



TECNOLOGIA MODERNA EN LA PRODUCCIÓN DE CACAO:

Ing Agr. Jorge H. Echeverri Rodríguez
echeverri00@hotmail.com

MODULO 5

- *Establecimiento del cultivo*
- *Los sistemas Agroforestales y el cacao*
- *La poda de clones y la sombra*

MODULO 6

- *La nutrición de la planta*
- *Producción de abono orgánico*
- *Los biofermentos*

MODULO 5:

5.1 Establecimiento del Cultivo

Cuando se habla del cultivo del cacao, en la concepción moderna, se entiende se trata de un sistema de producción caracterizado por una sucesión de cultivos o de especies intercaladas; en sus primeros años con especie de ciclo corto, seguidos de cultivos de ciclo medio como el plátano y la papaya. Finalmente, se acompaña de especies permanentes que van acompañar al cacao durante toda su vida, tales como los árboles maderables y algunos frutales.

El proceso de establecimiento del cultivo se cumple en tres etapas básicas: la de siembra, la de levante o desarrollo y la mantenimiento de la plantación en la fase productiva del mismo.

La primera etapa de siembra comprende actividades tales como: la selección del terreno, la preparación del suelo, el trazado, la siembra de la sombra provisional o de ciclo corto, la siembra del sombrío permanente, la construcción del vivero, el ahoyado para el cacao, la siembra o trasplante del cacao, el manejo de la sombra transitoria, la injertación en el lugar definitivo, si así se programó, y la ejecución de labores propias de cada cultivo en el sistema.

Daremos importancia en este documento al establecimiento del vivero, por ser parte fundamental de la tecnología moderna de producción de cacao, pues en él donde se van a construir los cimientos del edificio, teniendo en cuenta que el cacao es una especie perenne que se va sembrar por muchos años.

Distancias de siembra:

Con las distancias de siembra se busca aprovechar al máximo el espacio, procurando aumentar la producción y facilitar el manejo de la planta.

Distancia de siembra metros	N° de plantas/ha	
	Trazo en cuadro	Trazo en triángulo
3x3	1111	1282
2.50x3	1333	1538
2.80x3	1190	1375
2.5x4	1000	1154

Como vimos al inicio del curso, en todo momento hay que tener en cuenta la monilia, al momento de acomodar las calles y las hileras, pues en zonas con mucha humedad, es

aconsejable darle a las calles la mayor distancia, teniendo cuidado de colocarlas en dirección al viento, para favorecer que el viento circule por las calles y saque la humedad. En zonas con pendiente, hay que colocar las calles a través de la pendiente, teniendo en cuenta que las plantas vayan alternando en forma de triángulo, para que sirvan de barrera al agua de escorrentía y proteger el suelo de la erosión.

Ahoyado y siembra del cacao:

Debe hacerse 20 o 30 días antes de la siembra, con dimensiones dependiendo de la textura del suelo y la humedad presente en él, así: 30x30x40 de profundidad para terrenos sueltos arenosos; de 40x40x40 en terrenos con textura más arcillosa pero suelta y 40x40x 60cm de profundidad, si el suelo tiende a encharcarse y si es muy pesado o arcilloso.

Al sembrar coloque en el hueco 2 kg de materia orgánica, 150 gr roca fosfórica y 250 kg de cal dolomita, que también puede ser sustituida por carbonato de calcio o ceniza.

Establecimiento de la sombra:

A medida que el árbol de cacao crece la demanda de sombra es menor, ya que en alguna medida el árbol se auto-sombrea, las hojas de arriba le dan sombra a las de abajo y estas a otras más abajo y así sucesivamente.

El sombrero cumple las siguientes funciones:

- Regula la temperatura y humedad en el verano
- Conserva la humedad ambiental
- Modera el proceso de la evaporación por transpiración
- Protege a la planta de la acción de los fuertes vientos
- Regula el establecimiento de las malezas
- Protege el suelo de la erosión
- Regula el proceso fotosintético de la planta
- Genera ingresos adicionales al productor

En los primeros años el cacao necesita de 50 a 75% de sombra, la cual se debe ir retirando a medida que la planta crece, hasta quedar con más o menos en 25%, lo cual se logra con unos 160 y 180 árboles de sombra por hectárea, sembrados preferiblemente en barreras o en surcos bien organizados en la plantación.

Un árbol para que pueda ser utilizado como sombra debe tener características tales como:

- Suministrar buena sombra en el verano.
- Fácil de establecer y si es posible con valor comercial
- Que sea de raíces profundas para que no compita con las del cacao por humedad y nutrientes.
- Que no albergue plagas o enfermedades que afecten al cacao.

- Preferiblemente del tipo leguminosas, que aporten materia orgánica y ayuden a fijar nitrógeno.
- Que permita la poda fuerte, sin afectar su recuperación, pasada la labor.
- Que la copa del árbol de sombra no abra a la misma altura del árbol de cacao porque van a competir por espacio físico y luz.

Sombrío temporal:

Son plantas que van a acompañar el cacao durante los primeros 3 o 4 años de establecimiento. Se debe sembrar antes que el cacao, para que cuando este llegue al sitio definitivo aporte la sombra que necesita el árbol en los primeros meses de vida. Algunas especies más usadas son: plátano, banano, papaya, maderonegro, poró, higuierilla, frijol gandul y la *Leucaena* entre otros.



Plátano como sombra provisional y el vivero de *Leucaena* lista para ir al campo

Sombra permanente: establecida para dar sombra al cacao durante toda su vida y se siembra simultáneamente con la sombra temporal. Entre las especies más utilizadas están algunos frutales y maderables como el laurel, la teca, la melina, la leucanea, el cedro y otras especies nativas de las zonas, de crecimiento rápido y que cumpla con las condiciones de la sombra, antes anotadas.

5.2 Los Sistemas Agroforestales y el Cacao

El cacao (*Theobroma cacao L*) es un cultivo que normalmente requiere la asociación con otras especies, dado que necesita sombra, tanto en la fase del establecimiento como durante la fase productiva.

