao, en nuestro caso, 2 hectáreas. Siempre hay que tener presente que el nivel freático bien controlado, es un recurso natural a nuestra disposición para aumentar la intensidad tecnológica del cacaotal, haciendo innecesaria la construcción de pozos profundos. También lo son otras fuentes de agua, mientras más accesibles, mejor.

El costo estimado de la mano de obra para controlar la aplicación de riego en la superficie señalada (usando mangueras móviles) durante 10 años es de \$ 8,000 USD. Esta cifra se reduce a la tercera parte si el sistema de riego se encuentra empotrado en el suelo.

Cosecha

En el contexto de un sistema de producción intensiva, la recolección se facilita por la presencia abundante de mazorcas en los periodos pico de cosecha (Foto 44). Sin embargo, aunque a primera vista no parece ser el caso, la acción de cosechar es una tarea que demanda mucha atención para evitar la recolección de mazorcas verdes, pintonas o enfermas. Al no haber alcanzado el punto de maduración, las mazorcas verdes y pintonas se convierten en un factor que atenta contra la uniformidad de la fermentación y por tanto sobre la calidad del cacao.

Además de inyectar variabilidad al proceso fermentativo (se producen almendras con distinto grado de fermentación), las almendras provenientes de la recolección de mazorcas verdes y pintonas, son responsables de la formación de los llamados granos "bola", grupos de almendras que después del secado se mantienen fuertemente adheridas entre sí, transformándose en un defecto adicional de calidad.



Foto 44. Extracción de almendras de cacao en una huerta tradicional durante un periodo pico de cosecha.

Por otro lado, debe prevenirse la recolección de mazorcas sobremaduras, las que al final no queda más remedio que cosecharlas. En las mazorcas sobremaduras se ha producido una disminución importante de la pulpa y azúcares que cubren las almendras en su interior (Foto 45). Esta condición introduce variabilidad adicional en el proceso fermentativo; la pulpa y azúcares son insumos básicos durante dicho proceso.



Foto 45. Almendras con poco mucílago por sobre maduración de la mazorca en comparación con otras en una mazorca normalmente madura.

Los cosechadores deben estar también atentos para la detección oportuna de las mazorcas total o parcialmente enfermas con escoba de bruja y moniliasis. Al abrir las mazorcas enfermas, las almendras infectadas no se deben mezclar con la masa que proviene de las mazorcas sanas (Foto 46). Lo mejor es desechar estas mazorcas ya que las almendras que contienen crean un serio problema de calidad difícil de corregir, dando como resultado la desvalorización del lote de cacao.

Con frecuencia, las mazorcas son infectadas tardíamente y llegan a la cosecha con un porcentaje de almendras sanas en su interior. Las almendras sanas se aprovechan para sumarlas al resto de la cosecha, evitando que entre ellas se introduzca alguna almendra enferma, lo que es fácil que ocurra si no hay la precaución debida.

Además, los cosechadores deben tener el cuidado de no lastimar las almendras al momento de abrir las mazorcas para su extracción. Aunque normalmente se utilizan machetes para esta labor, lo mejor es golpear la mazorca contra una base afilada fija a un tronco. Es una forma de tener mayor control sobre la fuerza necesaria que se ejerce al abrirla.



Foto 46. Mezcla de almendras sanas y enfermas después de la cosecha que perjudicará la calidad final del cacao.

Al usar machetes para la apertura de la mazorca sostenida en la mano, a veces se golpea con mucha fuerza y el machete atraviesa la cáscara y corta algunas almendras en su interior. Las almendras cortadas se tornan vulnerables a la colonización por distintos tipos de hongos, lo que finalmente les trasmite el sabor a moho deteriorando su calidad sensorial. Si esto ocurre hay que tener la precaución de desechar las almendras cortadas.

A veces, los cosechadores son también las personas encargadas de distribuir las cáscaras de las mazorcas en el piso de la huerta. Se sugiere la distribución alrededor de los árboles de cacao para que éstos se beneficien de la descomposición de este residuo de la cosecha. Como producto de la descomposi-

ción y mineralización, quedan disponibles los nutrientes que contienen las cáscaras, entre ellos hay gran cantidad de Potasio. La nutrición de las plantas abonadas con este material mejora sensiblemente.

El Potasio es un elemento importante con múltiples roles en el funcionamiento de la planta. Entre otros, aumenta su resistencia a las enfermedades y además es clave para el traslado de agua y sustancias nutritivas entre sus distintos órganos. Por lo tanto las cáscaras representan un recurso valioso como abono (Foto 47), recurso que al originarse en la finca tenemos que aprovecharlo al máximo, evitando su desecho fuera de la huerta donde su descomposición y mineralización no produce beneficios para el cultivo.



Foto 47. Cáscaras de mazorcas al pie de arboles de cacao que luego de su descomposición y mineralización beneficiarán su nutrición.

En una huerta de la Amazonía ecuatoriana, el análisis de una muestra de suelo que se tomó en un sitio donde se amontonaban las cáscaras de cacao después de la extracción de las almendras, mostró que la concentración de Potasio era muy superior, en comparación con la de otros sectores en la misma huerta. El impacto de esta práctica sobre la cosecha es mayor en suelos con fertilidad mediana o baja.

Cuando están frescas y en los primeros estadios de descomposición, las cáscaras de las mazorcas almacenan agua y sirven de “hogar” a las mosquitas conocidas como *Forcipomias*, un insecto cuyo tamaño es diminuto, menos de un milímetro. Este insecto desempeña un papel clave en el proceso de polinización de las flores del cacao. Al introducirse en la flor se cubre de granos de polen que luego traslada a las otras flores que visita en la misma planta, o desde esa planta a las flores de otras plantas en la vecindad.

Es mediante este mecanismo que el polen de la flor de un árbol alcanza las flores de otros en un radio de 10 a 12 metros; difícilmente se mueve a mayor distancia. Sin duda, este insecto tiene mucho que ver en el desplazamiento del polen, pero hay otros insectos que también contribuyen a la polinización del cacao. El transporte del polen de flor a flor es un paso necesario ya que dada la disposición de la estructura floral, una misma flor no es fecundada con el polen que produce sus propios estambres.

Si hay más cáscaras de mazorcas distribuidas en el piso de la huerta hay también más mosquitas en los alrededores y las flores tienen una mayor probabilidad de ser polinizadas. El factor que limita la polinización y fecundación de frutos tiene más que ver con la cantidad de mosquitas presentes que con la cantidad de flores que produce una planta de cacao. Estudios locales conducidos por el INIAP en el 2008 mostraron que en el periodo de un año, solo entre el 0.5 y 5 % de las flores presentes en distintos clones de siete años de edad fueron polinizadas y fecundadas.

El hecho descrito anteriormente subraya la importancia de medidas para mantener un ambiente favorable que estimule la presencia abundante de mosquitas del tipo *Forcipomia* en la huerta. Después de todo, aun bajo condiciones de sequo, el cacao produce más flores de las que se pueden efectivamente polinizar. La gran cantidad de flores que yacen en el piso debajo de cualquier árbol, luego de un pico de floración, refuerza esta afirmación.

Concluimos que la cosecha demanda no solo gran cantidad de trabajo manual, sino también suficiente concentración mental, de las personas que intervienen en esta tarea para no cometer errores que afecten la calidad del cacao. Hay que atender de la mejor manera los distintos aspectos relacionados con las buenas prácticas de cosecha, al tiempo que se aprovechan los residuos que de ella se originan.

Para estimar la demanda de mano de obra vinculada a la cosecha, tenemos que conocer que un quintal de cacao fermentado y seco, se obtiene en promedio a partir de 1000 mazorcas maduras. El número de mazorcas podría ser algo mayor en la época seca sin la aplicación de riego.

El costo de la mano de obra estimada para la cosecha en la superficie señalada durante un periodo de 10 años es de \$ 12,520 USD.

Fermentación y secado

Inmediatamente después de extraídas las almendras éstas tienen que fermentarse (Foto 48). Como materia prima del chocolate el cacao se caracteriza por su particular aroma y sabor. Sin embargo, este atributo sensorial no viene expresado en las almendras frescas, aunque si contienen compuestos aromáticos que hacen una contribución. Los precursores químicos del sabor a chocolate se desarrollan durante la fermentación y el secado. La combinación de ambos procesos, habitualmente conocido con el nombre de beneficio postcosecha, es el que produce este resultado.



Foto 48. Fermentación del cacao mediante el método de cajas.

Aun si la fermentación se conduce correctamente puede suceder que el proceso de secado sea el incorrecto. Bajo condiciones inadecuadas, las almendras podrían sufrir un secado demasiado rápido por altas temperaturas o terminar con niveles de humedad encima del 7%. En estas circunstancias se corre el riesgo de que el lote se eche a perder por la presencia de hongos, formación de ácidos grasos libres e incluso alta concentración de acidez en los cotiledones. Estas características son responsables de defectos serios de calidad fuertemente castigados en el circuito de la comercialización del cacao.

En un lote de cacao afectado por una baja fermentación, digamos que solo un 30% de las almendras se encuentran correctamente fermentadas, el sabor y aroma a chocolate que surge al tostar dichas almendras presenta una intensidad debilitada. Por el contrario, si el nivel de fermentación es alto, digamos que las almendras fermentadas están en una proporción superior al 70%, el chocolate proveniente de dicho lote desarrollará una exquisita expresividad sensorial después de un buen tostado. Un buen tostado se logra combinando la temperatura y tiempo de torrefacción apropiados. Para el caso del cacao Nacional el tostado a 118 °C por 22 minutos funciona bien.

La descripción anterior subraya la importancia de la fermentación para construir los precursores químicos del sabor. También la del secado correcto (Foto 49) para reducir la humedad y garantizar la contribución de esos precursores a la calidad sensorial. Ambas tareas justifican una atención redoblada por parte de las personas a cargo. La fermentación y secado combinados toma un promedio de 10 a 12 días hasta completarse, contando desde la cosecha hasta que el lote esta fermentado, seco y listo para el almacenamiento.

El costo estimado de mano de obra para cumplir con el beneficio postcosecha durante un periodo de 10 años es de \$ 6,260 USD.



Foto 49. Patio de secamiento de cacao.

Transporte

El cacao se transporta tomando medidas apropiadas para protegerlo contra el riesgo de humedecimiento y contaminación. Los lotes de almendras fermentadas y secas deben mantenerse alejados de productos que desprendan olores extraños. Por su alto contenido de grasa (arriba del 50% de su peso total en la mayoría de los casos), las almendras se contaminan fácilmente con olores y sabores indeseables (humo, gas, combustible, agroquímicos, etc.). Luego de que la contaminación ha tenido lugar, es difícil eliminar, o al menos atenuar este defecto, transformándose en un problema serio de calidad para los lotes destinados a la exportación.

El costo estimado para el transporte de la producción al sitio de mercados durante un periodo de 10 años se ha estimado en \$ 939 USD.

Cosecha/Procesamiento de plátano

Para la cosecha de racimos de plátano y el procesamiento de cajas para exportación es conveniente aportar con mano de obra propia. Si dejamos esta labor únicamente en manos del comprador, hay el riesgo de que por falta de precaución los tallos cosechados caigan encima de las plantas de cacao, destruyendo sus ramas y a veces malogrando toda la planta. Además, aportando con mano de obra propia se reduce el maltrato al racimo mejorándose la relación racimo/caja. Otra parte de la mano de obra para la cosecha/procesamiento de plátano es aportada por el comprador que necesita salvaguardar la calidad del producto que compra.

El costo estimado de la mano de obra propia para realizar esta actividad durante el periodo que el plátano forma parte del sistema es de \$ 360 USD.

CAPITULO VI

INSUMOS

Fertilizantes

Urea

El Nitrógeno es uno de los nutrientes que las plantas demandan en grandes cantidades. La Urea, es con mucho, el fertilizante más popular con una alta concentración (46%) de este elemento. Representa la principal fuente de Nitrógeno para la agricultura en general y para los sistemas intensivos de producción de cacao en particular. En las huertas tradicionales de cacao con baja productividad, la aplicación de Nitrógeno es la excepción antes que la norma. Además, en este tipo de huertas, la respuesta al abonamiento es pobre al estar presentes otros factores más limitantes de la producción, entre ellas el escaso número de árboles productivos.

El Nitrógeno forma parte importante de las distintas proteínas que componen las células, tejidos y órganos vegetales. Se puede decir con propiedad que este nutriente representa en la planta a los “bloques” o “ladrillos” de una construcción. Si hay pocos “bloques” significa que la planta de cacao no crecerá lo suficiente, se quedará débil y con poca capacidad productiva.

Al aplicarse en el suelo húmedo, una condición necesaria para que cualquier abono sea eficientemente aprovechado por la planta, la Urea se disuelve primero y luego se hidroliza (este término se refiere a la combinación química de la Urea con el agua), transformándose en una sustancia llamada Carbonato de Amonio. Por su inestabilidad, esta sustancia se desdobla rápidamente en dos compuestos: Carbonato y Amonio. El Amonio (NH_4), es una de las formas o moléculas en que el Nitrógeno es absorbido por las plantas, la otra forma de utilización es el Nitrato (NO_3). Desde la aplicación de la Úrea hasta el momento en que el Nitrógeno se convierte en Amonio para su absorción radicular, transcurren de 4 a 5 días.

Parte del Amonio que no es absorbido inmediatamente por la planta permanece en el suelo y sigue su curso normal, transformándose en Nitratos por la acción enzimática de bacterias especializadas que viven en ese ambiente. Ya quedó señalado que los Nitratos representan la otra forma en que las plantas absorben el Nitrógeno en presencia de suficiente humedad. Además de las mencionadas, no hay ninguna otra forma química en que el Nitrógeno pueda ser absorbido por

el sistema radicular. Bajo condiciones de terrenos “aguachentos” esta secuencia se altera causando la pérdida de Nitrógeno en forma gaseosa (N_2) perjudicando la nutrición del cultivo. Para contrarrestar esta situación hay que drenar el suelo. Por la gran cantidad de Nitrógeno que contiene y la rapidez con que se hace disponible para su absorción por cualquier cultivo, la Urea es una fertilizante de alta demanda local. Su precio actualizado es de de \$ 25 USD por saco de 45 kilogramos.

Superfosfato Triple

El Fósforo es otro elemento esencial para el crecimiento de las plantas. Como todas las plantas, el cacao absorbe e incorpora el Fósforo en sus células, tejidos y órganos para completar sus ciclos normales de crecimiento, brotación, floración, fecundación y fructificación.

Si el nivel de Fósforo es insuficiente las células enfrentan dificultades para multiplicarse y alargarse. Ambos procesos son mecanismos que contribuyen al crecimiento vegetal. Por tal razón, una adecuada concentración de Fósforo, tanto en el suelo como en la planta, es una condición importante para la formación temprana y el crecimiento activo de las raíces después del trasplante y durante la vida productiva del cacao. Las raicillas absorbentes tienen un lapso corto de vida, 2 a 10 días. Por esta razón el árbol tiene que estar permanentemente produciendo nuevas raicillas de reemplazo, un aspecto que siempre hay que tener presente para el buen manejo de la agronomía del cacao.

Si antes habíamos señalado que el Nitrógeno era el equivalente de los “bloques” para construir la planta, entonces el Fosforo es el equivalente al “dinero” energético para “financiar” sus procesos metabólicos. Gracias a que el Fósforo es parte de moléculas muy energéticas (ATP y ADP) que transportan la energía química de un sitio a otro dentro de la planta, es que la fotosíntesis es posible, la respiración se mantiene, el almidón se acumula como reservas en tejidos especializados, las células se multiplican, las raicillas absorbentes crecen, las ramas brotan, entre otros procesos vitales que sostienen el funcionamiento vegetal.

Esta breve reseña trasmite una clara idea de la importancia del Fósforo como nutriente. Por este motivo, debemos estar siempre atentos para monitorear el nivel de concentración de Fósforo, tanto en el suelo como en la planta, como ya quedó señalado. Con esta información y mediante el abonamiento oportuno aseguramos que el suelo responda a las exigencias nutritivas de la producción intensiva de cacao.

El superfosfato triple es un fertilizante con alto contenido de Fósforo; la concentración de este elemento es del 46%. Al igual que la urea es uno de los fertilizantes más comunes y con alta demanda en la agricultura. Su precio actualizado por saco es de \$ 45 USD.

Muriato de potasio

El Muriato de Potasio, la más popular de las fuentes proveedoras de este nutriente, contiene 60% de Potasio. Para su crecimiento y producción el cacao requiere más Potasio que Nitrógeno, y ciertamente mucho más Potasio que Fósforo. La suficiencia de Potasio en la planta es un factor nutritivo clave para el uso eficiente del agua, transpiración, fotosíntesis, resistencia a las enfermedades, entre otras funciones en las que interviene.

La intensidad de la fotosíntesis, el proceso que produce las sustancias orgánicas que las plantas necesitan para su crecimiento, se contrae significativamente cuando las concentraciones de Potasio en el suelo y en la planta, son bajas. A medida que el cacao sufre una deficiencia creciente de Potasio, su respiración se incrementa en exceso, "quemando" gran parte de los productos fabricados durante el proceso fotosintético y reduciendo su almacenamiento. En general, las condiciones estresantes (falta de agua, exceso de temperatura, deficiencias nutritivas, etc.) incrementan la tasa respiratoria de las plantas.

El consumo acelerado de carbohidratos debido a una tasa respiratoria excesiva, reduce su disponibilidad para el almacenamiento en tejidos especializados, almacenamiento que es destinado para su utilización posterior en otros procesos de la planta, el crecimiento de los frutos, por ejemplo. En casos extremos, la respiración "quema" más carbohidratos de lo que la fotosíntesis produce, deteniéndose el crecimiento.

El Potasio es clave para el traslado de los productos de la fotosíntesis desde las hojas hacia los demás órganos de la planta. De manera figurada, diremos que funciona como el nutriente que abre las "compuertas" (en realidad lo que genera son gradientes osmóticos a través de sus cambios de concentración en el jugo celular) para que los carbohidratos producidos en las hojas y aquellos almacenados en tejidos especializados, se desplacen a otros sitios de la planta donde se necesitan.

En efecto, el desplazamiento de las reservas satisface las demandas nutritivas vinculadas a los procesos de brotación, floración, fecundación, fructificación, crecimiento de las raíces, entre otros, que tienen lugar en todas las plantas.

Un comentario ilustrativo: el cacao comienza un nuevo ciclo de brotación, solo después que haya suficientes carbohidratos almacenados en sus tallos y ramas para sostener este proceso. El Potasio juega un papel importante para que dicho almacenamiento tenga lugar.

Una planta de cacao bien abastecida con Potasio (obviamente en balance con los demás nutrientes) aumenta su resistencia frente al impacto de los problemas sanitarios (enfermedades) y ambientales (sequía, bajas temperaturas). Por promover el almacenamiento de los productos de la fotosíntesis y el transporte de las reservas de carbohidratos hacia los sitios donde serán utilizados, el Potasio es considerado el “obrero” de la planta. El hecho de que la mazorca sea el órgano con la mayor concentración de Potasio subraya su importancia en la formación de la cosecha.

Así como la Urea y el Superfosfato Triple, el Muriato de Potasio es igualmente un abono de alta demanda. Su precio actual de \$ 40 USD por saco de 45 kilogramos.

Sulfato de Amonio

Como fuente alternativa de Nitrógeno y Azufre, con concentraciones de 21% y 23% respectivamente, el Sulfato de Amonio tiene gran importancia en un sistema de agricultura intensiva. Se lo utiliza normalmente cuando se requiere del abonamiento con Azufre en suelos que están deficientes en este elemento. Desempeña un rol particular como nutriente, para la formación de ciertos aminoácidos esenciales, entre otras funciones claves que cumple en la planta. La deficiencia de Azufre es un síntoma observado con frecuencia como amarillamiento de las hojas más jóvenes, tanto en plantas en crecimiento como en los brotes de arboles adultos de cacao.

Por su participación en el proceso de formación de la clorofila, las hojas de las plantas deficientes en Azufre muestran un color verde pálido, síntoma que aparece primero en las hojas jóvenes (Foto 50) donde se muestra más acentuado. La deficiencia de Azufre ocurre principalmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y que además son arenosos, o están ubicados en zonas con mucha lluvia. La materia orgánica es la principal fuente natural de Azufre en el suelo, de allí que su contenido se encuentra estrechamente vinculado al del Nitrógeno orgánico.



Foto 50. Síntomas de deficiencia de Azufre en hojas de plantas jóvenes de cacao.

Se estima que la cantidad de Azufre que una huerta de cacao adulto requiere anualmente es poco menos de la mitad de lo que necesita de Fósforo. La mejor manera de enfrentar la deficiencia de Azufre es mediante la aplicación de Sulfato de Amonio. Debido a que este fertilizante contiene una modesta porción de Nitrógeno, su

concentración tiene que tomarse en cuenta al momento de formular la recomendación global de fertilización nitrogenada para el cacao. Se suman los kilogramos de nitrógeno que provienen de la aplicación del Sulfato de Amonio a los kilogramos de nitrógeno que provienen de la Urea.

Abonos completos

La secuencia numérica 10-30-10 que aparece en un saco de fertilizante, significa que contiene un abono de tipo completo, con concentraciones de 10% de Nitrógeno, 30% de Fósforo y 10% de Potasio. Este tipo de abono provee los tres nutrientes que las plantas absorben y utilizan en su metabolismo en las cantidades más altas; por esa razón son conocidos como macronutrientes. También hay otros abonos completos con distintas proporciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. El fertilizante de fórmula 20-20-20 es uno de ellos.

En el caso de que los suelos cacaoteros presenten simultáneamente niveles medios o bajos en Nitrógeno, Fósforo y Potasio, situación que puede presentarse en algunas zonas, el abono 10-30-10, combinado con urea y sulfato de amonio, representa una magnífica opción para formar parte de un plan de fertilización adaptado a las demandas nutritivas de un sistema de producción intensiva de cacao.

En suelos con un nivel de fertilidad muy bajo talvés haya que afrontar y corregir también problemas de acidez (Tabla 2), antes de lograr un buen desarrollo productivo del cacao. Sin embargo, el costo de recuperación de la fertilidad puede ser demasiado alto. A lo mejor lo que más conviene en estos casos es evitar la siembra en suelos tan frágiles.

El precio actualizado de los fertilizantes completos es de unos \$ 30 USD por saco de 45 kilogramos.

Micronutrientes y Abonos foliares

Como todas las plantas, el cacao demanda cantidades reducidas de un grupo de elementos, los micronutrientes (Hierro, Manganeseo, Zinc, Cobre, Boro y Molibdeno). Por su esencialidad éstos no deben faltar ni en el suelo ni en la planta en concentraciones adecuadas. De lo contrario, la productividad se verá seriamente mermada, con mayor razón si se trata de sistemas intensivos de producción, en los que las exigencias nutritivas son mayores y la ausencia de equilibrio nutricional es todavía más crítica.

Tabla 2. Suelos con características marginales de fertilidad que restringen la productividad del cacao.

Prof. (cm)	pH	%		meq/100ml				ppm				meq/100 ml			%			Clase Textural	
		M.O	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Suma de Bases	C.I.C.	Arena	Limo		Ar- ci- llo
----- Suelo 1 -----																			
0-15	5.1	4.4 M	3 B	7 B	0.20 M	6 M	1.9 M	3 B	2.5 B	3.8 M	91 A	14.3 M	0.16 B	8.1	10.3	40	36	24	Franco
15-30	5.3	2.0 B	8 B	10 M	0.18 M	4 B	2.2 M	4 B	1.9 B	5.5 A	51 A	5.8 M	0.07 B	6.3	8.2	44	24	32	Franco Arcilloso
30-50	5.5	1.1 B	8 B	8 M	0.16 B	5 M	4.5 M	5 B	2.2 B	5.5 A	42 A	11.1 M	0.08 B	9.6	12.1	34	20	46	Arcilloso
----- Suelo 2 -----																			
0-15	4.2	3.1	12 B	2 B	0.09 B	2 B	0.8 B	2 B	15.3 A	1.5 M	253 A	12.3 M	0.08 B	2.89	-	44	30	26	Franco
15-30	4.2	2.2	6 B	2 B	0.06 B	2 B	0.5 B	2 B	8.7 A	1.2 M	235 A	8.3 M	0.09 B	2.56	-	34	30	36	Franco Arcilloso

Estos elementos son conocidos como micro nutrientes al ser exigidos en cantidades reducidas, unos pocos cientos de gramos por hectárea, en la generalidad de los casos. Sin embargo, su esencialidad para algunos procesos vitales de las plantas, la elongación del tubo polínico para la fecundación del óvulo en las flores por ejemplo, es lo que los hace tan importantes como los macronutrientes (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) para alcanzar una nutrición equilibrada.

Para una mejor comprensión vamos a hacer la siguiente ilustración. Usualmente, la concentración de Hierro (un micronutriente) en los tejidos de la planta se encuentra alrededor de 100 partes por millón (100 gramos en un millón de gramos), mientras que la del Nitrógeno (un macronutriente) está por las 10,000 partes por millón (10,000 gramos en un millón de gramos). La comparación de ambas cifras proporciona una idea contundente acerca de la gran diferencia que hay entre las concentraciones de uno y otro elemento en los tejidos vegetales, aunque como ya dijimos, no hay ninguna diferencia en su esencialidad.

A manera de reforzamiento del argumento anterior, quien podría negar la importancia del Manganeseo (otro micronutriente), elemento que al formar parte de la proteína (enzima) que interviene en el desdoblamiento de la molécula de agua (H_2O) liberando sus átomos de Hidrógeno, los que luego se combinan con el dióxido de carbono (CO_2) para llevar a cabo la fotosíntesis, tiene un papel irremplazable en este proceso. Sin fotosíntesis simplemente no existiría vida vegetal ni animal (ni nosotros) sobre este planeta.

De manera general, las funciones de los micronutrientes se pueden clasificar por su contribución a tres ámbitos del metabolismo vegetal: 1) Participan en la asimilación del Nitrógeno y Fósforo en las células, 2) Incrementan la resistencia de las plantas frente a factores estresantes, la sequía por ejemplo, y 3) Son vitales para el desarrollo reproductivo (floración, polinización, fecundación y crecimiento de los frutos).

Algunos síntomas típicos de concentraciones deficientes de micronutrientes en el cacao, se presentan como clorosis (amarillamiento) entre las nervaduras de las hojas (mientras las nervaduras permanecen verdes) y arrugamiento de las hojas jóvenes. Los síntomas pueden desaparecer con el tiempo (a lo mejor mientras las raíces profundizan) pero posiblemente a costa de una pérdida de vigor del cultivo.

El asesoramiento de profesionales que conozcan de la temática es un buen comienzo para el diagnóstico de la fertilidad del suelo respecto a los micronutrientes. Afortunadamente, las cantidades requeridas por las plantas son tan

pequeñas que con frecuencia el suelo ya contiene suficiente de ellos, y los síntomas de deficiencia no se presentan con tanta frecuencia como los de los macronutrientes. También es posible que los micronutrientes lleguen al suelo como impurezas formando parte de otros fertilizantes, lo que es un hecho afortunado.

Sin embargo, si existieran problemas con uno o más micro nutrientes, entonces hay que diseñar soluciones mediante su aplicación a través de productos comerciales disponibles localmente, los que usualmente contienen varios elementos a la vez. Aunque hay algunos como el Boro y el Zinc que pueden encontrarse como productos individuales. En promedio el costo de estos abonos se encuentra alrededor de \$ 10 USD por kilogramo.

En este punto cabe señalar que el uso de fertilizantes foliares representa una vía complementaria para cubrir las exigencias de micronutrientes (y también de macronutrientes) en un cultivo que persigue un objetivo de alto rendimiento, siempre y cuando los otros factores de producción (agua, luz, espacio, etc.) se encuentren también disponibles en un buen nivel.

La aplicación de fertilizantes foliares a plantas poco vigorosas y amarillentas, es como poner “maquillaje” a un enfermo moribundo para que luzca bien durante la visita de parientes y amigos. Después del “maquillaje” su apariencia mejora externamente, es cierto, aunque en el fondo el problema de su enfermedad se mantiene. Los fertilizantes foliares son útiles (Foto 51) para cubrir brechas nutritivas en cultivos de por sí sanos y vigorosos, donde se busca extender al máximo el potencial productivo de la Tierra, cubriendo cualquier margen de deficiencia que pudiera estar presente en la planta.



Foto 51. Aplicación de fertilizantes foliares en un lote de cacao recién sembrado como parte de un programa para la nutrición integral del cultivo.

Finalmente, nunca debemos olvidar que la absorción por las hojas no es un sustituto, sino más bien un complemento de lo que las plantas absorben por las raíces. La “boca” de la planta son las raíces y no las hojas cuya capacidad de absorción nutritiva es mínima.

En promedio el precio de un abono foliar es de unos \$ 15 USD por litro, o por kilogramo.

Herbicidas

Glifosato

Es un herbicida no selectivo de amplio espectro, desarrollado para la eliminación de hierbas y arbustos, especialmente los de tipo perenne. El glifosato es absorbido por las hojas y no por las raíces; al llegar al suelo se inactiva. Inclusive, se puede inyectar a troncos y tallos, o asperjarse sobre tocones como un herbicida forestal, aunque hay otros herbicidas más efectivos con este fin. El glifosato mata las plantas por su capacidad de generar aminoácidos aromáticos que afectan su funcionamiento normal. Es uno de los herbicidas más utilizados en el mundo.

Por esta razón hay que utilizar el producto con extremo cuidado, tomando las debidas precauciones (uso de barreras protectoras, mantenimiento de una distancia prudente con relación a las hileras del cultivo, etc.) cuando se aplica entre las hileras de un cultivo establecido, como en el caso del cacao. Si la aspersión con glifosato toca las plantas, aunque éstas sean adultas, se debilitan, tornan amarillentas (Foto 52) al tiempo que la productividad se desploma. Si el contacto con el herbicida es masivo la planta puede morir en pocos días.



Foto 52. Arboles de cacao “tocados” por una aspersión con glifosato en el año anterior.

La dosis recomendada para su empleo en el control de malezas en cacao, oscila entre 1.5 y 2.0 litros/ha de su equivalente en el producto comercial más conocido, el Glifosato. La dosis a emplearse depende de la edad, tipo y densidad de las malezas a controlar. El precio actualizado de este producto se estima en \$ 5 USD por litro.

Diuron

El Diuron es un herbicida pre-emergente utilizado para el control de malezas anuales, ya sean éstas gramíneas o de hoja ancha. Este producto comienza su acción antes de que las plántulas emerjan del suelo, pero también actúa sobre aquellas recién emergidas, como mucho hasta una semana después de la germinación.

Absorbido fundamentalmente por las raicillas, el Diuron alcanza la parte aérea de la planta a través del xilema (conducto vascular que transporta el agua y nutrientes o "savia bruta" proveniente del sistema radicular), bloqueando la actividad fotosintética de las hojas. Al ser un herbicida que persiste por varios meses en el suelo, previene la presencia de las malezas cuyas semillas todavía no han germinado al momento de la aplicación. Hay que tener cuidado pues su aplicación en dosis excesiva esteriliza el suelo por un buen tiempo.

Para su aplicación el Diuron se diluye en agua limpia. Si el agua está sucia o contiene gran cantidad de sedimentos el producto se adhiere a las partículas en suspensión y pierde eficacia. Adicionalmente, para una acción más efectiva sobre el control de malezas su aplicación requiere de la presencia de suficiente humedad en el suelo. De lo contrario, la difusión del herbicida en los primeros centímetros del suelo se interrumpe, permaneciendo gran parte en la superficie. Allí es descompuesto en cuestión de días por la luz solar, en particular por los rayos ultravioletas.

En huertas con al menos dos años de edad se recomienda la aplicación del Diuron a baja presión y en dosis de 2 kg por hectárea. En caso de que se requiera de su acción preventiva contra las semillas que aun no han germinado y emergido, e incluso sobre algunas malezas que ya se encuentren bastante crecidas, el Diuron se mezcla con un herbicida de contacto o traslocación para su aplicación combinada.

Hay que tener siempre presente que el cacao es un cultivo muy sensible a los productos de contacto y traslocación, motivo por el cual deben tomarse las precauciones debidas para no "tocar" las plantas con la aspersión de la mezcla. La funda de cinco kilogramos de Diuron tiene un precio actualizado de \$70 USD.

Tordon

El Tordon es un herbicida de traslocación muy persistente. Durante la fase final de preparación del terreno es utilizado para el control de plantas leñosas y no leñosas de hoja ancha de difícil control. Un punto importante: la aplicación se lleva a cabo solamente si es estrictamente necesario, siempre antes de la siembra de cacao. La absorción del producto se realiza por vía foliar, provocando en las plantas síntomas de epinastia (torcedura del extremo de las hojas y brotes) al bloquear las hormonas de crecimiento y la síntesis de proteínas, causando finalmente su muerte.

Para el control de árboles y arbustos aislados el producto se aplica a veces sin diluir inyectándolo al tronco. El rebrote de los árboles se evita aplicando el Tordon sobre el tocón inmediatamente después del corte. La aplicación indiscriminada, sin tomar las precauciones necesarias, causa un daño irreversible a cualquier planta útil que se encuentre en el área de trabajo. Inclusive, por influencia del viento el producto es arrastrado pudiendo afectar los cultivos en las cercanías o en fincas vecinas.

Puesto que el producto es soluble en agua se recomienda disolver 150 cm de Tordon en una bomba de 20 litros o su equivalente si se requiere un volumen más pequeño de la solución herbicida. Hay que asegurarse de que la aspersión moje bien las plantas que se van a eliminar. Con este objetivo es conveniente el uso de pulverizadores (bombas de mochila) de baja presión, es decir con una presión menor a cuatro atmósferas.