El cultivo del cacao posee muchos atributos que lo hacen ser una alternativa de sostenibilidad ecológica y protectora de la biodiversidad y los suelos tropicales asumiendo una importancia mucho mayor que la estrictamente económica. Por ello es conveniente dar especial relevancia a

los sistemas agroforestales asociados al cacao por su papel como fijadores simbióticos de nitrógeno, por la integración de especies vulnerables y en peligro de extinción, por el fomento



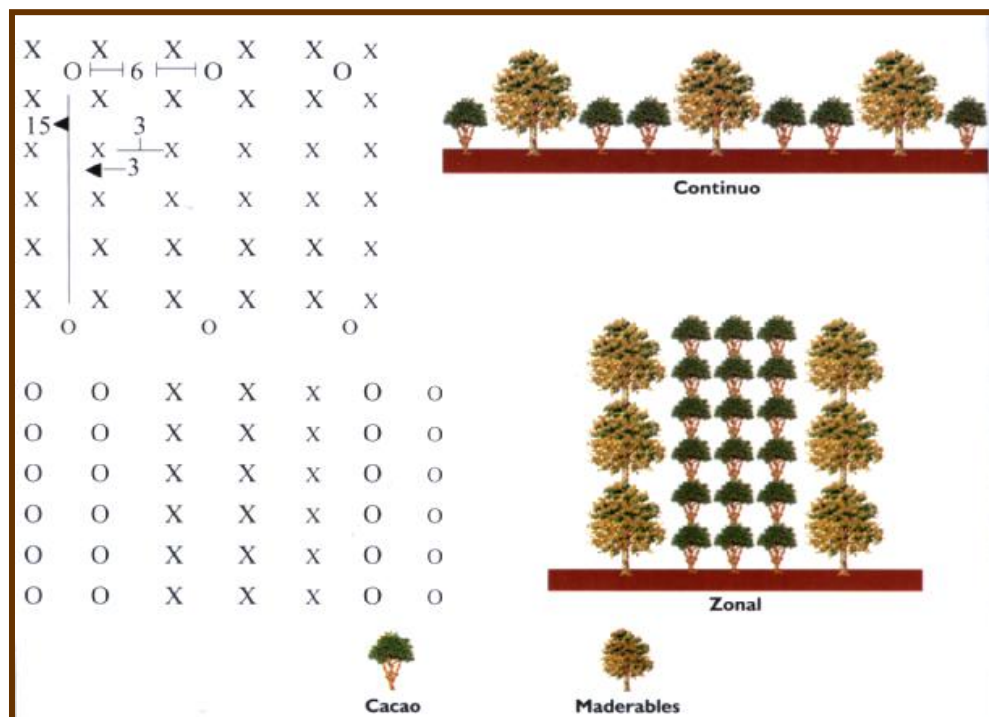
del control natural de las plagas y enfermedades y por el reciclaje de nutrientes y residuos en el ambiente y por crear un medio natural muy apropiado para conservar los recursos naturales.

La tecnología moderna considera que por lo menos en la etapa de instalación y de crecimiento del cacao, es indispensable que el cacao sea manejado en asocio con especies que le proporcionan además de sombra ingresos importantes en la etapa de establecimiento.

El sistema agroforestal implica la asociación en el tiempo y el espacio de dos o más especies en una misma área, siendo por lo menos una de ellas leñosa perenne de interés ecológico y económico entre sus componentes.

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

Colombia ha analizado esta relación de diferentes maneras: si los componentes del sistema agroforestal cubren todo el conjunto del área, se trata de un sistema agroforestal continuo, pero si el arreglo está restringido a componentes separados, se caracteriza como un sistema agroforestal zonal. Este último, es el caso cuando los componentes son cultivados en fajas o en surcos múltiples, cumpliendo cada uno, una función en la superficie plantada por cada especie.



Combinación de cacao (X) y otro cultivo perenne (O) de mayor porte en sistemas continuos y zonal. El plantío continuo muestra cacaoteros a 3 x 3 m (1.111 pl/Ha) y elementos de sombra 6 x 15 m (277 pl/Ha). En el zonal tres hileras de cacaoteros a 3 x 3 m (1.280 pl/Ha) se alternan con surcos dobles de árboles de sombra, a 3 x 2 m separados por 120 15 m.

Los sistemas agroforestales asociados con el cacao son de tres tipos: los sistemas transitorios simples, los sistemas provisionales múltiples y el sistema en franjas.

Ventajas de los sistemas Agro-forestales:

- Mejor aprovechamiento del suelo.
- Disminución de la tasa de transpiración del cultivo.
- Estabilización de las condiciones ambientales.
- Aumento de la vida productiva del cultivo.
- Disminución de algunas plagas y enfermedades.
- Aporte de un mantillo de hojas en el suelo que mantiene la humedad y aumenta la cantidad de materia orgánica.
- Promueve la actividad de organismos benéficos y la recirculación de nutrimentos.
- Favorece la diversidad de la fauna y la flora en el medio.

Desventaja de los sistema Agro-forestales

- Competencia por luz, agua, nutrimentos y espacio, por lo que mucha sombra disminuye la producción.
- Existencia de efectos alelopáticos, esto es que compiten con el cacao.
- Aumenta la humedad relativa y por tanto favorece el desarrollo de enfermedades como la monilia.
- Dificulta la mecanización
- Necesidad de experiencias en Agro-forestería
- Aumento de la mano de obra
- Caída natural de árboles o ramas sobre el cacao.

El asocio del cacao con otros cultivos:

En los **sistemas transitorios simples** done el cacao es plantado bajo un sistema de sombreamiento transitorio de apenas una especie abastecedora de alimentos. Las especies más utilizadas para tal finalidad, son banano (*Mussa paradisiaca*) y plátano (*Mussa Sapientum*), la papaya (Carica papaya), la higuierilla (*Ricinus comunis*) y algunas leguminosas de interés agroforestal como la *Leucaena leucosephola* y el maderonegro (*GIiricidia sepium*), entre otras.

En los **Sistemas provisionales múltiples** están compuestos de dos o más componentes transitorios que interactúan con el cacao con la función de servir de recursos económicos y contribuir ecológicamente con el ambiente. Esta asociación de plantas, en la parcela, puede servir de rompevientos o para dar cobertura al suelo.

Mientras crecen las plantas de sombra transitoria, entre especies más altas como el plátano, banano, la higuierilla, la papaya o la leucaena, se puede aprovechar la luminosidad de sus entrelíneas para cultivar especies de importancia económica como la piña, la yuca (*Manihot sculenta*), el frijón (*Phaseolus vulgaris*), el chile picante y los ornamentales.

Una variación de este sistema, podría catalogarse al modelo utilizado en Colombia y Bolivia que parte de rastrojos con multiplicidad de especies nativas, debajo de las cuales se siembra el cacao y los maderables, en surcos formados por el entresaque de esas plantas. Con el paso del tiempo, en la medida que el cacao necesita de mayor cantidad de luz y espacio, se van eliminando plantas hasta llegar al cultivo del cacao tradicional, con sombreamiento permanente del bosque originario.

Sistemas transitorios en franjas: En este sistema los cacaos jóvenes son establecidos por zonas, en hileras simples o dobles, que guardan entre si 10 o más metros de distancia, según sea la conveniencia. En el plantío en franjas se multiplica el efecto de borde (iluminación

lateral) sobre el cacao, asegurando una productividad igual o superior a la disposición continua, sin sombra. El sistema permite también intercalar las fajas de tierra con cacao, con otros cultivos (ñame, plátano, frutales, piña y ornamentales por ejemplo), pues se quiere sustituir cada 10 metros, una hilera completa de cacao, según sea el caso, por el cultivo asociado. Esta asociación puede conservarse durante muchos años, facilitando la mecanización de prácticas culturales.

Sistemas mixtos permanentes en franjas:



Son sistemas zonales que, convenientemente orientados, permiten combinar ciertos cultivos permanentes de modo más eficiente, en procura de un mejor aprovechamiento de la luz tanto por los componentes más altos como los de menor porte.

Mediante estos sistemas, se pueden intercalar surcos dobles o franjas de varios o de una especie de mayor porte, con franjas de una especie permanente de menor porte. Así se pueden asociar con el cacao, especies arbóreas de tipo maderables, como el laurel

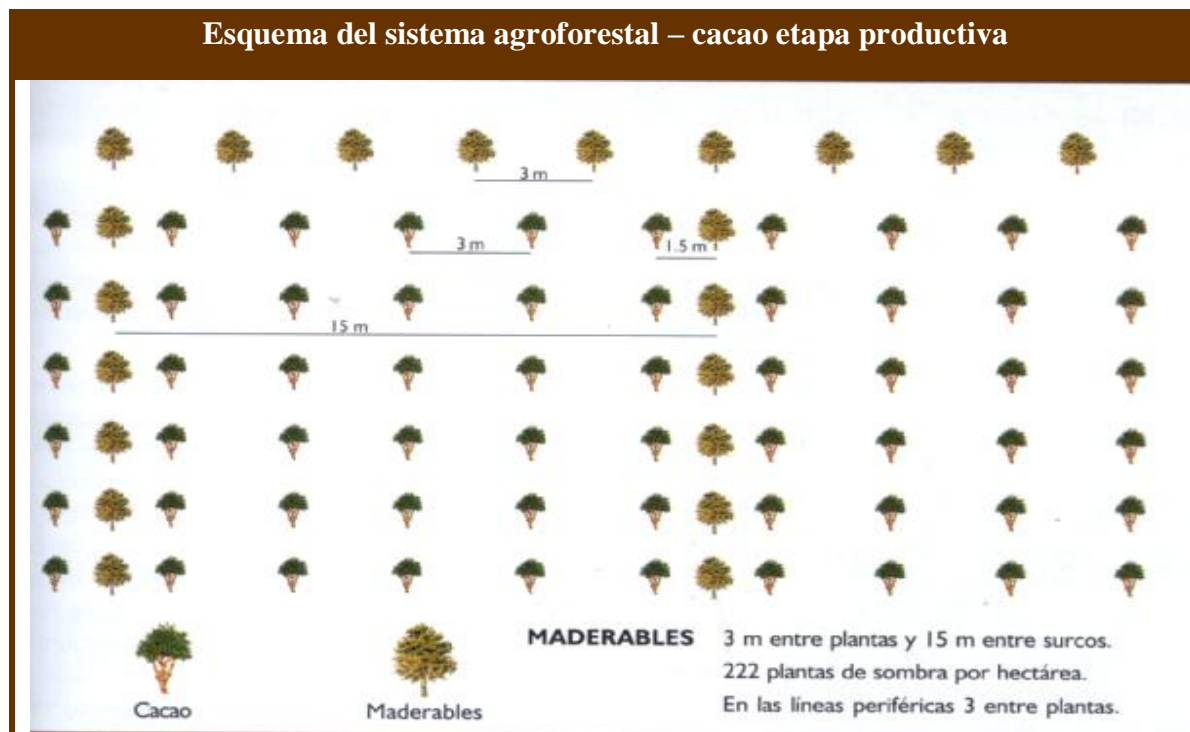
(*Cordia alliodora*) el cedro (*Cedrela odorata*), melina (*Gmelina* sp) y frutales como el aguacate, los cítricos, las plantas medicinales, etc.

En general se puede decir que el productor es quien debe decidir cual sistema utilizar; todo se relaciona con el aprovechamiento del espacio físico y la luz, puesto que entendemos que la luz es indispensable para el cacao porque sin ella no hay producción.

Tipos de asocio con el cacao

- Los **sistemas transitorios simples cuando el cacao es plantado** con una única especie abastecedora de alimentos
- **Los Sistemas provisionales múltiples** compuestos de dos o más componentes transitorios
- **Sistemas transitorios en franjas** establecidos por zonas, en hileras simples o dobles
- **Sistemas mixtos permanentes en franjas** sistemas zonales que, convenientemente orientados, permiten combinar ciertos cultivos permanentes de modo más eficiente

El cuadro siguiente muestra un ejemplo del sistema permanente mixto en fajas.



En el anexo se incluye una propuesta de cuatro modelos de siembra del sombrío transitorio y permanente, diseñado por FEDECACAO en Colombia.



5.3 La poda de clones y la sombra

El objetivo principal de la poda, es dar al árbol de cacao la estructura más adecuada para que exprese toda la capacidad genética productiva. El árbol pues se debe modificar, a través de la poda, para promover en él la formación de áreas de floración y mayor cuajamiento, crecimiento y madurez de los de frutos. Es por ello por lo que se puede asegurar que de la poda depende la vida productiva de la planta de cacao.

Tipos de Poda:

Poda de formación y mantenimiento:

La poda de los árboles de cacao depende de la manera como se propagó la planta, puesto que es diferente cuando la planta proviene de semilla, que cuando el árbol se formó a partir de una rama injertada o enraizada.



La labor de poda consiste en balancear el crecimiento vegetativo de la planta con la producción. En términos generales, la poda consiste en:

- eliminar las partes poco productivas, innecesarias o mal formadas
- realzar los árboles y
- regular su altura para crear condiciones desfavorables al desarrollo y al ataque de plaga y enfermedades.

La poda de mantenimiento es aquella que se realiza todos los años, con el objetivo de crear dentro de la planta un ambiente que no solo favorezca las cosechas, sino que minimice las condiciones para el desarrollo de plagas y enfermedades que afecten la producción.

Esta poda, se debe realizar inmediatamente después de la cosecha principal, que normalmente coincide con la finalización de la época seca.

Los cinco pasos de la poda a tener en cuenta al momento de realizar la labor:

1. Si la copa está muy baja, debe subirla
2. Si la copa está muy alta, debe bajarla
3. Si la copa está muy abierta, debe cerrarla
4. Si la copa está muy cerrada, debe abrirla y si
5. Las ramas se entrecruzan, debe evitarlo

La planta reacciona a la poda formando hijos o chupones que deben ser eliminados lo más rápido posible, ya que las primeras semanas esta labor se puede realizar con la mano, abaratando los costos de la labor.