El uso de pulverizadores de baja presión disminuye el riesgo de que las gotas de la aspersión sean transportadas con la brisa y afecten a otras plantas en los alrededores. Los mejores resultados se obtienen cuando se aplica durante el periodo en que la actividad de la savia en las plantas a controlar es la más intensa, es decir durante la época lluviosa, aunque difícilmente ese será nuestro caso.

Puesto que urge sembrar el cacao tan pronto como sea posible después de las primeras lluvias, la aplicación del Tordon tiene que planificarse y ejecutarse con la debida antelación a la siembra del cultivo. El precio actualizado de un litro de Tordon se estima en \$ 15 USD.

Insecticidas

Malathion

Es un insecticida organofosforado utilizado en todo el mundo para el control de una amplia gama de plagas en distintos cultivos. Actúa por contacto e ingestión inhibiendo la colinesterasa (compuesto enzimático) en los insectos. Además

es ideal para su utilización como parte de un programa de manejo integrado de plagas por su eficacia y baja toxicidad. Esta última cualidad lo convierte en un producto amigable con el ambiente al permitir la rápida recuperación de la población de la fauna benéfica.

En el caso del cacao, el Malathion se utiliza básicamente para controlar la presencia de las hormigas que se alimentan de las hojas (por alguna razón las hojas cutinizadas del cacao son las más apetecidas por las hormigas) de las plantas jóvenes de cacao, las que con frecuencia quedan totalmente deshojadas. La aplicación es localizada en los sectores de la huerta donde se encuentran las “casas” y senderos por donde se movilizan las hormigas. El precio actualizado por litro es de \$ 9 USD.

Furadan

Es un insecticida y nematicida sistémico y de contacto que tiene al carbofuran como principio activo. Viene formulado en forma granulada o como una solución concentrada fácilmente dispersable en agua. Es un producto especialmente diseñado para el control de insectos, gusanos y nematodos. Se absorbe a través de las raíces y luego es traslocado a toda la planta, actuando contra las plagas durante los primeros estadios del cultivo protegiéndolo desde la germinación y emergencia hasta su establecimiento definitivo.

Necesita de un buen nivel de humedad en el suelo para su desempeño efectivo. Se utiliza principalmente para el control de picudos y nematodos en el plátano, cultivo que se intercala con el cacao para proveerle de sombra temporal en los primeros años. El precio actualizado de este producto es de \$ 5 USD por kilogramo.

Fungicidas

Bankit

El Bankit es un fungicida de amplio espectro con acción preventiva, curativa y erradicante, habiendo sido probado con éxito en cacao. Al cubrir la superficie de los tejidos jóvenes de la planta que son los más susceptibles a la infección, inhibe la germinación de las esporas producidas por los hongos causantes de la escoba de bruja y moniliasis.

Como parte de un programa de prevención y control de las enfermedades, se aplica en dosis de 0.4 a 0.5 litros por hectárea, en forma alternada con fungicidas a base de cobre (particularmente hidróxido de cobre), durante la época de lluvias que es cuando la incidencia de las enfermedades es la más alta. Sin embargo, se pueden hacer aplicaciones en cualquier otro periodo del año, si observamos que las

Enfermedades están poniendo en riesgo un pico de cosecha en formación, aunque no sea el pico principal. El precio actualizado de un litro de Bankit es de \$ 60 USD.

Kocide

El Kocide es un producto micro granulado a base de hidróxido de cobre con propiedades fungicida y bactericida. Se utiliza para la prevención y control de enfermedades y bacteriosis en numerosos cultivos, entre ellos el cacao. Su modo de acción se basa en la interrupción de la función de determinadas enzimas. Esto trae como consecuencia el bloqueo de los sistemas de transporte de energía afectando la integridad de las membranas celulares de los organismos que causan las enfermedades. Es importante señalar que la presencia del cobre en este producto contribuye a suplir posibles deficiencias de este nutriente en los cultivos.

El Kocide es un producto de acción preventiva que actúa antes de la infección de los “cherelles” (se denominan así a los frutos de cacao hasta las 12 semanas de edad). Se recomienda su aplicación en dosis de 2.0 a 2.5 kg por hectárea, en el periodo de mayor incidencia de las enfermedades de los brotes y frutos. El precio actualizado de este producto es de \$ 5 USD por kilogramo.

Material de siembra

Plantas de cacao

El 50% del éxito de una huerta productiva de cacao clonal de tipo Nacional, depende de la calidad del material de siembra y el establecimiento impecable del cultivo, acompañado de las condiciones ambientales ideales hasta donde sea esto posible. El otro 50% del éxito es aportado por la planificación, dirección y ejecución de las medidas apropiadas para el desarrollo de su potencial productivo.

Durante el proceso de búsqueda y adquisición del material de siembra, además de seleccionar los clones mejor adaptados a la zona donde se pretenda establecer la nueva huerta, debe observarse si las plantas cumplen con criterios de uniformidad, sanidad, vigor, ausencia de clorosis foliar y edad adecuada (Foto 53). Todos son criterios importantes al momento de evaluar la calidad del material de siembra y su potencial para vencer las dificultades que las plántulas encontrarán durante su establecimiento a campo abierto. Las bases de la precocidad productiva se fijan tempranamente y tienen mucho que ver

con el vigor inicial de las plantas. La Tabla 3 describe una propuesta de zonificación para la siembra de los clones de tipo Nacional que el INIAP viene ofertando comercialmente.



Foto 53. Plantas clonales de cacao uniformes y bien nutridas representa el material de siembra que da lugar a arboles robustos y con precocidad productiva.

En el caso de que algunas de las plantas destinadas a la siembra se presenten cloróticas, amarillentas y débiles (Foto 54), su establecimiento y desarrollo se retrasará sensiblemente, al estar sometidas a una fuerte competencia de recursos por aquellas más vigorosas en su vecindad. Además, nunca serán lo suficientemente productivas como ya se ha podido comprobar. La falta de uniformidad del material de siembra, limita la expansión normal de la productividad de la huerta, a más de ser la causa del uso ineficiente de los recursos del ambiente (luz, suelo, agua, espacio, entre otros) en los sectores de la huerta con plantas sub estándar.

Tabla 3. Zonificación para la siembra de clones de cacao tipo Nacional distribuidos comercialmente por el INIAP.

Zonas	Clones
Esmeraldas – Norte	EET 103; EET 575
Esmeraldas – Sur (Muisne)	EE 103, EET 95; EET 575
Esmeraldas – Quinindé	EET 95, EET 96, EET 103; EET 575
Manabí – Portoviejo	EET 48, EET 95, EET 96, EET 103, EET 575, EET 576
Manabí – Chone, Calceta, Junín	EET 95, EET 96, EET 103, EET 575, EET 576
Santo Domingo – La Concordia	EET 19, EET 95, EET 103
Santa Elena	EET 95, EET 96, EET 103, EET 544, EET 558
Guayas – Sur Naranjal, Milagro	EET 95, EET 103
El Oro - Machala	EET 95, EET 96, EET 103
Los Ríos – Montalvo, Babahoyo	EET 95, EET 96, EET 103
Los Ríos – Catarama, Ventanas	EET 95, EET 96, EET 103
Bolívar – Cotopaxi (pie de monte)	EET 95, EET 103
Amazonía norte -Shushufindi, Coca	EET 95; 96; 103
Amazonía Central -Tena	EET 95, EET 96, EET 103
Amazonía Sur - Zamora	EET 48, EET 96, EET 103



Foto 54. Plantas clonales de cacao con apariencia poco vigorosa y que se deben descartar para la siembra.

En una huerta clonal sin irrigación, de 3 años de edad, en la zona de Quevedo, solo el 60% de las plantas habían comenzado a formar sus primeros cherelles mientras el resto aun no mostraba señales de fructificación. En otra huerta joven en la zona norte de Esmeraldas, el 20% de las plantas de un mismo clon exhibía una productividad bastante inferior al resto. Al momento de la evaluación, las más productivas tenían entre 25 y 30 mazorcas por planta, mientras que las otras o tenían pocas mazorcas o no las tenían. En ambos casos, la desuniformidad en el vigor inicial del material de siembra sin duda tuvo mucho que ver con estos resultados.

Es preferible, aunque no imprescindible, que al momento de adquirir las plantas, todas muestren sus hojas cutinizadas. Si fuera posible, hay que evitar la adquisición de plantas con hojas que están aun tiernas y frágiles. Luego del trasplante este tipo de plantas sufren en demasía al exponerse a una luminosidad excesiva en el proceso de adaptación a campo abierto. La producción de plantas en un vivero propio permite que el productor tenga un mayor grado de control sobre este factor.

Colinos de plátano

El material de siembra del plátano está constituido por los colinos o cormos. El corno es en realidad el tallo del plátano que se encuentra bajo tierra. Demás está decir que tenemos que asegurarnos del vigor y sanidad de los colinos para garantizar el rápido establecimiento y uniformidad del cultivo en el campo.

Los colinos deben estar frescos sin mostrar mucha variabilidad en el tamaño. Hay que descartar aquellos colinos dañados excesivamente por picudos, o que muestren otros síntomas de grave deterioro. Luego de ser separados de la plantamadre, los colinos se limpian y seleccionan antes de proceder a la siembra. El desecamiento de los cormos por siembra tardía interfiere con su desarrollo y en el peor de los casos se torna en una siembra fallida.

El costo de un colino normal, limpio y clasificado, listo para la siembra, se estima en \$ 0.25 USD.

Plantas de guabo

Las plantas de guabo se obtienen principalmente de las semillas de los árboles de "guaba" de bejuco, que son los que más abundan en la región Litoral y los que mejor brindan el servicio de sombra permanente para el cacao. Es preferible producir o adquirir plantas sanas que muestren el mismo vigor con el fin de asegurar la uniformidad de su crecimiento. De esta forma el cacao se beneficiará al máximo de los servicios ambientales (sombreamiento, mulching, reciclaje de nutrientes, fijación simbiótica de Nitrógeno, etc.) asociados con esta planta leguminosa. El costo de producción en la finca de una planta de guaba se estima en \$ 0.20 USD.

Otros insumos

Fundas para la protección racimos plátano

Los racimos de plátano, más que nada si están destinados para la venta en cajas con fines de exportación, tienen que protegerse durante su desarrollo contra el daño de distintas clases de insectos (trips, pulgones, cochinillas, etc.), los que perjudican su calidad al ocasionar manchas en los dedos. En el peor de los casos la fruta manchada no sirve para exportación por su apariencia poco agradable, aunque se la comercializa localmente a menor precio.

Es por esta razón que el racimo se enfunda temprano al momento de observar la aparición de las dos primeras manos. Para el efecto se utilizan fundas especiales que tienen un precio unitario actualizado de \$ 0.07 USD.

Cintas para identificación de los racimos

Para controlar el grado de maduración y decidir el tiempo oportuno de la cosecha, la funda que protegerá al futuro racimo se amarra en la parte superior del raquis con una cinta de un color determinado.

Cada día que se enfunda la cinta es de distinto color, lo que permite determinar la edad del racimo y decidir sobre el momento oportuno del corte. Sin esta precaución, se cosecharían racimos con distinto grado de madurez fisiológica, una condición que dificulta su manejo y conservación durante la comercialización, pues algunos se maduran antes de tiempo. El precio estimado de un paquete de cinta que alcanza para unos 100 racimos es de \$ 6 USD.

Combustible

A veces el productor vive en alguna comunidad urbana cerca de la finca y para trasladarse a ésta necesita utilizar su motocicleta, o en el mejor de los casos un vehículo de su propiedad. En otros casos, vive en la finca pero necesita movilizarse para contratar mano de obra, adquirir insumos, gestionar créditos, negociar la venta, transportar la producción y cumplir otras actividades relacionadas con su proyecto productivo de cacao. El combustible también es necesario para la bomba de riego y otros equipos. La inversión estimada en la adquisición de combustible se estima en unos \$ 240 USD por año.

Agua para riego

La fuente de agua puede ser un canal abierto o sistema presurizado que forma parte de un proyecto de riego en alguna zona donde la sequía afecta fuertemente la producción, limitando las oportunidades de desarrollo de la productividad de cualquier cultivo, entre ellos el cacao. Si este es el caso, usualmente hay que pagar una tasa por el uso del agua al organismo que administra y vela por su funcionamiento.

Donde no existen distritos organizados de riego, el agua para regar puede tomarse de una fuente cercana (Foto 55) que puede ser un río, riachuelo, laguna, vertiente, albarrada, nivel freático (a través de pozos someros) y flujo subterráneo mediante pozos profundos (40 a 60 metros de profundidad). En estos casos no se paga tasa alguna por el momento en el Ecuador, lo que sí viene ocurriendo en otros países.

Dada la creciente escasez de agua dulce utilizada con distintos propósitos, con seguridad en el futuro van a surgir regulaciones sobre el uso del agua, entre ellas el cobro de tasas para promover la conservación de este recurso, incrementar su eficiencia de uso y financiar planes para prevenir su contaminación por distintas causas.

Para la inclusión de una cifra por este concepto en el presupuesto para el establecimiento de un cacaotal nuevo se ha considerado un valor por el uso de un m³ de agua de riego igual a \$ 0.04 USD.



Foto 55. Toma de agua para riego de cacao a partir de una pequeña albarrada en la zona de Quevedo.

CAPITULO VII

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Bomba de aspersión motorizada

Es un equipo utilizado en la aplicación de fungicidas para prevenir y reducir la probabilidad de infección de los frutos y brotes tiernos de cacao atacados por la escoba de bruja y moniliasis. También se emplea para la aplicación de fertilizantes foliares o insecticidas cuando es necesario. En promedio el precio actualizado por unidad es de \$ 600 USD.

Bomba de aspersión manual

Son equipos accionados manualmente y utilizados para la aplicación de herbicidas solos o mezclados. Si están asignados para la aplicación de herbicidas, es conveniente no utilizarlos para la aspersión de otros productos (fungicidas, fertilizantes foliares, etc.) dirigidos al cacao. Hay que destinar una bomba de aspersión exclusiva para este fin. En promedio su precio actualizado por unidad es de \$ 120 USD.

Escarbadoras

Es una herramienta útil para cavar los hoyos de siembra, así como aquellos que se necesitan para la construcción de cercas y otras actividades relacionadas. En promedio su precio actualizado por unidad es de \$ 17 USD.

Carretillas

Son herramientas útiles para el transportar plantas, colinos y otros insumos. En promedio su precio actualizado por unidad es de \$ 45 USD.

Palas de desfonde

Son herramientas necesarias para el deshije del plátano. En promedio su precio unitario actualizado es de \$ 12 USD.

Palas convencionales

Son herramientas útiles para amontonar y colocar la tierra en el hoyo de siembra y otras actividades relacionadas. En promedio su precio unitario es de \$ 12 USD.

Machetes

Son herramientas útiles para el control manual de malezas, destrucción de los tallos de plantas cosechadas de plátano, deschante y actividades relacionadas. En promedio su precio unitario actualizado es de \$ 6 USD.

Tijeras de podar

Son herramientas útiles para las distintas tareas de poda de las plantas jóvenes y adultas de cacao. En promedio su precio unitario actualizado es de \$ 45 USD.

Serruchos de podar

Se utilizan en la poda tardía de ramas disfuncionales que engrosaron demasiado y que es necesario eliminar para corregir la estructura del árbol. En promedio su precio unitario actualizado es de \$ 35 USD.

Baldes de plástico para cosecha y otros

Se utilizan en el transporte de agua, masa fresca de cacao y otros menesteres relacionados. En promedio su precio unitario actualizado es de \$ 6 USD.

Podón para deshoje y cosecha de plátano

El podón es una herramienta necesaria para el cumplimiento de las tareas de deshoje y cosecha del plátano. En promedio su precio unitario actualizado es de \$ 3 USD.

Otras herramientas menores

Herramientas menores adicionales de poco costo pueden ser necesarias para apoyar el proceso productivo. Se ha estimado un precio unitario de \$ 10 USD.

CAPITULO VIII

INFRAESTRUCTURA Y OTROS

Fermentador

La producción esperada a partir de un sistema intensivo de producción de cacao Nacional con sabor “Arriba” en una superficie de 2 hectáreas, una vez que la producción se ha estabilizado, se encuentra en el mejor de los casos, arriba de 5 toneladas por año, una cifra respetable. Con esta cantidad el productor puede negociar un contrato para proveer cacao de alta calidad a un comprador local, o inclusive a un comprador internacional interesado en un pequeño volumen calificado pero permanente.

La presencia de un alto porcentaje de almendras fermentadas es una de las características que definen la calidad de un lote. Por lo tanto, la fermentación de la masa fresca compuesta por las almendras recién cosechadas, representa un factor clave al momento de agregar valor al cacao, asegurando ingresos más altos por la venta de lotes calificados. En este contexto, la inversión en una infraestructura mínima (Foto 56) de fermentación queda plenamente justificada.