Algunos cuidados que se deben tener en cuenta al momento de realizar la poda son:

- La poda de formación de los clones se debe trabajar por etapas, de forma que en cada poda se avance un poco, hasta completar la estructura deseada. El podador debe tener siempre un esquema en la cabeza de lo que quiere para esa planta, ya que la poda es diferente cada una de ellas.
- El requerimiento de poda se mide por la luz que pasa las hojas y llega al suelo. Siempre que se realiza la poda se debe estar mirando el suelo, pues es la luz, la que le va decir al productor hasta donde podar.

Un cacaotal sin luz, con muchas áreas oscuras y con mucha sombra no produce y se llena de mazorcas enfermas.

- No deje acumular la poda, pues entre más gruesas son las ramas que debe cortar, mayor será el efecto sobre la producción de la planta.
- La poda incentiva la producción, así que si no hay nada que cortar revise con detalle y elimine algunas palmillas que evitan la entrada de luz al tronco de la planta.
- No permita que el árbol forme varios niveles de ramas y hojas. Las hojas de los niveles más altos de la planta esconden las mazorcas enfermas afectadas por monilia impidiendo el saneo, actividad prioritaria en el manejo de la enfermedad. Terminada la poda, usted debe quedar viendo todas las ramas y las mazorcas de la planta.
- Aplique pasta cicatrizante a los cortes. La forma más económica de hacer la pasta en la propia finca es mezclando una parte de sulfato de cobre, con dos de pintura de agua de la calidad más baja; mézclela hasta formar una pasta suave fácil de untar. Si el trabajo es grande es importante preparar en una bomba de espalda una mezcla de 200 gr de caldo bordelés, como el producto Fytosan 20wp en 18 lt de agua; se aplica en forma de atomizo dirigido a los troncos podados. Si usted no produce de forma orgánica, lo

mejor es aplicar a los cortes una aspersión de benomyl (Benlate) a razón de 60 ML por bamba de 18 litros.

Poda fitosanitaria

Se eliminan todas las partes de la planta atacadas por plagas y enfermedades como: caída de árboles, frutos enfermos, plantas parásitas, bromelias y musgos, entre otras. A fin de reducir los costos dentro de la plantación esta actividad se puede realizar en conjunto con las otras podas.

Poda de rehabilitación

Se la recomienda en plantaciones viejas e improductivas en las que se elimina abundante follaje y ramas en árboles con un deterioro muy severo. Este tipo de poda se justifica si la plantación que se va a regenerar es de árboles de buena producción, de no ser así mejor es proceder a la renovación del cultivo con materiales mejorados.

Hay diferentes formas de hacer una poda de rehabilitación:

1. Poda severa, cortando los árboles viejos que fueron productivos hasta un máximo de 4m, de manera gradual hasta mantenerlos a la altura deseada.
2. Injerto lateral de árboles viejos improductivos, con varetas de árboles superiores para aumentar su productividad.
3. Injerto en chupones de árboles donde su primer molinillo sobrepasa los 4 metros de altura.
4. Recepa a una altura de 2.0, 1.0, 0.50 y hasta 0.30 metros.

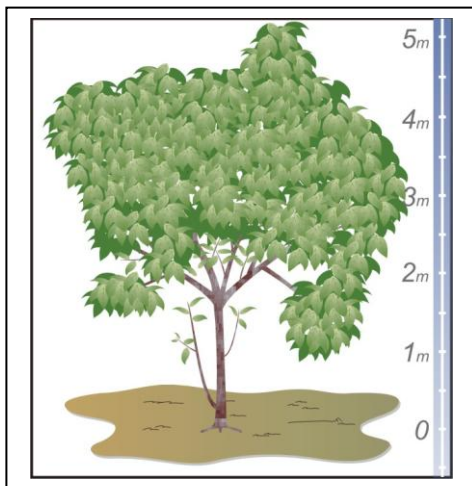
La Figura 1, enseña ***“cómo podar un árbol de cacao”*** con miras a aumentar producción, facilitar el mantenimiento del árbol y reducir los ataques de plagas y enfermedades

Paso 1: La poda de rehabilitación comienza con la poda periódica de ramas que crecen hacia abajo.,.

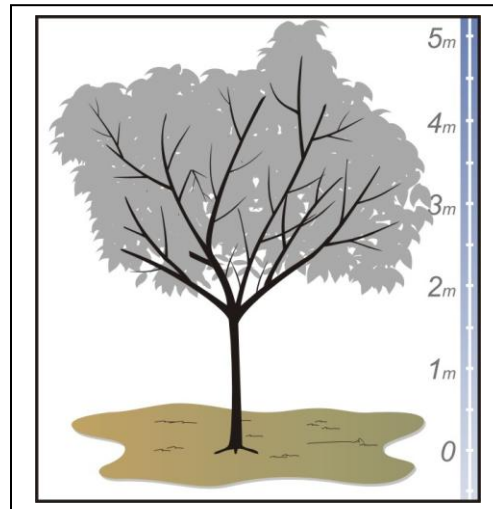
Paso 2 y 3: Corte todos los chupones que presentan un crecimiento vertical, hacia arriba, casi siempre formados a partir del tronco. Así mismo elimine los retoños y ramas secundarias que se forman a menos de 60 cm. de la bifurcación del tronco. El corte de rebrotes es necesario y se debe hacer 2 semanas después de la poda, para que sea más fácil, pues con la mano se pueden quitar.

Paso 4 y 5: Poda de ramas altas (a más de 4 metros de altura) para mantener el tamaño del árbol, facilitar la cosecha y permitir la recolecta de mazorcas enfermas por monilia. Esta labor se debe hacer todos los años.

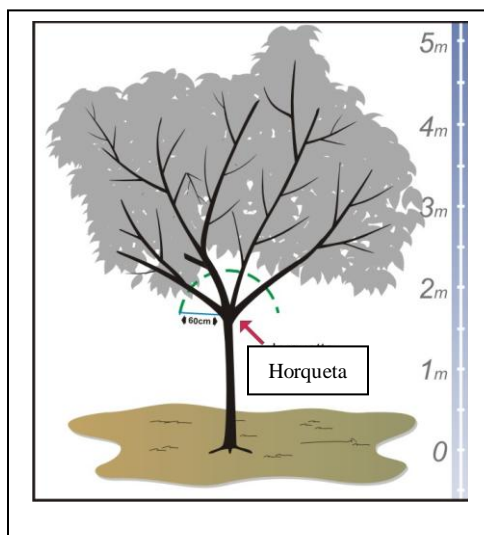
Además de lo anterior, se recomienda abrir el centro del árbol podándolo en forma de copa o de chimenea, para reducir humedad y aumentar la penetración de luz solar en el follaje. Esto ayuda a controlar Monilia.



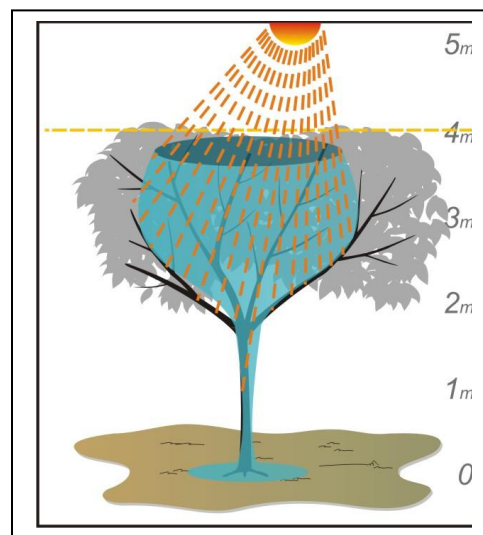
1



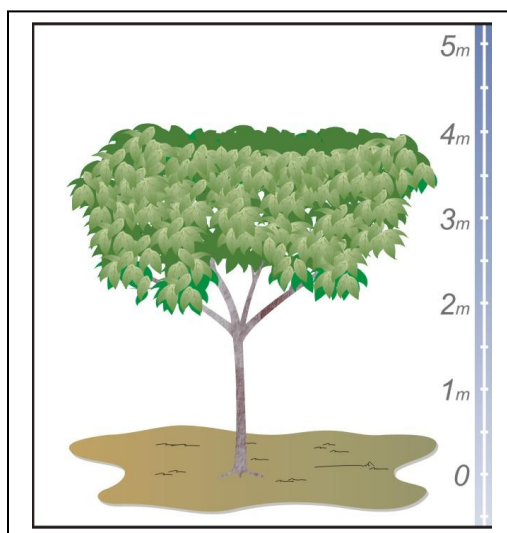
2



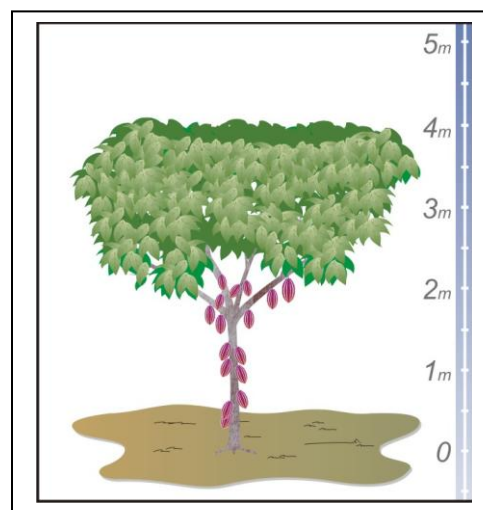
3



4



5



6

COMO PODAR UN ÁRBOL DE CACAO

Paso 6: La luz solar adicional que llega al tallo, además de estimular la floración, se controla la Monilia, pues a ella no le gusta la luz solar, ni la baja humedad del ambiente.

El mejor momento para hacer podas severas es al final del ciclo productivo, aproximadamente un mes antes de la época lluviosa. Al finalizar la poda se recomienda fertilizar. Esta labor se debe realizar cada año para mantener la forma y la altura del árbol.

La poda periódica y correcta, resulta en mazorcas sanas, con menos ataques de plagas y enfermedades.

El árbol podado puede dirigir mejor los nutrientes a producción de frutas. Los árboles sin poda dirigen nutrientes, primordialmente, a las ramas que no son necesarias.

Poda del sombrío:

El árbol de sombra es parte, como dijimos, integral del problema de aprovechamiento de la luz en el cacaotal. Siempre que se haga la poda de las ramas del cacao, se debe revisar la sombra, pues pueden estar agravando la situación. En zonas con mucha nubosidad o con presencia de monilia, la sombra se debería ralea en épocas de inicio de lluvias, cuando la humedad es más importante. Es por ello que el esquema de la siembra de la sombra en hileras dobles, intercaladas con fajas de varias líneas de cacao, son una alternativa interesante para zonas con muchas lluvias, pues en los centros se siembra árboles de fácil poda como la Leucaena, la guaba, el madero negro y otros usados corrientemente como sombra en cacao. Cuando el árbol a podar en un forestal, la labor se complica, porque el agricultor no va querer cortarla por su valor.

MODULO 6:

LA NUTRICIÓN DEL CACAO

A. *La nutrición de la planta en la opción convencional:*

La fertilización en cacao es eficaz si se garantiza que todas las labores del cultivo se realicen, ya que de lo contrario, se estaría desperdiciando el abono; en particular, ha de garantizarse el control sanitario, pues se corre el riesgo que el árbol produzca muchos frutos que se dañen por acción de la monilia.

En términos generales, se puede afirmar que deberíamos devolver al suelo las cantidades de nutrientes extraídos por los frutos cosechados. De acuerdo con Colombia, la cantidad de nutrientes extraídos por una cosecha de 1000 kg de cacao – hectárea - año:

Nutriente	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	Calcio	Magnesio (MgO)
Demanda	31-40 Kg	5-6 Kg	54-86 Kg	5-8 Kg	2.5 Kg

Fuente: Mejía, Luis Antonio. Nutrición del cacao, relación suelo-planta-agua- En: Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción del Cacao. CORPOICA, Bucaramanga año 2000, pag 33-35

El suelo y su fertilidad:

Las tablas siguientes presentan los niveles de nutrientes requeridos, según análisis de suelo químico, para el cultivo del cacao en Colombia.

Niveles disponibles de nutrientes en el suelo						
Nivel	MO%	P Ppm	K Me/100 gr.	Recomendaciones sobre aplicación		
				N gr/planta/año	P ₂ O ₅ gr/planta/año	K ₂ O gr/planta/año
Bajo	<2	<15	<0.25	100 - 125	100-125	75-125
Medio	2 - 3	15 - 30	0.25 - 0.45	50.- 100	50 - 100	50 - 75
Alto	>3	>30	>0.45	0-50	0-50	0-50

Fuente: Manual FEDECACAO 2004, Colombia, pag 145

La siguiente tabla indica los niveles críticos y óptimos de elementos, como una ayuda a la interpretación de análisis de suelos.