La construcción de un fermentador tipo escalera con tres cajones, permitirá realizar dos remociones de la masa que inicialmente se ubica en el cajón superior. Luego del tiempo convenido (usualmente 24 horas), la masa en el primer cajón se traslada al segundo por gravedad, a través de la abertura que deja libre una tabla corredi-za en uno de sus costados, facilitando la mezcla durante el proceso fermentativo. Como vamos a ver más adelante, la acción de mover y mezclar la masa es un componente importante de la tecnología de fermentación.



Foto 56. Infraestructura de un fermentador tipo escalera.

Después de 24 horas adicionales, es decir a las 48 horas, la masa en fermentación se traslada del segundo al tercer cajón, manteniéndose allí hasta complementar todo el proceso que usualmente culmina 4 días después de haberse iniciado. Es importante dotar a la infraestructura de un canal de desagüe cubierto con cemento debajo de los cajones, el que sirve para evacuar los líquidos de la fermentación que por su acidez son corrosivos. El canal se limpia con frecuencia para evitar la contaminación por malos olores y presencia de roedores e insectos varios que representan un riesgo para la pureza e inocuidad del cacao.

En general, la variación en las condiciones naturales vinculadas a la fermentación es tan grande, que resulta difícil normalizar con exactitud este proceso de un lugar a otro. Por esta razón, los resultados obtenidos son mejores si uno se apoya en la experiencia adquirida, monitoreando estrechamente las condiciones de trabajo antes de decidir el momento en que se da por terminada la fermentación. El corte de almendras muestreadas al azar durante el proceso fermentativo, es un modo de evaluar cómo avanza la fermentación y nos ayuda a determinar el momento en que ha terminado.

Al cortarse longitudinalmente, los granos fermentados muestran un anillo pardo oscuro que bordea la periferia de los cotiledones, en tanto que el resto presenta una coloración parda pero más clara. El halo oscuro alrededor del borde de los cotiledones (Foto 57) es un indicativo de que las almendras han muerto por el brusco incremento de la temperatura combinada con la acidez. También refleja la oxidación subsiguiente de determinados constituyentes, particularmente los polifenoles, los que una vez que ocurre la muerte del embrión en la almendra, se difunden hacia el exterior a través de la testa.



Foto 57. Cotiledones que al corte muestran un halo pardo oscuro a su alrededor como indicador de que la fermentación ha terminado..

Hay que tener en cuenta que el aumento del calor y acidez (fenómenos típicos del proceso fermentativo) dependen de la ventilación de la masa de cacao en fermentación, por lo que este factor debe ser monitoreado con atención. La combinación de temperaturas superiores a 45°C y valores de pH's inferiores a 5.0 dentro de los cotiledones, son las condiciones que matan el embrión y dan paso a las siguientes etapas de la fermentación (destrucción de la estructura celular, liberación de polifenoles, descomposición de las proteínas en aminoácidos y péptidos, reducción de los azúcares, entre otros).

El factor que limita la fermentación de masas grandes y profundas de cacao es la imposibilidad de que el aire penetre al centro y fondo de la misma. El azúcar de la pulpa es transformado en alcohol por la acción de microorganismos (levaduras) que no requieren de oxígeno. Pero las bacterias que llevan a cabo la transformación del alcohol en ácido acético, la siguiente etapa del proceso fermentativo, son organismos aeróbicos, es decir que necesitan que haya suficiente aire al interior de la masa para cumplir con su función. Sin esta secuencia microbiológica en buen camino los resultados de la fermentación serán insatisfactorios.

El problema de la ventilación y falta de uniformidad del proceso fermentativo se resuelve removiendo la masa de cacao cada cierto tiempo (nuestra recomendación es hacerlo a las 24 y 48 horas de iniciada la fermentación). Adicionalmente, la remoción impide el crecimiento de mohos sobre la superficie de las almendras ubicadas en las partes periféricas de la masa, principalmente junto a las paredes.

Las dimensiones normales de un cajón de fermentación son de 0.70 m de largo, 0.70 m de ancho y 0.70 m de profundidad. Cada cajón se llena hasta una altura de 0.60 m lo que equivale a unos 150 kg de masa fresca, masa que al final de la fermentación se habrá reducido a 140 kg de cacao fermentado. Al final del secado los 140 kg se habrán convertido en 60 kg de cacao seco (al 7% de humedad).

Si los cajones son demasiado profundos, la fermentación en el centro y fondo de la masa suele ser prácticamente nula durante las primeras 24 horas, haciendo que las almendras muestren una coloración blanquecina (Foto 58). En aquellas partes de la masa en contacto con las paredes, la fermentación ocurre más rápido por el aire que se filtra a través de las ranuras entre las tablas.



Foto 58. Coloración blanca de la masa de cacao como indicador de la falta de fermentación por escasa aireación interna.

Otra opción de realizar la fermentación es en cajones largos divididos en tres secciones, colocados sobre soportes en el piso. Las dimensiones de cada división son similares a la de los cajones descritos para el fermentador de escalera. Cada sección está conectada por tablas corredizas las que se van levantando al momento de traspasar la masa desde una sección del cajón a la otra. A veces el ancho de los cajones es regulable con el fin de acercar las dos paredes de una sección para aumentar la altura de la masa. Esta característica es útil para la fermentación adecuada de pequeños volúmenes de cacao.

Las masas de cacao con poca altura favorecen la disipación del calor, entorpeciendo el ritmo normal de la fermentación e influyendo en alguna medida sobre la calidad del proceso, el que culmina con un alto porcentaje de almendras tipo violeta. Estas son almendras cuya fermentación se ha interrumpido tempranamente, conservando gran parte de los polifenoles que de otra manera se habrían oxidado y difundido fuera de los cotiledones. Como resultado las almendras quedan marcadas con una mayor astringencia y amargor que disminuye la calidad sensorial del cacao.

Ya sea que se trate de un fermentador tipo escalera con cajones ubicados en distintos planos horizontales, o un solo cajón de fermentación con

secciones múltiples en un plano horizontal sobre el piso, ambos deben estar protegidos contra las inclemencias del ambiente, por ejemplo lluvias, vientos, animales, u otro factor que puede influir negativamente sobre el desarrollo normal del proceso fermentativo.

Estudios conducidos por el INIAP demostraron, que al menos para la zona de Quevedo, la fermentación en montones de masas frescas de cacao con más de 60 kg de peso, da como resultado porcentajes de almendras fermentadas similares a los obtenidos con el uso de cajones. De manera que la fermentación en montones también puede ser otra opción. Obviamente, le remoción de las almendras cada 24 horas es también parte esencial de esta metodología que a todas vistas requiere una infraestructura más sencilla.

De cualquier forma, el costo de instalar la infraestructura, particularmente con relación al método de cajones, necesaria para la fermentación gradual de unas 15 toneladas de masa de almendras frescas de cacao por año, provenientes de una superficie de 2 hectáreas con alta productividad, se estima en \$ 640 USD.

Tendal/Marquesina

Al término del periodo fermentativo, usualmente entre 4 y 5 días después que las almendras recién extraídas de las mazorcas se han colocado en los cajones de fermentación, el cacao contiene entre 55 y 60 % de agua. La humedad debe comenzar a reducirse inmediatamente, aunque de una forma gradual, de preferencia mediante la exposición controlada de los granos a la radiación solar durante el tiempo necesario. Si esperamos demasiado para comenzar a secar, la masa se va cubriendo poco a poco con hongos hasta adquirir una coloración negruzca acompañada de olores desagradables.

Al final del secado, el porcentaje de humedad de las almendras debería ubicarse entre el 6.5 y 7.0 %. Nunca arriba de dicho rango porque el riesgo de la colonización por hongos durante el periodo de almacenamiento se incrementa considerablemente. Los hongos que hacen de los cotiledones su fuente de alimentación representan una de las causas más frecuentes de defectos en la calidad sensorial del cacao. La concentración de humedad tampoco debe caer por debajo de 6.5 % ya que los granos se tornan frágiles y quebradizos.

Cuando están demasiado secos los granos se quiebran ante una mínima presión durante el manipuleo necesario para el ensacado. La cascarilla o testa (se refiere a la cubierta que protege los cotiledones) se rompe fácilmente, desprotegiendo a los cotiledones contra el ataque de hongos e insectos

(Foto 59). La presencia de un alto porcentaje de granos quebrados, como producto de la manipulación de las almendras muy secas, combinada con la variabilidad en su grado de fermentación (Foto 60), particularmente si hay muchas almendras con una fermentación pobre, representan defectos importantes de calidad en los lotes comerciales de cacao.

Como ya dejamos señalado, si al completar la fermentación, las almendras no se ponen a secar enseguida, la masa es colonizada por distintos hongos, fenómeno que ocurre en menos de 12 horas. En lotes que contienen almendras con la cascarilla rota o discontinuada, cosa que sucede con frecuencia por las malas prácticas de cosecha (almendras cortadas con machete al abrir la mazorca; almendras germinadas dentro de mazorcas sobremaduras, etc.), los hongos invaden prontamente su interior, contaminando los cotiledones.

La presencia de un alto porcentaje de almendras con hongos en el interior, en el peor de los casos arriba del 4 % (el límite para la categoría ASE), es un serio problema de calidad que causa la desvalorización del lote, malogra su perfil sensorial, además de atentar contra la inocuidad del cacao, generando riesgos para la salud del consumidor.



Foto 59. Almendras de cacao con roturas en la cascarilla las que se convierten en puerta de entrada para la colonización por hongos.



Foto 60. Almendras bien fermentadas, medianamente fermentadas, violetas y pizarras que ilustran los distintos grados de fermentación.

Pero el proceso de secamiento del cacao, además de reducir el porcentaje de humedad en el grano, tiene otra importante función: la eliminación de gran parte del ácido acético (vinagre) que ingresó al interior de las almendras durante la fermentación. La eliminación de este compuesto ocurre conjuntamente con la evaporación del agua. El flujo de evaporación del agua arrastra las moléculas volátiles del ácido acético fuera de las almendras, a través de la cascarilla, para su difusión final en la atmósfera.

Durante el secado puede surgir otro problema. La velocidad de difusión del vapor de agua se incrementa con el aumento de la temperatura de las almendras expuestas a la radiación solar, o al calor producido por métodos de secamiento artificial. A temperaturas cada vez más altas la velocidad de evaporación del agua e intensidad del secado crece proporcionalmente.

El secamiento rápido es un fenómeno que aumenta la impermeabilidad de la cascarilla que rodea los cotiledones, limitando la evaporación de agua y el arrastre del ácido acético. Aunque el ácido acético es un compuesto volátil, su presión de vapor es notablemente inferior a la del vapor de agua. Por lo tanto, una menor permeabilidad de la cascarilla por exceso de secado, no solo reduce la salida de la humedad del interior de la almendra, sino que la menor capacidad de arrastre por el flujo de evaporación, desploma drásticamente la tasa de difusión del ácido acético.

De allí que el intento de reducir en corto tiempo gran parte del contenido de agua que está presente en las almendras, mediante su sometimiento a altas temperaturas, es una decisión equivocada, al contribuir al deterioro de la calidad del cacao. Como producto de un secado violento, gran parte del ácido acético, deja de difundirse al exterior y queda atrapado en los cotiledones.

La afectación de la calidad sensorial por secado rápido se expresa como un exceso de acidez del cacao que se trasmite al chocolate, particularmente al tratarse de barras que contienen un alto porcentaje de cacao (más de 50 %). Hay que evitar desembocar en esta situación inconveniente controlando la exposición de los granos de cacao al sol, haciéndolo más bien de una manera gradual.

El secado representa entonces una tarea clave en la fase de beneficio post cosecha para obtener un cacao de alta calidad. Su importancia justifica plenamente la inversión en la construcción de un tendal o marquesina (Foto 61), como infraestructura necesaria para la conducción gradual y exitosa de este proceso, el que al reducir el contenido de humedad del grano lo deja listo para su almacenamiento.



Foto 61. Marquesina para controlar el secamiento del cacao.

El modo usual de determinar si las almendras ya están suficientemente secas para ensacarse, consiste en comprimir una muestra de cacao y escuchar la crepitación característica (como sonido de galletas frotándose entre sí) que hacen los granos al frotarse entre las yemas de los dedos. Pero este método puede prestarse a errores si tomamos la muestra de un lote sometido en ese momento a un alto grado de insolación.

Si las muestras provienen de un lote sometido a un alto grado de insolación o secado rápido, es posible que a primera vista las almendras parezcan secas. Sin embargo, a pesar de que la cascarilla sí luce seca, el interior mantiene una humedad superior a la esperada. En estas circunstancias, al apretarla entre los dedos índice y pulgar el grano se percibe como “cauchoso” al tacto. Por esta razón, la prueba basada en el frotamiento debe realizarse tomando muestras de lotes que han estado por varias horas a la sombra.

Para que el proceso de secado termine con los mejores resultados, las almendras se distribuyen uniformemente sobre la superficie del tendal, mejor si el tendal está construido con caña guadua y ubicado en una posición elevada, dejando un espacio de al menos un metro sobre la superficie del suelo. El secado en superficies de cemento tiende a ser muy rápido porque el cemento se calienta en poco tiempo.

Cada m^2 de la superficie de secado recibe al inicio hasta 25 kg de masa de cacao recién fermentado, la que se va aligerando poco a poco hasta terminar en unos 10 kg de cacao seco por m^2 . Esta información es valiosa como uno de los insumos requeridos para estimar la superficie del tendal. Es preferible realizar la remoción con rastrillos de madera antes que hacer esta tarea con el pié. El tendaleo con los pies en una superficie rugosa aumenta el número de almendras quebradas y con la cascarilla rota como se ha podido comprobar. Con la cascarilla rota los cotiledones quedan desprotegidos y vulnerables a la colonización por hongos.

El proceso de secado comienza colocando las almendras en capas de unos 5 a 6 cm de espesor. Estas se remueven cada cierto tiempo, por ejemplo con intervalos de una hora, si el ambiente es bien soleado. Durante el primer día de secamiento el periodo de exposición dura de 5 horas. Al segundo día de secado, el espesor de la capa de almendras se reduce a la mitad. Estas continúan removiéndose con la misma frecuencia (cada hora) que el día anterior, pero alargando su periodo de exposición al sol, hasta 6 horas.

Al tercer día, el espesor de la capa de cacao se reduce hasta un poco más allá del grosor promedio de las almendras, exponiéndose durante todo el día a la luz solar, es decir unas 8 horas, al igual que en los días siguientes, hasta que su contenido de humedad se reduce al 7%, o se ubica en la cercanía de esta cifra.

El protocolo anterior es flexible y adaptable de acuerdo a las circunstancias ambientales predominantes en cada zona. Lo importante es monitorear estrechamente el proceso, haciendo acopio de toda la experiencia disponible, para reducir al mínimo el riesgo del secado violento, riesgo que si se torna realidad, conduce al endurecimiento de la cascarilla y remanencia excesiva de acidez en los cotiledones, como ya quedó señalado.

Bajo condiciones normales, durante los primeros dos días de exposición al sol, los granos pierden poco más de la mitad de la humedad que contenían al comenzar el secado. Sin embargo, todavía hay un largo trecho por recorrer antes de que su concentración se ubique alrededor del 7% requerido. En total, un buen secado debería tomar unos 6 días bajo una insolación moderada.

Si las almendras quedan distribuidas sobre la superficie de secado en capas finas desde el inicio y bajo condiciones de insolación intensa, en los dos primeros días pueden perder el 75% o más de la humedad que contenían al comienzo. Con una tasa de secamiento tan rápida, la probabilidad de que una elevada proporción del ácido acético no haya alcanzado a salir, o a oxidarse, es alta. La oxidación se reduce al mínimo porque la humedad disminuye muy rápido.

De esta manera, quedan resumidos los fundamentos técnicos que justifican la inversión en la infraestructura de secado para obtener un cacao de alta calidad, por el que se pueda demandar y obtener un mejor precio. El costo de construcción de un tendal tipo marquesina para manejar la producción anual de 2 hectáreas de cacao con alta productividad se estima en \$ 600 USD.

Sistema de riego

La falta de riego durante la época seca somete al cacao a una situación de sequía extremadamente crítica, la que se traduce en un desplome del rendimiento, pérdida progresiva del vigor de las plantas, recorte de su longevidad y en general deterioro gradual de la huerta. Observaciones de campo han demostrado que en los cacaotales sin riego, el impacto de la sequía combinado con el debilitamiento de los árboles (expresado como ramas con puntas desnudas, desfoliamiento, vulnerabilidad a la enfermedad conocida como Mal del machete, etc.), causa la pérdida de un número variable de plantas cada año, dependiendo de la intensidad del fenómeno.

Si hay la intención de conducir un sistema de producción intensiva de cacao con el objetivo de llevar la productividad anual más allá de las 2 toneladas por hectárea, la inversión para la implementación de un sistema de riego es clave. Dicho sistema debe estar en pie y funcionando hacia el final del primer semestre del año 1 (ver Cuadro de presupuesto), para abastecer de riego a las plántulas, cuya siembra coincide con el comienzo del invierno, brindándoles protección contra la sequía que se avecina en el segundo semestre.