ELEMENTO	OPTIMO	UNIDAD
pH	5.5-6.2	
K	0.5-0.8	
Ca	6-15	C Mol (+) L
Mg	3-6	
Acidez	< 0.3	
P	20-50	
Fe	10-50	Mg/Lt
Cu	1-20	
Zn	3-15	
Mn	10-50	

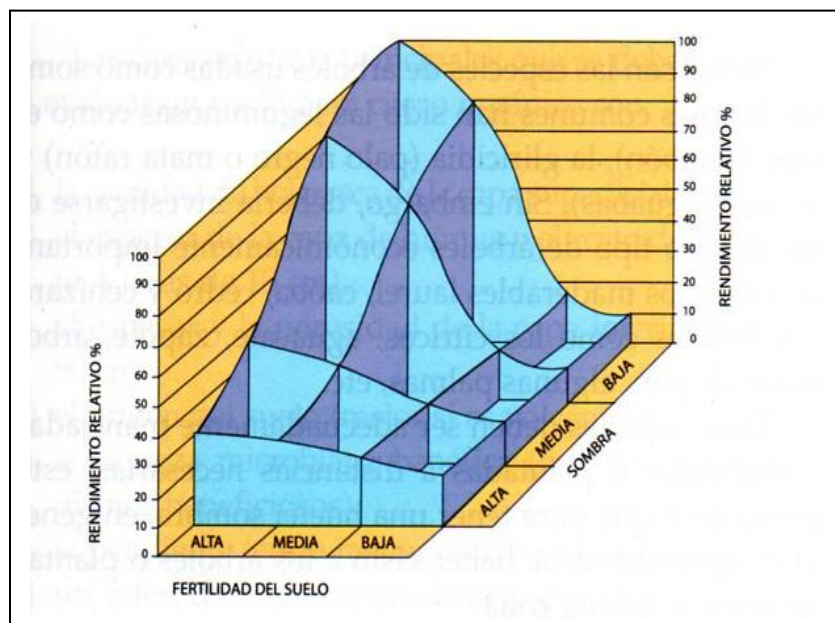
Los nutrimentos requeridos por la planta, según Luis Antonio Mejía, de CORPOICA, Colombia, en (Kg/ha), se puede ver a continuación:

Desarrollo planta	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn
VIVERO	136	14	151	113	47	3.9	0.5
1er Año	212	23	321	140	71	7.1	0.9
PRODUCCIÓN	438	48	633	373	129	6.1	1.5

Fuente: Cocoa Grower's Bolletin (En documento Luis A Mejía, CORPOICA)

Nutrición del Cacao y su Relación con la Sombra y la fertilidad del Suelo:

Efecto de la sombra y la fertilidad sobre la producción de cacao (Tomado de Enriquez, Gustavo. Cacao Orgánico. INIA, Ecuador. 2004)



La interacción entre la sombra y la fertilidad del suelo es muy importante entenderla, puesto que la planta de cacao bajo sombra muy intensa; no obstante esté sembrado en suelos muy buenos, casi no produce. Lo mismo ocurre cuando hay mucha luminosidad y los suelos son de baja fertilidad. Como cada lugar es diferente, la producción va depender del conocimiento que tengamos del lugar y las necesidades de la planta..

Estas variables pueden ser modificadas por el hombre: mejorando la fertilidad adicionando abonos orgánicos o fertilizantes químicos, o colocando o quitando sombra, hasta llegar al balance ecológico que requiere la planta para alcanzar a una determinada producción. Entre mayor sea la producción deseada, más perfecta debe ser esta relación.

La materia orgánica y su importancia en el suelo cacaotero

El suelo constituye, en la vida de las plantas, el lugar donde crecen y se desarrollan innumerable cantidad de animales superiores y microscópicos que lo necesitan para vivir, pero también entregan su cuerpo al descomponerse.

En el suelo hay muchas comunidades de organismos vivos que permite la transformación de los organismos, convirtiéndose en la principal fuente de fertilidad para la planta. Por ello se

requiere darle al suelo un tratamiento que evite ponerlo en peligro. Ver detalles de su fabricación en los Anexos 2 y 3 de esta capítulo.

B. La nutrición de la planta en la opción ORGÁNICA:

La producción de abonos fermentados:

Se debe entender a los abonos fermentados como un proceso de descomposición aeróbico y termofílico de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos que existen en los propios residuos, que producen materia orgánica en lenta descomposición.

El proceso pasa por varias etapas: una primera de fermentación del abono, en la cual la temperatura puede alcanzar hasta los 75°C debido al incremento de la actividad microbiana. Posteriormente, la temperatura comienza a caer nuevamente, debido al agotamiento de la fuente de energía, los microorganismos, y se inicia una nueva etapa de estabilización del abono quedando sin transformar algunos materiales, más difícil de descomponer.

Los principales factores que interfieren en la producción de abonos orgánicos:

- a) **La temperatura:** Comienza a subir aproximadamente a las 14 horas después de mezclados los materiales. El aumento de la temperatura es una buena señal de que proceso está bien la cual debe superar los 50°C.
- b) **La humedad:** debe estar entre 50 y 60%. Si es menos la descomposición es muy lenta, si es mayor la cantidad de poros que están libres de agua son muy pocos, lo que dificulta la oxigenación impidiendo la fermentación.
- c) **La aireación:** El proceso de fermentación-descomposición de la materia orgánica es un proceso que se realiza en la presencia de aire, ya que las bacterias y hongos que la realizan requieren de aire para poder vivir. Esta es la razón por la cual una abonera nunca se debe hacer en un hueco, porque las paredes impiden la aireación y se hace muy difícil darle vuelta.
- d) **Relación carbono nitrógeno:** La relación ideal es de 25 a 30 partes de carbón, por 1 parte de nitrógeno, el carbono representado por los productos de origen vegetal y en nitrógeno por aquellos de origen animal.
- e) **El pH** o la acidez debe oscilar entre 6 y 7.5, ya que los valores extremos inhiben la actividad microbiana.
- f) **Tamaño de las partículas:** Las partículas menores pueden presentar ventaja pues aumenta la superficie para que los micoorganismos actúen. Sin embargo, si es muy pequeño puede compactarse e impedir la presencia de aire en la mezcla.



El abono orgánico tipo “Bocashi”

Este término significa abono fermentado con la participación de microorganismos eficientes del suelo, que ayudan a la transformación de materias primas, en forma de abonos orgánicos.

Este abono posee una serie de características que lo hacen muy bueno para la planta y el suelo:

- El proceso es rápido, entre 6 y 7 días.
- Presenta una buena fertilidad y estimula el crecimiento de las plantas
- Su uso es seguro y es de fácil manejo
- Reproduce gran cantidad de microorganismos benéficos, que incorpora al suelo, a través de su aplicación.
- Requiere de una infraestructura sencilla y económica
- Utiliza materias primas de fácil obtención o que puede obtenerse en la propia finca
- Es versátil, ya que permite modificar su fórmula básica sin mayores problemas

ABONOS SOLIDOS: (Tomado de: Lutheran World Relief, Nicaragua)

Abonera tipo Waslala:

Se está utilizado en los cacaotales en producción del Municipio de Waslala, Nicaragua, las aboneras superficiales, con una mezcla de tierra negra o de abonera, estiércol de vaca, residuos de cáscara de cacao y otros. Veamos como se prepara:

Ingredientes:	• Tierra negra 1 saco
	• Ceniza ¾ de saco
	• Cáscara de cacao:3 sacos
	• Cascara de tallo de guineo: ...3 sacos
	• Estiércol de vaca: 1 saco
	• Jugo fermentado de cacao: 5 lts

Preparación:

- Picar bien fino la cáscara de cacao y el tallo de guineo.
- Mezclar todos los ingredientes humedeciéndolos con agua.
- Regar el jugo de cacao sobre el preparado
- Extender el preparado sobre tierra sólida protegiéndolo del sol y la lluvia. Dejar una altura de era de 50 cm
- Voltear la mezcla cada 3 días y en 20 días estará listo para aplicarlo al campo.
- Bajar la altura de la era, hasta lograr una altura de 20 cm al tercero o cuarto volteo. Se debe realizar un análisis del suelo y el abono para saber cuánta cantidad del abono se debe aplicar por planta. Si no se tiene el análisis es recomendable aplicar en dosis de 2 libras de abono por planta de cacao en el centro de la calle. Realizar esta labor de 2 a 3 veces por año.

Los Biofermentados:

Los microorganismos son los encargados de transformar los materiales orgánicos, como: el estiércol, el suero, la leche, el jugo de caña o de frutas, las pajas y las cenizas en vitaminas y minerales complejos indispensables al metabolismo y perfecto equilibrio de las plantas.

Las sustancias que se originan a partir de la fermentación son muy ricas en energía libre, y al ser absorbidas directamente por las hojas y las raíces tonifican la planta e impiden el desarrollo de enfermedades.

En realidad, el biofertilizante no es nada más que el producto de la fermentación de un sustrato orgánico por medio de la actividad de microorganismos vivos.

Los biofertilizantes tienen las ventajas de ser:

- Fáciles de aprender hacerlos, en corto tiempo y sin complicaciones.
- Fáciles de experimentar y aplicar sobre los cultivos, el suelo y las aboneras.
- Fáciles de explicar su preparación a otras personas por parte del mismo agricultor.
- Fáciles de guardar y usar
- De ser rentables ecológica y económicamente, pues sus materiales generalmente provienen de la propia finca.

Preparación:

Materiales necesarios:

Balde plástico de 20 lt

Un estañón plástico de 200 lt, preferiblemente de colores claros

Un bastón de madera para revolver

Manguera de media pulgada (un metro) con una abrazadera

Un niple de PVC de media pulgada, con acoples a la manguera y abrazaderas

Agua suficiente

Leche o suero

Melaza o jugo de caña

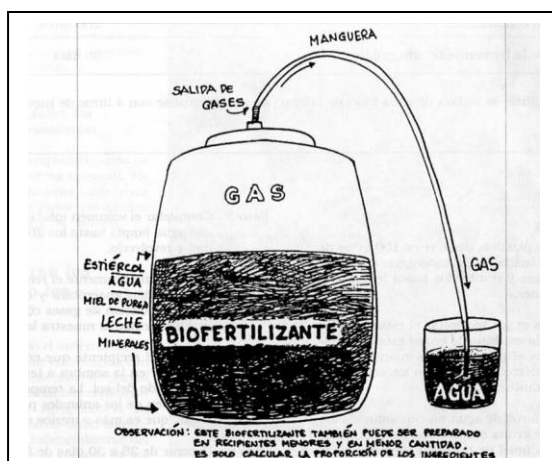
50 Kg de estiércol fresco

15 Kg de manto de bosque fresco

Elementos utilizados comunmente para enriquecer los biofertilizantes

INGREDIENTES	Ingredientes complementarios
Sulfato de zinc	Harina de huesos
Sulfato de magnesio	Harina de pescado
Sulfato de manganeso	Harina de carne
Sulfato de cobre	Restos de pescado molido
Borax	Harina de sangre o de bovino
Sulfato de hierro	Restos de viseras de res molidas
Ceniza	

Detalle del recipiente adecuado a la producción de biofertilizante:



15 lbs de estiércol de vaca fresco
 2 lts de leche cruda (4 lts de suero)
 2 lts de melaza (4lts jugo caña o frutas)
 5 lbs de ceniza cernida
 25 kg de manto de bosque
 1 lb de levadura de pan
 160 lts de agua no clorada

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA EN ESTE CAPITULO:

- FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS. Guía Técnica para el Cultivo del Cacao. Tercera Edición 2008. Colombia. Pg 84 – 91
- ENRIQUEZ, GUSTAVO. Cacao Orgánico: Guia para productores ecuatorianos. INIA, Ecuador. 2004
- LUTHERAN WORLD RELIEF. 2008, Cacao Orgánico: Manual del Cultivo. LWR, CACAONICA, SOPPEXCCA. Nicaragua. Setiembre del 2008. Pag. 8-13
- MEJÍA, LUIS ANTONIO. Nutrición del cacao, relación suelo-planta-agua- En: Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción del Cacao. CORPOICA, Bucaramanga año 2000, pag 33-35
- RESTREPO RIVERA, JAIRO. 2001. Elaboración de Abonos Orgánicos, Fermentados y Biofertilizantes Foliare: experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. IICA, San José, Costa Rica. Julio del 2001. Pag 1-155
- SASAKI, SHOGO; ALVARADO, MARCO y LI KAM, ADINA. 1994. Manual del Curso Básico de Agricultura Orgánica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. Noviembre de 1994. Costa Rica. Pag 1-17

ANEXO 1:**MODELO 1 : Cultivo semestrales – plátano, cacao, Maderables**

Especies a involucrar	Sombrío transitorio		Sombrío permanente
	Plátano	Cacao	Maderas
Material	Hartón o dominico hartón	Clones	Teca (<i>Tectona grandis</i>), Nogal (<i>Cordia alliodora</i>), Acacia (<i>Acacia magna</i>)
Distancia de siembra (m.)	3 x 2 triangulo	3 x 3 triangulo	15 x 3 o 18 x 3 en barreras instaladas siempre con orientación norte sur
Población por (Ha)	1.919	1.100	222 – 185
Horizonte de producción	Cuadro ciclos con ráelos secuéciales	30 años	15 Años

Especies de sombrío transitorio: Utilizar solamente 1.280 plantas por hectárea de plátano. b) Utilizar 50% de plátano y 50% en higuera o papaya, maderonegro, guandul, leucaena, etc. Para plátano, en la población de 1.660 plantas por hectárea, es necesario programar raleos secuéciales a partir del segundo ciclo de acuerdo a los requerimientos de sombra.