La cercanía de una fuente de captación de agua para riego contribuye a reducir el costo del sistema. Es el motivo por el que se ha venido insistiendo en la necesidad de identificar la "Tierra" mejor dotada con recursos naturales dentro de la finca, en este caso con referencia al recurso hídrico. En los alrededores del área de siembra es conveniente la presencia de una corriente de agua permanente (río, riachuelo, quebrada, albarrada, etc.), o al menos la posibilidad de construir un pozo somero (8 a 10 metros de profundidad) donde la tabla de agua (nivel freático) se encuentre cerca de la superficie, con escaso riesgo de inundación durante el periodo lluvioso. Un pozo semi-profundo para encontrar un flujo permanente de agua a 40, 50 o 60 metros de profundidad, en zonas altas menos favorecidas, también es una opción, aunque a un mayor costo.

El uso de pozos someros es el caso típico de la zona de Milagro-Simón Bolívar en el sur oriente de la Cuenca del río Guayas. Con un pozo de poca profundidad, una bomba de 3" y suficiente tubería de polietileno, se implementa un

sistema de riego que resulta suficiente para completar dos rondas de aplicación de agua en una superficie de 2 hectáreas de cacao, cada dos a tres semanas. Hay ejemplos comerciales que demuestran el funcionamiento de este sistema en la zona en cuestión.

En el caso anterior, cada hora, el pozo de 10" de diámetro y 8 metros de profundidad, protegido por una camisa de polietileno, se realimenta con 7 a 8 m³ para reponer el agua consumida, la que es una tasa suficiente para mantener el ritmo de riego recomendado. Se estiman que unos 12 a 14 eventos de riego durante todo el verano, comenzando en Mayo y culminando en Diciembre, son suficientes para satisfacer las necesidades hídricas del cacao durante la época seca.

Para mayor información relativa al riego se sugiere revisar la sección Riego Complementario del presente Manual. La inversión para implementar un sistema de riego en la superficie señalada se estima en \$ 3,000 USD.

Bodega para el almacenamiento del cacao

Una vez que hemos decidido invertir recursos familiares, monetarios, físicos, además de nuestro tiempo y esfuerzo, para extraer la máxima productividad posible de la Tierra seleccionada para la producción intensiva de cacao, no vamos a correr el riesgo de deteriorar la calidad del cacao seco y fermentado, mediante el uso de prácticas inconvenientes de almacenamiento. Más aun si fuera el caso de que ya disponemos de un contrato para captar sobreprecios atractivos por calidad, lo que debería ser el objetivo final de cualquier esfuerzo productivo.

El cacao tienen una elevada concentración de grasa (50 a 55%), característica que las transforma en una materia prima particularmente vulnerable a la absorción de olores y sabores extraños. La absorción ocurre cuando se almacena conjuntamente con otros productos o sustancias que desprenden olores inconvenientes, por ejemplo combustible, agroquímicos, incluso productos agrícolas como maíz, soya, etc. Además, éstas últimas pueden ser la fuente de insectos que encuentran en el cacao otra apetitosa fuente de alimento y energía.

El siguiente hecho subraya la importancia de prestar la debida atención al almacenamiento del cacao. Una pequeña barra de chocolate oscuro (con alta concentración de cacao) almacenada en el cajón de un escritorio por varias semanas, adquirió un sabor extraño que se mezclaba con el típico del chocolate tornando desagradable su consumo. La identificación de la causa en un principio resultó difícil.

Luego de investigar descubrimos que había estado almacenada conjuntamente con un paquete de papel higiénico aromatizado. El sabor y olor del chocolate había sido contaminado por el que desprendía el papel, modificando en forma inconveniente su perfil sensorial. En otro caso un diminuto frasco de shampoo se abrió y diseminó dentro de una funda plástica con varias tabletas de chocolate de distinto origen, aun cuando la envoltura de las barras fue difícilmente afectada. Sin embargo, el sabor se echo a perder, tornándolas prácticamente incomibles (ciertamente fue una gran pérdida). Ambos ejemplos proporcionan una idea de cuan vulnerables son los granos de cacao y el chocolate con alta concentración de cacao, a la contaminación con los olores de otros productos que pueden ser una compañía accidental en la bodega u otros espacios de almacenamiento.

Las razones señaladas justifican la inversión para contar con un espacio independiente, dedicado solo al almacenamiento del cacao seco y fermentado. Este espacio debe estar constituido por una bodega con paredes, piso de cemento y ventanas para facilitar la aireación. De otro modo se producirá un aumento exagerado de la temperatura y humedad ambiental; ambas condiciones combinadas favorecen la rápida colonización por hongos.

El volumen de la bodega debe guardar relación con el pico de la cosecha mayor con más demanda de capacidad de almacenamiento. Usualmente una bodega de 16 m² será suficiente para el almacenamiento de la producción proveniente del cultivo intensivo de 2 hectáreas de cacao. Es preferible que el periodo de almacenamiento no supere los 2 meses.

Para los mejores resultados hay que seguir normas de buen almacenamiento, entre ellas que los sacos no se encuentren en contacto directo con el piso (hay que colocarlos sobre una rampa de madera) o las paredes, que no haya más de de 6 a 8 sacos por pila, entre otros requisitos.

La inversión estimada para la construcción de una bodega para el almacenamiento del cacao es de \$ 1,120 USD.

Asesoramiento técnico

La consecución de un objetivo de alta productividad demanda el mayor control posible de los factores de la producción. Con este fin se señala la necesidad de estar al tanto de la información y tecnología disponibles para ejercer el control de tal o cual factor productivo. Por ejemplo, las técnicas para el control de la fertilidad del suelo, programación del riego, orientación de las tareas de poda, reforzamiento del manejo sanitario integral

de las mazorcas y la huerta en general, obtención de un alto porcentaje de fermentación, aseguramiento de la calidad, entre otras prácticas de campo y beneficio postcosecha, son factores productivos de gran importancia.

El soporte de profesionales con experiencia en cacao, es un activo valioso al momento de informarse y tomar decisiones sobre estos temas. Este es un buen momento para hacer la siguiente aclaración: las buenas decisiones aumentan los ingresos y las equivocadas los recortan.

Vamos a describir un ejemplo que ilustra la afirmación anterior. Se da el caso de que usted tiene a la mano varias opciones para abonar un cultivo, el que no tiene que ser necesariamente el cacao. Para simplificar reduciremos el número de esas opciones a tres: sobre abonamiento, sub abonamiento y abonamiento del suelo en un nivel normal.

Si se opta por la sobre fertilización, claro, que sin estar muy consciente de aquello, lo más probable es que el exceso de fertilizantes no aumenta el rendimiento, aunque tampoco lo recortará, pero si recortará su “bolsillo”. El sub abonamiento (casi siempre hay conciencia de ello), sin duda le ahorrará dinero, pero colocará límites a su objetivo de alta productividad, al recortar ingresos, estrechar el margen de beneficios y desaprovechar oportunidades comerciales. ¿Cómo definir de mejor manera la tercera opción o nivel adecuado? Ese es precisamente el aporte de la asistencia técnica.

El costo acumulado del servicio técnico se estima en \$ 2,000 USD para el periodo de análisis.

CAPITULO IX

PRESUPUESTO Y ANALISIS ECONOMICO

Consideraciones generales

Los componentes estructurales del presupuesto presentados como categorías de inversión (preparación del terreno, siembra, mantenimiento, adquisición de insumos, infraestructura, etc.), así como el detalle año por año de los montos invertidos en los distintos rubros de gasto dentro de cada categoría, se encuentran descritos en la Tabla 4. Todas las cifras han sido estimadas para un sistema intensivo de producción de cacao en una superficie de 2 hectáreas. El análisis económico abarca un horizonte temporal de 10 años.

La superficie base para estimar el presupuesto, tiene que ver más que nada con la factibilidad de manejar una huerta de cacao con un enfoque de alta intensidad tecnológica (concepto que se refiere al grado avanzado de control de los factores de la producción), intensidad que al momento en que la huerta se encuentre en plena producción, permitirá una productividad superior a las dos toneladas de almendras fermentadas y secas por hectárea. Como se ha señalado, la factibilidad de alcanzar tal resultado en huertas clonales sembradas con variedades mejoradas de cacao tipo Nacional, ha sido demostrada.

Una superficie de 2 hectáreas es manejable para el productor-propietario de una finca pequeña o mediana, característica común al 80% de las fincas cacaoteras, al menos aquellas en la región Costa. En promedio, un tercio de la superficie de cualquiera de estas fincas está sembrada con cacao. El resto de la superficie se dedica a otras actividades productivas (cultivos de ciclo corto, frutales, ganadería, porcicultura, etc.), en un contexto de diversificación, estrategia de reducción de riesgos y manejo de costos de oportunidad, aspectos que el productor practica con sabiduría.

En cualquier actividad productiva, el monto de inversión en el año 0 es el más alto porque en este periodo se pone en pie gran parte de la infraestructura necesaria para producir. En el ámbito que nos ocupa, la inversión en el año 0 en realidad corresponde al segundo semestre (Julio-Diciembre) del año, es decir al periodo seco. La inversión se dirige principalmente a los procesos de adecuación del terreno, adquisición de equipos, insumos y material de siembra (plantas de cacao y colinos de plátano).

Tabla 4. Presupuesto y análisis de rentabilidad para el establecimiento, desarrollo, mantenimiento, cosecha de una huerta de cacao clonal en una superficie de 2 hectáreas con el objetivo de lograr una alta productividad de cacao fermentado y seco.

CATEGORÍAS DE INVERSIÓN	UNIDAD	VALOR UNIT.	COSTOS												Costo total del periodo					
			Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10							
			Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total		Cant.	Total			
1. Preparación del terreno																				
- Pre-limpieza (malezas y arbustos pequeños)	Jornal	10	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500
- Tumba (arbustos mayores y árboles) y troceo	"	10	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200
- Replique	"	10	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240
- Amontonamiento despues del replique	"	10	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400
- Quema del material amontonado	"	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
- Aplada de troncos remanentes de la quema	"	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
- Chapia complementaria	"	10	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160
- Aplicación de herbicidas	"	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Subtotal			1660	0	0	0	0	0	1660											

CATEGORIAS DE INVERSION	UNIDAD	VALOR UNIT. USD	COSTOS																								Costo total del periodo	
			Año 0		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10					
			Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total				
2. Siembra del cacao como cultivo principal																												
- Preparación de estaquillas	Jornal	10	8	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
- Balizada y estaquillada de puntos de siembra	"	10	12	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
- Apertura de hoyos	"	10	20	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200
- Abonamiento en el hoyo de siembra	"	10	0	0	4	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
- Control de malezas antes de sembrar	"	10	0	0	6	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
- Distribución de plantas y siembra	"	10	0	0	12	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
- Cobertura para proteger el cacao recién transplantado	"	10	0	0	8	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
- Resiembra	"	10	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
- Transporte de agua para aspersiones y otros	"	10	0	0	2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
- Aplicación de fungicidas contra la incidencia de escoba de bruja	"	10	0	0	4	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
Subtotal				400		370	0																				0	770



CATEGORIAS DE INVERSION	UNIDAD	VALOR UNIT. USD	COSTOS												Costo total del periodo														
			Año 0		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5			Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10					
			Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total		Cant.	Total												
3. Siembra de plátano como cultivo asociado																													
- Limpieza, desinfección y clasificación de colinos	Jornal	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	
- Apertura de hoyos y siembra	"	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	
- Abonamiento al hoyo de siembra	"	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	
- Aplicación de nematocidas al hoyo	"	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	
- Apertura de hoyos y siembra plantas de guabo	"	10	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
Subtotal			160	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170											
4. Mantenimiento de la plantación																													
- Fertilización	Jornal	10	0	6	60	8	80	8	80	8	80	8	80	8	80	8	80	8	80	8	80	8	80	8	80	8	80	80	
- Control mecánico de malezas	"	10	0	20	200	20	200	15	150	10	100	8	80	6	60	6	60	6	60	6	60	6	60	6	60	6	60	60	1030
- Control químico de malezas	"	10	0	4	40	4	40	4	40	4	40	4	40	3	30	2	20	2	20	2	20	2	20	2	20	1	10	300	
- Control de enfermedades	"	10	0	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	1000	
- Podas (formación, sanitaria, renovación foliar)	"	10	0	2	20	4	40	12	120	24	240	30	300	30	300	30	300	30	300	30	300	30	300	30	300	30	300	2220	
- Deshije / deschante plátano (bimensual)	"	10	0	9	90	9	90	6	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	
- Deshoje plátano (quincenal)	"	10	0	24	240	24	240	6	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	540	
- Destrucción rizoma plátano cosechado	"	10	0	9	90	6	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	
- Deschivado / enfunde plátano	"	10	0	12	120	12	120	8	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	
- Resiembra plátano	"	10	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
- Riego complementario	"	10	0	80	800	80	800	80	800	80	800	80	800	80	800	80	800	80	800	80	800	80	800	80	800	80	800	8000	
- Cosecha de cacao	"	10	0	0	0	0	0	36	360	72	720	144	1440	200	2000	200	2000	200	2000	200	2000	200	2000	200	2000	200	2000	12520	
- Fermentación y secado	"	10	0	0	0	0	0	18	180	36	360	72	720	100	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100	1000	6260	
- Transporte cacao al mercado	Quintal	1.5	0	0	0	0	0	18	27	36	54	72	108	100	150	100	150	100	150	100	150	100	150	100	150	100	150	939	
- Cosecha / procesamiento cajas de plátano	Jornal	10	0	12	120	12	120	12	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	360	
Subtotal			0	1890	1890	2177	2494	3668	4520	4510	4510	4510	4510	4510	4510	4510	4510	4510	4510	4510	4510	4510	4510	4510	4510	4510	4500	34669	

CATEGORIA DE INVERSION	VALOR UNIDAD	VALOR UNIT. USD	COSTOS																								Costos total del periodo
			Año 0		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10				
			Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total			
5. Insumos																											
- Urea	Saco	25	0	5	125	5	125	7	175	7	175	7	175	7	175	7	175	7	175	7	175	7	175	7	175	1650	
- Superfosfato Triple	Saco	45	0	0	0	2	90	2	90	2	90	2	90	2	90	2	90	2	90	2	90	2	90	2	90	810	
- Muriato de Polasio	Saco	40	0	0	0	2	80	3	120	3	120	3	120	3	120	3	120	3	120	3	120	3	120	3	120	1040	
- Sulfato de Amonio	Saco	49	0	1	49	1	49	2	98	2	98	2	98	2	98	2	98	2	98	2	98	2	98	2	98	882	
- Abono completo 10-30-10	Saco	30	7	210	0	3	90	4	120	4	120	4	120	4	120	4	120	4	120	4	120	4	120	4	120	1260	
- Otros abonos (micronutrientes / oiliars)	Litro	10	0	6	60	12	120	24	240	24	240	24	240	24	240	24	240	24	240	24	240	24	240	24	240	2100	
- Tordon	Litro	15	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
- Glifosato	Litro	5	0	12	60	3	15	2	10	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	120	
- Diuron	Kg	14	0	4	56	4	56	4	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	168	
- Malathion	Litro	9	1	9	0	1	9	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	
- Captan	Kg	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
- Bankit	Litro	60	0	0	0	0	0	0	0	8	480	8	480	8	480	8	480	8	480	8	480	8	480	8	480	3360	
- Kocide	Kg	5	0	30	150	30	150	30	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	450	
- Furadan	Kg	5	20	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
- Plantas de cacao	Unidad	0,7	2300	1610	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1610	
- Collinos de plátano	Unidad	0,25	800	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	
- Plantas de Guabo	Unidad	0,15	80	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
- Fundas protección racimos	Fundas	0,07	0	300	21	180	13	100	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	
- Cinta de colores: racimos	Rollo	6	0	4	24	3	18	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	
- Combustible: transporte, riego.	Galon	1,6	100	160	150	240	150	240	150	240	150	240	150	240	150	240	150	240	150	240	150	240	150	240	150	2560	
- Agua de riego	m3	0,04	0	15000	600	15000	600	15000	600	15000	600	15000	600	15000	600	15000	600	15000	600	15000	600	15000	600	15000	600	6000	
Subtotal				2316	1385	1655	1927	2168	2168	2168	2168	2168	2168	2168	2168	2168	2168	2168	2168	2168	2168	2168	2168	2168	2168	22459	

UNIDAD	VALOR UNIT. USD	INGRESOS																								Ingreso total del periodo
		Año 0		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10				
		Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total	Cant.	Total			
8. Ingresos																										
- Ingreso Cacao	145	0	0	0	0	0	0	20	2900	40	5800	80	11600	90	13050	90	13050	90	13050	90	13050	90	13050	90	13050	85550
- Ingreso plátano	7,0	0	400	2800	400	2800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8400	
	primera																									
- Ingreso plátano	3,5	0	150	525	150	525	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1575	
	segunda																									
- Ingreso plátano	1,5	0	65	98	65	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	293	
	Racimos / dados																									
- TOTAL INGRESOS AÑO (TIA)		0	3423	3423	3423	3423	6323	6323	5800	5800	11600	11600	13050	95818												
- BENEFICIO NETO (TCA-TIA)			-633	-2882			1819		938		4441		6362		6372		5314									

VALOR ACTUAL NETO (VAN)= + 137

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)= 20 %



Con este antecedente, el año 0 viene representado por el periodo previo a la siembra del cacao, aunque no necesariamente a la del plátano, cultivo de asociación utilizado como sombra temporal y fuente temprana de generación de ingresos. El plátano puede sembrarse más temprano, en Noviembre, con el terreno limpio y preparado. Las razones técnicas para proceder de esta manera (el crecimiento inicial de la planta durante los dos primeros meses después de la siembra se lleva a cabo en base a las reservas nutritivas contenidas en el colino), ya quedaron suficientemente explicadas en una sección anterior, la que reseña en detalle el proceso de la siembra del plátano.

Tan pronto como las lluvias empiezan hay que sembrar el cacao. La caída de las primeras lluvias es un evento que puede ocurrir al final del año 0 (fines de Diciembre), o al inicio del año 1 (primera quincena de Enero). La siembra oportuna permite aprovechar al máximo el invierno, más aun si tenemos en cuenta que siempre existirá el riesgo de que haya un invierno corto. Detrás de esta precaución se encuentra la alta variabilidad de la cantidad de lluvia que se recibe año tras año. Como ilustración, en los últimos 30 años, la precipitación de la zona de Quevedo ha variado entre 900 mm y casi 4,000 por año (esta última cifra corresponde al fenómeno del Niño de comienzos de los 80's).

Al comenzar la época lluviosa las condiciones del suelo son inmejorables, no solo para la siembra del cacao, sino también para la de cualquier otro cultivo. El súbito incremento en la velocidad de descomposición y mineralización de la materia orgánica poco tiempo después del comienzo del invierno, es un recurso natural poco conocido (abundancia de nutrientes mineralizados), pero de gran valor por el estímulo que ejerce sobre el crecimiento del cacao recién sembrado, aunque se desgasta pronto. Como productores, siempre debemos estar atentos al aprovechamiento de esta clase de recursos o "insumos" naturales que no cuestan dinero, pero tienen la capacidad de aportar significativamente al proceso productivo.

En el año 0 también se implementa, o al menos se adelanta, gran parte de la infraestructura de riego, la que debe estar en pie para regar el cacao y el plátano durante el periodo seco del año 1. Es la única forma de proteger ambos cultivos contra el impacto de la sequía, fenómeno que si no es adecuadamente controlado, pone en riesgo la recuperación de la inversión. La sequía es un evento que nos acompañará en éste y los siguientes años, con intensidad variable según el año y la zona de cultivo.

Además, si no garantizamos la disponibilidad de agua de riego para el cultivo durante el verano, desaprovechamos gran parte del potencial productivo del material de siembra calificado que hayamos sembrado. Bajo condiciones de secano, la falta de agua durante la época seca, causa la pérdida de un porcentaje importante de plantas de cacao en las huertas recién sembradas. Este porcentaje que varía según la zona y el tipo de suelo puede ser bastante alto, aun disponiendo del sombreamiento temporal para aliviar el exceso de insolación y sequía al que están sometidas las plantas.

En un caso extremo, en un suelo arcilloso de un valle de la zona central de Manabí, solo el 10% de las plantas de cacao recién sembradas sobrevivieron, en respuesta a la ausencia de riego durante varios meses. En otro caso, en la zona de Calceta, en la misma provincia, aunque el material recién sembrado recibió algo de irrigación, el 25 % de las plantas se perdieron porque la cantidad de agua aplicada fue insuficiente.

Estas y otras razones justifican el asesoramiento técnico provisto por un profesional con experiencia en el cultivo, como un rubro de inversión necesario en el año 0. Este asesoramiento representa una contribución valiosa para el proceso de análisis y toma de decisiones respecto al desarrollo de la futura huerta cacaotera. Es mejor que aspectos como el tipo de suelo, variedad y calidad del material de siembra, número de plantas por hectárea, abonamiento, programación del riego, trazo de canales de drenaje, infraestructura de fermentación, técnicas de secado, etc., se analicen y decidan contando con la opinión de expertos como referencia.

Las inversiones necesarias para construir la infraestructura adicional como el fermentador, tendal y bodega pueden esperar para un poco más adelante. Dicha infraestructura se ponen en pié un poco antes de que ocurran las primeras cosechas de cacao. Preferiblemente deberá estar lista hacia el final del año 2 pues con seguridad en el año 3 ya se producirá una cosecha importante.

El presupuesto incluido en el presente Manual también contempla la compra de equipo de reemplazo para los años 6 y 10, particularmente bombas de aspersión motorizada y manual. Este equipo es adquirido en el año 0, pero el desgaste que sufre por su frecuente uso para la aplicación de fungicidas, abonos foliares, herbicidas y otros necesarios, justifica su reemplazo hacia la mitad y el final del periodo analizado.



Hay que destacar el importante crecimiento de la inversión en insumos y mantenimiento de la huerta a partir del año 2. La necesidad de mano de obra va en aumento, exigencia que se acentúa marcadamente con el incremento de la cosecha del cacao, principalmente a partir del año 4. A ésta demanda hay que sumarle el costo de la mano de obra requerida para fermentar y secar la cosecha adicional.

Dentro de la categoría de mantenimiento de la huerta, el costo de la mano de obra que demanda la aplicación del riego, es permanente e invariable a partir del año 1 y hasta el final del periodo analizado, en el año 10. Sin duda, lo será también mientras se mantenga al cultivo produciendo con un enfoque intensivo.

A partir de una experiencia comercial en la zona de Quevedo, se demostró que la diferencia entre regar y no regar cacao clonal en la época seca, puede ser de 3 a 1, con relación al número de frutos sanos presentes al momento el conteo (Septiembre 2010). La cantidad de frutos afectados por el desorden fisiológico conocido como “cherelle wilt” o marchitamiento de los frutos, era notoriamente alta en las parcelas sin riego, demostrando que la falta de agua impidió que las plantas acumulen reservas suficientes para sostener el crecimiento de gran parte de la futura cosecha causando su pérdida.

El costo del agua utilizada para el riego es un rubro importante incluido en el análisis económico. En la mayoría de las fincas este rubro no representa un egreso real, excepto talvés para las fincas asentadas dentro de proyectos públicos de riego, como ya quedó señalado en una sección anterior. Y aun en este caso, el valor es de una cuantía inferior a la considerada para el presente análisis. La cifra considerada en nuestro caso es igual a \$ 0.04 por m³ de agua utilizada y equivalente a \$ 600 USD por año para una superficie de 2 hectáreas. De cualquier manera, al incluir este monto, estamos ejerciendo una mayor presión sobre la rentabilidad del proyecto para asegurarnos de que éste representa una real opción de inversión.

Montos y relaciones entre componentes presupuestarios

Como ya señalamos, la mayor demanda de inversión corresponde al año 0, la misma que asciende a \$ 9,293 USD (\$ 4,646.5 USD por hectárea). Este valor representa la cifra anual más alta en el horizonte temporal analizado, seguida únicamente por el monto invertido en el año 10, igual a \$ 7,736 USD, y en el año 5, igual a \$ 7,159 USD.

En el año 0, las categorías de Activos fijos y otros (incluye la infraestructura) con \$ 3,400 USD, Insumos con \$ 2,316 USD, Adecuación del terreno con \$ 1,660 USD y Equipos y herramientas con \$ 1,357 USD, se ubican en las primeras posiciones en el orden nombrado. El monto que corresponde a la categoría de Activos fijos representa por sí solo el 36.6 % de toda la inversión, mientras que en total las cuatro categorías señaladas equivalen al 94.0 % del total invertido para este año. Los montos de las categorías vinculadas a la siembra del cacao, y siembra del plátano, completan la diferencia hasta el 100%.

Para evitar confusiones sobre los montos de los dos últimos componentes, recordemos que la categoría vinculada a la siembra de cacao, se refiere solamente a las actividades de balizada y hechura de hoyos. Al contrario, al hablar del plátano en el año 0, sí nos estamos refiriendo a la siembra anticipada de los colinos. Las razones técnicas para la siembra temprana del plátano ya quedaron señaladas con anterioridad.

En el año 1, el costo total asciende a \$ 4,055 USD, en tanto que la categoría que hace la mayor contribución a este monto es la de Mantenimiento con \$ 1,890 USD, equivalente al 49 % del total. Este monto es seguido por el de la categoría de Insumos con \$ 1,385 USD equivalente al 34.1 % del total. Los montos de las categorías Siembra cacao, Activos fijos y Siembra de plátano completan la diferencia hasta el 100%.

En el año 1, los rubros con más impacto dentro de Mantenimiento son: mano de obra para el riego con \$ 800 USD, mano de obra para el deshoje (del plátano) con \$ 240 USD, y mano de obra para el control mecánico de malezas con \$ 240 USD. Estos rubros suman \$ 1,280 USD y equivalen al 67.7 % del total en esta categoría. Le siguen los montos asociados al deschivado/enfunde (plátano), cosecha/procesamiento de cajas (plátano), podas, control de enfermedades y otros.

En este punto cabe señalar que la actividad de cosecha/procesamiento de cajas (plátano) es un rubro asociado con un costo importante. Pero como compensación genera los primeros ingresos del sistema productivo por venta de plátano en el año 1, que en este caso ascienden a \$ 3,423 USD. Después de proceder a restar los costos del año queda un saldo operacional negativo igual a \$ -633 USD.

El monto invertido en el año 2 asciende a \$ 6,305 USD, es decir casi un 60 % por encima del monto invertido en el año 1. La categoría de inversión con mayor impacto sobre esta cifra es la de Activos fijos y otros con \$ 2,760 USD, equivalente al 43.7 % del total, seguida por la categoría de Insumos con 26.2 % y la de Mantenimiento con 30.0 %, completándose así el 100%. No hay categorías adicionales generando costos en este año.

En el mismo año, dentro de la categoría de Activos fijos y otros servicios, los rubros con mayor impacto son la construcción de la bodega, fermentador y el tendal/marquesina. Todos juntos (\$ 2,360 USD) suman el 85.5 % del monto total para esta categoría.

La inversión en el año 3 asciende a \$ 4,504 USD, inferior en casi un 30 % al monto invertido en el año 2. La categoría con mayor contribución al monto señalado es la de Mantenimiento con \$ 2,177 USD, seguida por la de Insumos con \$ 1,927 USD, equivalente al 48.3 % y 42.7 % del monto total de inversión en este año. La diferencia hasta alcanzar el 100% del monto invertido se encuentra asociada a los costos de Infraestructura y otros.

Aquí cabe subrayar que el costo de la adquisición de fertilizantes representa el 43.7 % de la cifra atribuida a la categoría de Insumos, demostrando la creciente importancia de esta “herramienta”, seguido por el costo del agua de riego con 31.1 %. En este punto es conveniente volver a reforzar el argumento de que sin riego suficiente en la época seca, no tiene sentido la aplicación de dosis generosas de abonamiento. Los fertilizantes requieren de la presencia de humedad suficiente en el suelo para que los nutrientes que transportan sean absorbidos por la raíces como soluciones nutritivas. La falta de agua reduce drásticamente la absorción tornándolo en un insumo ineficiente.

En el año 4 la inversión asciende a \$ 4,862 USD, una cifra superior en 7.9 % a la del año 3. La categoría con la mayor contribución al monto señalado es la de Mantenimiento de la huerta con \$ 2,494 USD, equivalente al 51.2 %, seguido por la de Insumos con \$ 2,168 y equivalente al 44.5 % del total.

En el mismo año, dentro de la categoría de Insumos, el costo de la adquisición de fertilizantes equivale al 30.8 %, un porcentaje inferior al compararse con el del año 3. La diferencia tiene su origen en el incremento de la adquisición de fungicidas, ante la necesidad de cumplir con tareas de prevención sanitaria para proteger las mazorcas y brotes foliares contra las enfermedada-

des. Sin embargo, las cifras absolutas del monto asignado a los fertilizantes se mantienen similares en ambos años.

En el año 5 la inversión asciende a \$ 7,159 USD, superior en 47.2 % a la del año 4. La categoría con mayor contribución a este monto es la de Mantenimiento con \$ 3,668 USD equivalente al 51,2 %, seguido por la de Insumos con \$ 2,168 USD equivalente al 30.2 %. Los rubros con mayor impacto sobre el monto correspondiente a la categoría de Mantenimiento, están representados por la mano de obra para la cosecha del cacao con \$ 1,440 USD y el riego con \$ 800 USD; ambos equivalen respectivamente al 39.2 % y 21.8 % de dicha categoría.

En el mismo año, siguen conservándose como rubros con mayor impacto sobre la categoría de Insumos, los abonos con \$ 843 USD, fungicidas con \$480 USD, el costo del agua de riego con \$ 600 USD, equivalentes al 38.8 %, 22.1 % y 27.6 % respectivamente del monto total (\$ 2,168 USD) de dicha categoría.

En el año 6 la inversión asciende a \$ 6,688 USD, una cifra alrededor de \$500 USD inferior a la del año 5. Las únicas categorías que aportan a este monto son la de Mantenimiento con \$ 4,520 USD y la de Insumos con \$2,168 USD, equivalentes al 67.5 % y 32.4 %, respectivamente.

Los costos de cosecha, fermentación y riego con cifras iguales a \$ 2,000 USD, \$ 1,000 USD y 800 USD, son los rubros que con el 44.2%, 22.1% y 17.7 % hacen la mayor contribución a la categoría de Mantenimiento. Respecto a la categoría de Insumos con un monto de \$ 2,168 USD, tiene en los abonos, el agua de riego y fungicidas con 38.8 %, 27.6 % y 22.1 %, en el mismo orden, los rubros que hacen la mayor contribución.

En los años 7, 8 y 9, los montos anuales de inversión son iguales entre sí y ascienden individualmente a \$ 6,678 USD. Las únicas categorías contribuyentes en cada año a este monto son la de Mantenimiento con \$ 4,510 USD e Insumos con \$ 2,168 USD, equivalentes al 67,5 % y 32.4 %, en su orden. Los rubros con mayor impacto sobre el costo dentro de cada categoría son similares a los estimados para el año 6.

En el año "10" el monto de la inversión asciende a un total de \$ 7,736 USD. Las únicas categorías que contribuyen a este monto son la de Manteni-

miento con \$ 4,500, Insumos con \$ 2,168 USD y Equipos y herramientas con \$ 1,068 USD. La última categoría incluye la compra adicional de equipos para la aspersión de fungicidas, abonos foliares y herbicidas, en reemplazo de los que se adquirieron cinco años antes. A estas alturas ya cumplieron su vida útil después de un trabajo exigente.

En resumen, a lo largo del periodo de análisis (10 años), las demandas más altas de inversión ocurren en los años 0, 5 y 10 con \$ 9,293, \$ 7,159 y \$7,736 USD, en el mismo orden. Las categorías que corresponden a los montos de mayor inversión acumulada, son la de Mantenimiento y la de Insumos con \$ 34,669 y \$ 22,459 USD. En ambas categorías, los rubros más exigentes en recursos financieros acumulados a través del mismo periodo, son la mano de obra para la cosecha (\$ 12,520 USD), mano de obra para la aplicación del riego (\$ 8,000 USD) y la compra de fertilizantes (\$ 7,742 USD).

Para enfatizar la necesidad de la aplicación del riego en la época seca, como elemento clave para el funcionamiento de un sistema de alta productividad de cacao, es conveniente destacar que el costo del agua utilizada en las fincas que llegan a pagar este rubro, representa un monto importante de inversión acumulada (\$ 6,000 USD), igual al 26.7 % del monto total dentro de la categoría de Insumos para el periodo analizado. Por otro lado, el monto acumulado del costo de la mano de obra para el riego (\$ 8,000 USD) equivale al 23.0 % del monto total invertido en la categoría de Mantenimiento. Con relación a la mano de obra para la cosecha, el costo de la mano de obra asociada al riego, equivale al 63.8 %. Hay que señalar que el monto correspondiente a la mano de obra asociada al riego, se reduce considerablemente cuando la tubería y surtidores están empotrados en el piso de la huerta.

Ingresos

A partir del último cuatrimestre del año 1, el plátano como cultivo asociado, se convierte en una fuente de ingresos por la venta de cajas de fruta de primera y de segunda destinadas a la exportación, así como por la venta local del "rechazo". Hay que destacar que el riego y la fertilización del cacao igualmente benefician al plátano, además de que el plátano se fertiliza individualmente durante los años 1 y 2, beneficio que debe reflejarse en la producción de racimos grandes bien formados, que satisfacen las cifras de rendimiento esperadas. Los ingresos por concepto de la venta del plátano se mantendrán hasta el primer cuatrimestre del año 4.

Aunque en una cuantía reducida, pueden producirse ventas más allá de este punto, si todavía proporcionamos un buen mantenimiento a las plantas remanentes de

plátano. En nuestro caso, estos últimos ingresos posibles ya no se tomaron en cuenta para la construcción del flujo de caja, componente clave del análisis económico. Finalmente, el plátano como cultivo asociado termina eliminándose al cumplir su función como sombra temporal.

El monto total acumulado que proviene de los ingresos producidos por la venta de plátano en las 2 hectáreas (a una densidad de 420 plantas por hectárea), alcanza la cifra de \$ 10,269 USD. Es un monto respetable, con capacidad para contrarrestar gran parte de las inversiones en activos y costos operacionales, durante los primeros años de establecimiento de la huerta de cacao-plátano. La aplicación de fertilización y riego garantiza la obtención de racimos grandes bien desarrollados que cubran las expectativas de rendimiento y número de cajas de fruta utilizadas en el análisis económico.

La cifra de ingresos por la venta de plátano podría subir considerablemente al aumentar la densidad, digamos a 800 o 1,100 plantas por hectárea. Aunque, el incremento de la producción de plátano se llevará a cabo a costa de una disminución del desarrollo y precocidad (producción temprana) del cacao, al ocurrir más sombreado del necesario, el que puede recortar hasta un 80 % de la exposición solar efectiva. También requerirá de una mayor inversión en mano de obra para el deshoje, deshoje, deschante, cosecha, y en general un manejo más exigente de la huerta, incluyendo más fertilizantes. No obstante, sí encontramos ejemplos de pequeños lotes comerciales bien manejados donde se ha intercalado con éxito 1,000 plantas de cacao y 1,000 plantas de plátano, en un sistema de producción cacao-plátano.

La producción y venta de cacao fermentado y seco como fuente de ingresos se inicia con las primeras cosechas importantes al tercer año de la siembra. Bajo condiciones de secano, es decir cuando el cacao depende únicamente de las lluvias para su crecimiento y las plantas no reciben riego complementario en el verano, la venta de cantidades significativas de cacao ocurrirá recién al comenzar el quinto año a partir de la siembra.

Pero para el caso de un sistema de producción intensiva, el riego y el abonamiento combinados, representan un estímulo importante sobre la precocidad de la producción de cacao. Hay ejemplos de plantaciones tecnificadas de cacao tipo Nacional con sabor "Arriba" que respaldan esta afirmación, al exhibir rendimientos de una tonelada de cacao fermentado y seco por hectárea, al tercer año después de la siembra.

En los años quinto y sexto, la producción de las huertas tecnificadas se estabiliza transformándose en la principal fuente de ingresos que alimenta el flujo de caja. En el año 4, el plátano ha sido eliminado de la huerta, descontinuándose la venta de su producción como fuente de ingresos. El ingreso bruto acumulado por la venta de cacao y plátano en todo el periodo de análisis alcanza \$ 95,818 USD. El ingreso neto acumulado en el mismo periodo, obtenido luego de restar del ingreso bruto la inversión y costos operacionales, asciende a \$25,182 USD.

En la sección correspondiente al análisis de los resultados económicos, explicaremos el significado real de esta cifra, en términos de los dos indicadores más comunes utilizados para evaluar la rentabilidad de cualquier inversión, el Valor Presente Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Su idoneidad como estimadores de la rentabilidad de la inversión se fundamenta en la aplicación del concepto del valor del dinero en el tiempo.

Básicamente lo que este concepto nos dice es que un dólar invertido en al año 1 no vale lo mismo que otro invertido en al año 10. Igualmente, un dólar que ingresa y alimenta el flujo de caja en el año 1 no posee el mismo valor que otro que ingresa y alimenta dicho flujo en al año 10. Hay que incorporar este razonamiento como parte del análisis económico, antes de concluir si el proyecto para producir cacao tipo Nacional en una superficie de 2 hectáreas, aplicando un enfoque intensivo, es o no rentable.

Fuentes de Financiamiento del presupuesto

En el año 0, el monto de la inversión es igual a \$ 9,293 USD, cifra que requiere financiarse en su totalidad con recursos externos, es decir con un crédito de inversión, si no hay ahorros u otro recurso (mano de obra por ejemplo) para invertir por parte del productor. La inversión exigida para el establecimiento, desarrollo y producción del sistema cacao-plátano en los años 1 y 2 se financia en buena medida, con los ingresos tempranos originados por las ventas del plátano. Siempre quedará un saldo negativo que tendrá que financiarse con crédito.

En el año 3, la venta de plátano combinada con la venta de cacao, financiarán totalmente los costos. Del año 4 en adelante los ingresos por la venta de cacao cubrirán los costos y habrá superávits. El superávit será modesto en el año 5 (\$ 4,441 USD) pero crecerá hasta \$ 6,362 USD del año 6 en adelante. En el año 10 disminuye a \$ 5,314 por la necesidad de adquirir equipos de reemplazo.

A lo largo del texto, siempre encontraremos oportunidades para recordar el hecho de que las cifras señaladas, provienen de trabajar intensivamente una huerta de cacao clonal en una superficie de 2 hectáreas.

Para el caso que nos ocupa, el análisis económico consideró un rendimiento máximo de 45 quintales por hectárea en plena producción, es decir 90 quintales para el total del área sembrada. Con esta cifra lo que se pretende es mantener las expectativas de ingresos en un ámbito más bien conservador. Así ejercemos más presión sobre el proceso de evaluación de la rentabilidad del proyecto.

Hay experiencias comerciales que demuestran que es posible alcanzar una productividad superior a los 50 quintales de cacao fermentado y seco por hectárea por año, en una huerta clonal de cacao sembrada con variedades mejoradas de tipo Nacional con sabor "Arriba", manejada con las frecuencias adecuadas de riego, poda y abonamiento. Esta tecnología necesariamente se combina con la eliminación semanal de las mazorcas enfermas. Así mantendremos el nivel de incidencia de enfermedades bajo control.

En una huerta con variedades clonales, la variabilidad del peso entre almendras individuales disminuye, lográndose una mayor homogeneidad de los lotes de cacao preparados para la venta. Prácticamente no hay almendras pequeñas como sucede con el cacao que proviene de las huertas tradicionales. Como resultado surgen oportunidades para clasificar la mayor parte de la producción dentro de las categorías de alta calidad, principalmente ASS y ASSS, facilitando la negociación de mejores precios. En la Tabla 5 se muestran los requisitos para las distintas categorías de calidad del cacao según la norma técnica INEM 176 como referencia para mejorar la comprensión sobre este tema.

En Octubre 2010, el cacao natural en baba proveniente de huertas tradicionales, estaba siendo recibido a \$ 135 USD por quintal por cierta Asociación de productores, que para controlar el desarrollo de la calidad, realiza la fermentación y secado centralizado con fines de exportación directa. Por lo tanto, el precio de \$145 USD por la entrega de un quintal de cacao fermentado y seco, dotado de almendras con buen tamaño y poca variación en su peso individual, de ninguna manera es exagerado.

Tabla 5. Criterios de calidad para evaluar y clasificar el cacao en grano de acuerdo a la norma técnica INEM 176.

Requisitos	Unidad	ASSPS	ASSS	ASS	ASN	ASE	CCN - 51
100 granos pesan	g	135-140	130-135	120-115	110-115	105-110	135 -140
Buena Fermentación (mínimo)	%	75	65	60	44	26	*** 65
Mediana Fermentación * (mínima)	%	10	10	5	10	27	11
Violeta máximo	%	10	15	21	25	25	18
Pizarra – pastoso (máximo)	%	4	9	12	18	18	5
Moho (máximo)	%	1	1	2	3	4	1
Totales (análisis sobre 100 granos)	%	100	100	100	100	100	100
Defectuosos (análisis sobre 500 granos)	%	0	0	1	3	** 4	1
TOTAL FERMENTADO (mínimo)	%	85	75	65	54	53	76

ASSPS = Arriba Superior Summer Plantación Selecta.

ASSS = Arriba Superior Summer Selecto.

ASS = Arriba Superior Selecto.

ASN = Arriba Selección Navidad

ASE = Arriba Superior Época.

* Coloración marrón violeta

** Se permite la presencia de granza solamente para el tipo A.S.E.

*** La coloración varía de marrón a violeta

Más bien la cifra anterior esta subvalorada en un entorno con premios actuales que varían entre \$ 400 y 600 USD por tonelada, para lotes de cacao “Arriba” bien calificado. Sin embargo, con el propósito de incorporar presión adicional sobre la evaluación de la rentabilidad del proyecto, \$ 145 USD, es el precio utilizado en el análisis económico.

Como ya quedó señalado, todo el financiamiento requerido para el año 0 tiene que cubrirse con un crédito del sistema financiero, o provenir de recursos propios, si estuvieran disponibles, lo que es difícil para el productor propietario de una pequeña finca. No obstante, siempre habrá la posibilidad de que el productor aporte con un financiamiento parcial en “especie”. Por ejemplo, en la forma de mano de obra familiar, como explicaremos a continuación.

En el caso de que haya mano de obra familiar disponible en la finca, como es lo usual, parte de este recurso puede invertirse en la producción intensiva de cacao, convirtiéndose en un aporte importante de capital que recortará el monto del crédito de inversión a solicitarse. Desde esta perspectiva, consideraremos como normal el hecho de que la familia se encuentre en capacidad de proveer al menos dos jornales diarios para al trabajo de las distintas actividades productivas en la finca, totalizando 480 jornales al año, talvés más si la familia es numerosa.

Hasta el 50% de esta fuerza de trabajo podría ocuparse en las actividades de desarrollo de la nueva huerta de cacao, es decir 240 jornales por año. A un precio de \$ 10 USD por jornal (considerando al menos 5 horas de trabajo), el aporte en mano de obra por parte del productor representa una contribución en “especie” equivalente a \$ 2,400 USD, una cifra que es bastante respetable por cierto.

Puesto que el grueso de trabajo en el año 0 se concentra en el segundo semestre, tal circunstancia significa que toda la fuerza laboral familiar en el periodo Julio-Diciembre, tendría que dedicarse al proyecto cacaotero, posiblemente recortando en alguna medida la atención requerida por otras actividades productivas de la finca. En cualquier caso, esta es una decisión que el productor tiene que analizar y enfrentar a la luz de la importancia del proyecto en cuestión. Después de todo, un proyecto exitoso hará contribuciones al mejoramiento de su ingreso anual y bienestar familiar, al tiempo que servirá también para agregar valor a la Finca.

La cifra de \$ 2,400 USD representa una cantidad importante que al restarse del monto de \$ 9,293 USD invertidos en el año 0 para adquirir servicios relacionados con necesidades de Trabajo y Capital, reduce a \$6,893 USD (unos \$ 3,446 USD por hectárea) el monto que se requiere prestar al sistema financiero.

Si por razones de trabajo vinculadas con las otras actividades productivas en la finca, no fuera posible contar con los 240 jornales de mano de obra familiar, sino solo con el 50% para invertirlos en el año 0, el uso de al menos 120 jornales aportados por el productor, ya tiene el equivalente de \$ 1,200 USD en "especie", lo que representa de todos modos un recorte significativo de las necesidades de crédito. El monto total de efectivo a financiarse, si se da este último caso, se situaría ahora en \$ 8,093 USD (\$ 4,046 USD por hectárea).

Aun más significativo es el hecho de que a partir del año 1 en adelante, sí podemos contar con el aporte de los 240 jornales de mano de obra familiar, es decir la mitad de la que dispone la finca anualmente. Dicho aporte servirá para cubrir la mayor parte de la demanda de trabajo físico para las tareas de riego, abonamiento, cosecha y beneficio del cacao, entre otras. El 50% restante siempre estaría disponible para el cumplimiento de las demás actividades productivas en la finca.

El aporte señalado significa también que anualmente a partir del año 1, el proyecto contará con recursos de inversión constituidos por la mano de obra familiar, equivalentes a \$ 2,400 USD. Puesto que sólo los costos operativos distintos de la mano de obra se cubrirían en efectivo entonces el ingreso bruto de la huerta se incrementará. Este incremento permitirá completar en el año 3, y no en el año 5 como se había previsto inicialmente, el pago del crédito de inversión.

Del año 4 en adelante, se producen ingresos importantes que cubren no solo el pago en efectivo de la mano de obra familiar, sino que además queda un saldo importante para remunerar satisfactoriamente, tanto la inversión realizada, como el riesgo asociado a la misma. Es conveniente subrayar el hecho de que el pago en efectivo de la mano de obra familiar a partir del año 4, significa que a partir de ese momento, el proyecto se transforma en una fuente de trabajo remunerado para la mano de obra provista por la familia. Tal cosa no será posible en los primeros tres años, en el caso en que este recurso se hubiera utilizado como una inversión para reducir el monto de crédito a conseguir, opción que ya se describió y explicó en un párrafo anterior.

La huerta se mantendrá como una fuente de trabajo remunerado, mientras siga funcionando como un sistema de producción de cacao fermentado y seco, con alto rendimiento por hectárea. Si asumimos que la familia ocupa en el campo, al menos un jornal de su capacidad de trabajo para la conducción del proyecto productivo durante todo el año, con la huerta en plena producción el trabajo remunerado representará un ingreso anual de \$ 2,400 USD.

Con una producción de más de dos toneladas por hectárea, hay una demanda de mano de obra equivalente a casi dos jornales permanentes durante el año para manejar una superficie de 2 hectáreas. La mano de obra restante, deberá ser contratada fuera de la finca, a menos que en la familia todavía haya capacidad para proveer de jornales adicionales al proyecto cacaotero. Si éste fuera el caso, entonces la capacidad del proyecto para crear trabajo familiar, además de remunerar la inversión y riesgo asociado, será claramente mayor. El ingreso anual por remuneración de la mano de obra familiar con la huerta en plena producción prácticamente se duplicará, o al menos alcanzará la cifra de \$ 4,500 USD.

El escenario descrito pretende orientar al productor en cuanto a las distintas opciones que puede explorar para financiar su proyecto de producción intensiva de cacao clonal tipo Nacional. A lo mejor, la situación particular de algunas fincas no se ajusta a este escenario, a lo mejor en otras se ajusta a medias, y finalmente en unas cuantas podría ajustarse mejor de lo previsto.

Lo importante es examinar con atención las oportunidades disponibles para el uso del recurso que representa la mano de obra familiar, primero con el propósito de recortar el monto de crédito financiero que sostiene los primeros años del proyecto; más tarde para incrementar hasta donde sea posible el ingreso familiar a través de su mano de obra remunerada. La remuneración a la inversión y cobertura del riesgo asociado es una ganancia aparte. La agregación de valor a la finca como patrimonio del productor es otra ganancia adicional.

Análisis de Rentabilidad

Un dólar invertido en el año 0 no tiene el mismo valor que otro que se invierte en el año 10. De la misma manera que un dólar que ingresa en el año 1 tampoco tiene el mismo valor que otro que ingresa en el año 10. A medida que el tiempo transcurre, el valor de una unidad monetaria disminuye por varias razones. Estas se relacionan con áridos razonamientos financieros importantes para el análisis de rentabilidad, pero cuyos detalles no explicaremos aquí pues se alejan del objetivo principal del presente Manual Técnico.

Sin embargo, para arrojar algo de luz sobre el concepto, la explicación más sencilla posible es la siguiente: un dólar que se gasta el día de hoy satisface de mejor manera una necesidad y proporciona más gratificación a quien lo usa que si tiene que esperar 1, 2, 3 o más años para la satisfacción de dicha necesidad. De allí que la finalidad de invertir dinero en una póliza bancaria, es mantener la equivalencia de su valor en el tiempo, a base del interés recibido, al menos para el lapso que cubre la póliza contratada.

Es este concepto el que sostiene el enfoque que utilizaremos para comparar la inversión en el año 0, con los componentes del flujo de caja, los que no son otra cosa que la diferencia entre costos e ingresos operativos que tienen lugar en cada uno de los años que abarca el horizonte temporal utilizado (10 años) para el análisis. La comparación es necesaria porque precisamente es al inicio del proyecto cacaotero, cuando necesitamos saber si la inversión se justifica o no, en función del nivel de rentabilidad exigido por el inversor, en este caso el productor.

La rentabilidad se mide mediante los siguientes indicadores: el Valor Presente Neto popularmente conocido como VAN y la Tasa Interna de Retorno también llamada TIR. Son indicadores de uso generalizado para la evaluación de la rentabilidad de proyectos de inversión productiva.

El VAN resulta de comparar el monto de la inversión en el año 0 con el beneficio neto descontado (a la tasa de interés escogida), obtenido en cada año del horizonte temporal seleccionado, 10 años en este caso. Para el análisis económico que nos ocupa las cifras del beneficio neto se descontaron a una tasa de interés del 18 % anual. La tasa utilizada corresponde al costo actual del dinero que presta el sistema bancario para un crédito de consumo.

Al utilizar como tasa de descuento aquella correspondiente a un crédito de consumo, el proyecto cacaotero en cuestión, ha sido sometido a una evaluación de la rentabilidad mucho más estricta que si se tratara de un crédito de inversión, el que usualmente se concede a una tasa apreciablemente inferior, a veces hasta el 5% cuando se trata de créditos subsidiados para la agricultura. Por tanto concluimos que los resultados de la evaluación que aquí se presentan, son lo suficientemente sólidos para basar una decisión de inversión en la producción intensiva de variedades de cacao tipo Nacional.

Para que un proyecto de inversión sea rentable, el VAN tiene que ser igual a 0 (con lo que se satisface la rentabilidad exigida), o alcanzar un valor positivo, es decir que va más allá de la rentabilidad exigida. Además, el proyecto agregará valor

a la finca, un beneficio que analizaremos más adelante. En el caso que nos ocupa, el VAN alcanzó la cifra de + 137, valor que sitúa al proyecto como una alternativa económicamente viable y por lo tanto con justificación suficiente para su financiamiento.

El TIR es un indicador que también trabaja con los resultados del flujo de caja descontado (en este caso a la tasa del 18 %) utilizados para calcular el VAN. En el caso que nos ocupa se obtuvo un TIR equivalente al 20 % lo que significa que el flujo neto de efectivo que genera el proyecto cacaotero, es suficiente para pagar anualmente dicha tasa de interés bancaria (la que se encuentra por encima de la tasa de descuento utilizada que de por sí ya es onerosa), en caso de que todo el dinero invertido durante el periodo de análisis viniera del sistema financiero formal.

A la luz de los indicadores descritos ambas cifras se refuerzan mutuamente. Concluimos entonces que el proyecto propuesto para la producción intensiva de cacao Nacional con sabor “Arriba”, será una inversión rentable en caso de ser llevado a la práctica. Más importante aún, al término del periodo analizado, queda como residuo un activo (la huerta de cacao) que continuará generando un flujo de caja importante en la siguiente década. Al no recibir el impacto de la fuerte inversión inicial necesaria para establecer la huerta, dicho flujo permitirá no solo mantener la rentabilidad del cultivo, sino extenderla substancialmente, más allá del periodo de análisis.

Otros beneficios

Con el beneficio neto generado por la huerta cacaotera en plena producción, más la remuneración de la mano de obra del productor (un jornal), se estima que la familia contará con un ingreso neto mensual de \$ 730 USD. Si la familia aporta toda la mano de obra necesaria (casi 2.0 jornales por cada día laborable) para el manejo de la superficie de 2 hectáreas, el ingreso familiar alcanzaría los \$ 930 USD por mes. Este ingreso se sumará a los ingresos derivados de otras actividades productivas en la finca (frutales, cultivos anuales, etc.).

Con este antecedente concluimos que la nueva huerta de cacao contribuirá significativamente al mejoramiento socio-económico de la familia del productor. Por otro lado, al finalizar el año 10 la huerta cacaotera habrá alcanzado plena estabilidad productiva. Manteniendo el control tecnológico de los distintos factores de la producción (fertilidad, riego, podas, manejo sanitario integral, cosecha oportuna, etc.), podemos esperar de las 2 hectáreas un rendimiento

acumulado de 45 a 50 toneladas de cacao fermentado y seco, al menos para el siguiente periodo de 10 años.

Con la demanda mundial de cacao creciendo a una tasa del 2.5% anual, la industria seguirá requiriendo cada año entre 80,000 a 100,000 toneladas adicionales para su funcionamiento. De hecho, en el año cacaotero 2009-2010, la oferta mundial de grano tuvo un déficit de poco más de 80,000 toneladas.

En este escenario, podemos esperar, conservadoramente hablando, que el precio del cacao se mueva entre \$ 3,200 y 3700 USD por tonelada durante la siguiente década. Las previsiones de los analistas del mercado internacional de esta materia prima apuntan en esa dirección. Como referencia, durante el 2010, en Brasil, el precio que el productor viene recibiendo a puerta de finca por el cacao fermentado y seco es de \$ 3,000 USD por tonelada. De allí que manteniendo el enfoque de alto rendimiento, podríamos alcanzar ventas acumuladas de al menos \$135,000 USD para la década posterior a la del presente análisis.

Por otro lado, el productor podría tener interés en certificar su huerta como fuente de varetas portayemas de cacao tipo Nacional para la venta, o en el uso de varetas por él mismo para la multiplicación de plantas clonales, igualmente destinadas a la comercialización. Aun cuando el vigor y la salud de las plantas (como producto del abonamiento, riego, sanidad, etc.) sea el mejor, hay que tomar la precaución de no extraer de cada planta demasiadas varetas, manteniendo al mínimo el impacto que esta práctica podría tener sobre la producción de cacao.

No se recomienda extraer más de 10 varetas portayemas por planta y por año y la extracción tiene que ser gradual. Como comparación una planta clonal de cacao bien fertilizada, suficientemente robusta y dedicada exclusivamente a la producción de material vegetativo (como parte de un jardín clonal), rinde unas 100 varetas portayemas por año, una vez que ha alcanzado un buen nivel de desarrollo.

La combinación de ambas actividades productivas, pueden constituirse en la fuente de unos \$ 35,000 USD de ingresos adicionales, así mismo acumulados a lo largo de la década posterior a la del presente análisis, cifra que al sumarse a la de los ingresos acumulados por la venta de cacao en el mismo

periodo, llevaría el total a \$ 170,000 USD.

Los linderos de la huerta pueden representar una oportunidad para la siembra de especies forestales de alto valor comercial, digamos Teca o Caoba, desde el inicio mismo del cultivo de cacao. En el caso de la Teca en el perímetro de las 2 hectáreas se pueden sembrar unas 200 plantas de esta especie, a un distanciamiento de 3 m entre plantas (Foto 62). Si decide sembrarse Caoba en vez de Teca habrá espacio para un número similar de plantas.



Foto 62. Árboles de teca bien mantenidos para aumentar su valor creciendo a lo largo de los linderos de un lote comercial de cacao clonal.

Hay que tener en cuenta que cualquier especie forestal de interés, se beneficiará del riego e incluso del abonamiento de las hileras más cercanas de plantas de cacao, con la que competirá en alguna medida. Se ha observado que el suelo alrededor de las hileras de cacao más cercanas a una fila de árboles de Teca pierde humedad más rápidamente. Por tanto hay que pensar en reforzar con agua y nutrientes las plantas de cacao en la cercanía de una hilera de árboles. Bajo esta circunstancia, el crecimiento y el engrosamiento del fuste del árbol de Teca, u otra especie forestal, se verá favorecido y consiguientemente su valor aumentará.

En los siguientes 25 años a partir de la siembra, cuando llegue el momento de pensar en la rehabilitación o renovación de la huerta cacaotera, un árbol de Teca sujeto a condiciones de buena fertilidad y riego tendrá un buen fuste y grosor, llegando a rendir 1 m³ de madera por unidad, talvés más. El volumen acumulado de todos los árboles puede generar ingresos superiores a \$ 50,000 USD, a través de su venta en pié, si logramos comercializarlos bien. Como referencia el valor de un m³ de madera de teca en puerto listo para exportación es de \$ 1,000 USD o algo más.

Además, mientras los árboles se mantienen en su sitio, funcionan como barreras rompe-viento en zonas que sufren de este inconveniente, contribuyendo a aliviar los periodos de excesiva transpiración y de temperaturas extremas que afectan la huerta. Durante el verano 2010, en una huerta de la zona de Sto. Domingo de Los Colorados, se observó que las plantas de cacao protegidas por una barrera de árboles a cierta distancia, tuvieron mayor cantidad de flores (posiblemente porque la temperatura no cayó demasiado) al compararse con plantas ubicadas en aquellos sectores de la huerta más despejados.

Las actividades descritas en los párrafos anteriores, se enmarcan claramente dentro del enfoque de diversificación productiva como instrumento de gestión del riesgo, un concepto que cualquier finquero conoce y practica con sabiduría. Sin embargo, hay que aclarar que las cifras señaladas como posibles ingresos brutos para la década posterior a la del presente análisis, aun tienen que restarse de los respectivos costos, antes de someterse a la prueba de evaluación de la rentabilidad, fundamentada en las técnicas del VAN y TIR. Pero aun sin este análisis, las perspectivas de nuevos ingresos basados en la inversión inicial del proyecto que nos ocupa, ¡lucen prometedoras!

La finca contará además con una fuente de material de siembra certificado, un recurso que el productor podría utilizar para ampliar la propia huerta cacaotera, con miras a seguir beneficiándose de las experiencias ganadas con la producción intensiva de cacao en las primeras 2 hectáreas. Después de todo, la experiencia es el recurso productivo más valioso porque incrementa la eficiencia de nuestras decisiones al acercarnos a los resultados planificados. No debe subestimarse tampoco la posibilidad de una modesta capitalización (ahorro) derivada del proyecto en marcha, la que se puede constituir en un apoyo importante para procesar cualquier futura decisión de ampliación de la huerta.

Al contar con un activo productivo con potencial para generar un flujo de caja permanente, al menos durante los siguientes 25 años de edad de la huerta, ciertamente el valor de la Finca se acrecentará en forma importante. Esta circunstancia garantizará un precio interesante en caso de que el productor decida poner en venta su predio.

Aun cuando la huerta haya sido bien manejada desde el inicio, a partir de los 25 años de edad hay que pensar en una poda drástica que servirá para renovar la estructura productiva de los árboles de cacao (también se le llama poda de rehabilitación), los que como cualquier organismo vivo se habrán deteriorado con el tiempo. Sin embargo, se recomienda que la aplicación de esta labor se realice gradualmente y no de golpe.

Digamos que un buen ritmo para avanzar en el proceso de rehabilitación es podando una porción de 0.5 hectárea de huerta cada año. Hay que estar conscientes de que la intervención de los árboles mediante la poda de rehabilitación, afectará la estabilidad del flujo de caja, aunque éste se recuperará en los años siguientes.

Si la situación lo amerita, hay que pensar en la opción de una renovación de toda la huerta, a lo mejor con nuevas variedades de cacao tipo Nacional dotadas de otras características de valor comercial, y que pueden estar disponibles en el futuro. La evaluación agronómica y económica de ambas opciones (rehabilitación y renovación) como objetivo de investigación, es el camino para proveer las respuestas que ayuden a esta elección.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Amores, F. 1992. Clima, Suelos, Nutrición y Fertilización de Cultivos en el Litoral ecuatoriano. Manual Técnico № 26. INIAP/Potash and Phosphate Institute. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Ecuador. 47 p.
- Amores, F. 2002. Requerimientos de suelo para el cultivo del Cacao. Revista "Sabor Arriba". Año 1, № 2. ANECACAO. Guayaquil-Ecuador. Pag. 18-20.
- Amores, F. 2005. Origen, Impacto económico y perspectivas de la Moniliasis del cacao en el Ecuador. Revista "SABOR ARRIBA". Año 3, № 7. Asociación Nacional de Exportadores de Cacao. Guayaquil-Ecuador. Pag 12-14.
- Amores, F; Jiménez, J y Peña, G. 2005. Influencia del tiempo de fermentación y tostado sobre el desarrollado de compuestos aromáticos asociados al sabor a chocolate en almendras de cacao de la variedad Nacional. 15th Conferencia Internacional de Investigación en Cacao (COPAL). San José, Costa Rica. 7p.
- Amores, F; Agama, J; Mite, F; Jimenez, 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 Sta. Elena. Boletín Técnico № 134. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Ecuador.
- Amores, F. 2007. El mercado mundial de cacao. Tipos de cacao y exigencias crecientes de calidad. In Taller Internacional: "Técnicas de fermentación, catación y evaluación sensorial para el mejoramiento de la calidad organoléptica del cacao. Junio 18-22 del 2007. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Ecuador. Pag. 1-2.
- Amores, F Jimenez, J. 2007. Aspectos de la calidad del Cacao. In Taller Internacional: "Técnicas de fermentación, catación y evaluación sensorial para el mejoramiento de la calidad organoléptica del cacao. Junio 18-22 del 2007. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Ecuador. Pag. 3 y 4.
- Amores, F; Palacios A; Jimenez, J y Zhang, D. 2009. Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nor oriente de Esmeraldas. Boletín Técnico # 135. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Ecuador.
- Baca U, G. 2006. Evaluación de Proyectos. 5ta. Ed. Interamericana Editores, S.A. Mexico. D.C., Mexico. Pag. 219-247.

- Barragan, D. 2008. Aporte y descomposición de biomasa aérea en asociaciones forestales y su influencia en los cultivos de cacao y café. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 102p.
- Cocoa Growers' Bulletin. 1980. Developments in Cocoa Nutrition in the 1970's, A Review of Literature. Birmingham, England. Pag. 11-24.
- Cros E. 2004. Factores que afectan el desarrollo del sabor a Cacao, Bases bioquímicas del perfil aromático. In Taller Internacional sobre "Calidad Integral de Cacao: Teoría y Práctica". Nov. 15-17/2004. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Ecuador. 20p.
- Enríquez, G. 2010. Cacao Orgánico: Guía para productores ecuatorianos. 2da ed. INIAP. Quito, Ecuador. 365p.
- INPOFOS. 1997. Nutrientes secundarios y micronutrientes. Manual Internacional de fertilidad de Suelos. Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). Quito-EC. Capítulo 6, 8p.
- INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION (ICCO). 2008. Manual of Best Known Practices in Cocoa Production. London, United Kingdom. 56p.
- Mortved, J, Giordano, P y Lindsay, W. 1972. Micronutrientes in Agriculture. 2da Edición. Soil Science Society of America. USA. Pag. 7-36.
- Motato, N; Solórzano, G y Cedeño, J. 2008. Riego suplementario para el cultivo del Cacao en Manabí. Boletín Divulgativo N° 345. INIAP, Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo-Ecuador.
- Ramos, R. 2008. Comportamiento de Clones de Cacao (*Theobroma cacao* L) tipo Nacional en el sector de Guasaganda, Provincia de Cotopaxi. Tesis de Grado para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 70 p.
- Saltos, A. 2005. Efectos de métodos de fermentación, frecuencias de remoción y volúmenes variables de masa fresca de cacao, sobre la calidad física organoléptica del complejo "Nacional x Trinitario". Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Vines, Ecuador. 66p.
- Sapag Chain N. y Sapag Chain R. 1995. Preparación y evaluación de Proyectos. 2da. Ed. McGraw-Hill Interamericana S.A. Bogotá D.C, Colombia. Pag. 307-363. Suárez, C; Moreira, M; Vera, J. (eds.). 1993. Manual del Cultivo del Cacao. 2da ed. INIAP. Estación Experimental tropical Pichilingue. Quevedo, Ecuador. 135p.

- Suarez, C; Amores, F y López, O. 2006. Nuevas fuentes de resistencia a *Moniliophthora roreri*. In: Compilación de documentos y artículos científicos presentados por el equipo multidisciplinario de cacao del INIAP en 15th conferencia internacional de investigación en cacao-San José Costa Rica. 2006. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Ecuador.
- Suarez, C. 2007. La Rehabilitación del Cacao: Un componente básico del manejo integral del cultivo. Boletín Informativo INIAP/WCF/USDA. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Ecuador.
- Universidad Agraria del Ecuador. 2003. Métodos de Manejo y Control de Riego para los principales Cultivos de la Península de Sta. Elena, Provincia del Guayas-Ecuador. Proyecto 1G-CV-087 (PROMSA, Universidad Agraria, CEDEGE). 65 p.
- Vera, J. 1987. Zonificación y Ecología del Cultivo del Cacao. In: Manual del Cultivo del Cacao. Primera Edición. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Ecuador. Pag. 11-15.
- Vaca, D y Zamora, C. 2008. Comportamiento productivo y sanitario de selecciones clonales de cacao de tipo Nacional en varias zonas del Litoral ecuatoriano. Tesis de Grado para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 61 p.
- Vera, J. 2008. Estudio de la respuesta fenológica y productiva del cacao (*Theobroma cacao*) frente a la aplicación de diferentes intensidades de poda. Tesis de Grado para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil-Ecuador. 53 p.



Clon EET 19 de 3.5 años de edad en la zona de Sto. Domingo

Estación Experimental Tropical Pichilingue

Km 5, vía Quevedo – El Empalme

Casilla Postal 24

Telefax: (593) 05 2750 966 / 2750 967

e.mail: pichilingue@iniap.gob.ec

Quevedo – Ecuador

Autor principal: Freddy Amores

e-mail: famores.ec@gmail.com

freddy.amores@iniap.gob.ec



GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Econ. Rafael Correa Delgado
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL**

**Dr. Ramón Espinel
MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERÍA,
ACUACULTURA Y PESCA**

**Dr. Julio César Delgado Arce
DIRECTOR GENERAL DEL INIAP**

**Ing. José Villacis Santos
DIRECTOR E.E. T. PICHILINGUE**

Autor principal: Freddy Amores

e-mail: famores.ec@gmail.com

freddy.amores@iniap.gob.ec

**Estación Experimental Tropical Pichilingue
Km 5, vía Quevedo – El Empalme - Casilla Postal 24**

Telefax: (593) 05 2750 966 / 2750 967

e.mail: pichilingue@iniap.gob.ec

Diciembre - 2010

Quevedo – Ecuador