MODELO 3: Rastrojos (Tacotal)– cacao – maderables

Especies a involucrar	Sombrío transitorio		Sombrío permanente
	Rastrojos –tacotales	Cacao	Maderables
Material	Especies nativas y varias hierbas de la zona	Clones	Teca (<i>Tectona grandis</i>), Nogal (<i>Cordia alliodora</i>), Acacia (<i>Acacia magna</i>)
Distancia de siembra (m.)		3 x 3 triangulo	15 x 3 o 18 x 3 Barreras instaladas siempre con orientación norte – sur.
Población por (Ha)		1.280	222 – 185
Horizonte de producción		30 Años	15 Años
Cultivo semestral: Restringido			
Especies de sombrío transitorio: Restringido			

Notas: En algunos sitios y dependiendo de la densidad del tacotal y de las necesidades de productos, es viable realizar algunas siembras de plátano, higuera y maderonegro para cubrir espacios vacíos.

MODELO 4: cultivo semestral plátano, cacao, coco

Especies a involucrar	Sombrío transitorio		Sombrío permanente
	Plátano	Cacao	Coco
Material	Hartón	Clones	Variedad común
Distancia de siembra (m.)	3x3x3m triángulo	3x3x3 triangulo	13 x 6 semi barreras
Población por (Ha)	1.280	1.280	128
Horizonte de producción	Cuatro ciclos con raleos secuencia	30 Años	30 Años

Cultivo semestral: Para mejorar el flujo de caja y disminuir costos, durante el proceso de instalación del sistema, se pueden usar cultivos semestrales en espacios no utilizados por el cacao y sombríos, seleccionando el más eficiente y tradicional en cada zona en particular. Estas especies pueden ser fríjol, tomate, soya, ahuyama, melón, etcétera.

ANEXO: 2

PREPARACIÓN DEL ABONO TIPO BOCASHI

Los materiales y su importancia:

Suelo de mantillo de bosque: Se usa como fuente de inóculo de microorganismos nativos del suelo. Funciona como material absorbente de nutrientes, da buena condición física a la mezcla, retiene humedad, aporta arcillas y diversos elementos indispensables.

Semolina de arroz o maíz: Es un material orgánico de muy alta calidad, rico en fósforo orgánico y magnesio. Se pueden usar en vez de la semolina: harina de hueso, harina de pescado, harina de carne, granos molidos.

Carbón vegetal: Ayuda en el mejoramiento de la estructura del suelo, aumentando a su vez la población de ciertos microorganismos eficientes, sirviéndoles de refugio y facilitando la aireación. Reduce la liberación de olores que se pueden generar en el proceso y es fuente de potasio.

Granza de arroz: Por su alto contenido de fibras favorece la aireación, la absorción de humedad y el filtrado de ingredientes en la mezcla la cual es rica en sílice, por lo tanto mejora la tolerancia a las enfermedades y plagas de los cultivos. Se puede usar también el aserrín de maderas blancas, la cascarilla de arroz y de café. Este material se descompone lentamente.

El aserrín: Debe ser de maderas blancas porque las rojas tienen muchos taninos que pueden ser tóxicos en la mezcla. Si no hay aserrines de madera roja, se deben usar aserrines viejos de varios meses a la intemperie, lavados por el agua de las lluvias. Su uso no debe ser en mucha cantidad, porque puede compactar la mezcla.

La gallinaza: Presenta una gran cantidad de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y elementos menores. Su riqueza variará dependiendo del tipo de explotación: para huevos, cría o engorde, del tiempo de permanencia en el suelo y del tipo de alimento que reciben los animales. La experiencia, dice Restrepo, Jairo (), que la experiencia indica que la mejor se origina de la cría de gallinas ponedoras bajo techo. Agrega, que se deben evitar el uso de gallinaza de la cría de pollos de engorde, porque esta puede traer una mayor cantidad de residuos antibióticos, que pueden intervenir en el proceso de fermentación. Se puede sustituir por excrementos de cabras, conejos y otros animales, que se deberían probar antes de usarlos en el Bocashi.

Miel de purga o tapa de dulce: Es importante como fuente de energía para un buen crecimiento de los microorganismos, responsables de la fermentación. Es rico en potasio, magnesio y elementos menores.

Procedimiento para la elaboración del Bocashi:

Debe escogerse un sitio plano techado y sin goteras. Las cantidades y los materiales son incluidos en forma de una “receta” básica, que se puede modificar según las necesidades y la disponibilidad de materiales en la finca. Se incluyen dos propuestas: una del propio ingeniero

que la popularizó en Costa Rica, el Ing Shogo Sasaki y sus colaboradores y otra presentada en la publicación hecha en Nicaragua por la institución: Lutheran World Relief, titulada “Cacao Orgánico, Manual de Cultivo”:

Ing.Shogo Sasaki y sus colaboradores	Lutheran World Relief, Nicaragua
2 sacos de tierra de matillo	1.5 lb levadura pan
1 saco de granza (cascarilla) de arroz o cascarilla de café	5 lb cal agrícola
1 litro de melaza	5 lb semolina
saco de semolina o salvado de arroz	1 qq carbón bien picado
1 saco de gallinaza	1 qq estiércol de res
	1 qq tierra negra
	1 qq cascarilla arroz
	5 lb abono orgánico
	0.5 lt melaza
	Agua lo suficiente.

Según el Ing.Shogo Sasaki y colaboradores la metodología para la elaboración del abono orgánico es como sigue:

Primer día:

- se colocan los materiales en capas, la tercera parte cada vez formando un montículo.
- se agrega agua hasta obtener una humedad del 50%, conforme se van colocando los materiales.
- terminado de colocar los materiales se mezclan tres veces. Si los materiales se observan muy secos se les debe agregar más agua. La humedad se mide por el método del puño, apretando con la mano una muestra del sustrato: debe formar un terrón, pero no salir agua entre los dedos. Si hay exceso se agrega granza.
- se forma un montículo con todo el material y se cubre con sacos o plástico, por un día.

Segundo día:

- se toma la temperatura al montículo. Es muy importante que esta no supere los 50°C
- se observa el crecimiento de mohos y otros microorganismos sobre la superficie del montículo.
- probar la temperatura con la mano, introduciendo un cuchillo en la pila, dejarlo por unos minutos y verificar el calor que emana.

- si la temperatura sube más de los 50°C se debe voltear con una pala, pasando lo que está arriba abajo y lo de abajo arriba. Esta operación se debe repetir por lo menos 2 veces en el día.
- los olores no deben ser fuertes, como a amoníaco, pues esto indica que hay pudriciones por exceso de humedad o de temperatura. En este caso los volteos deben ser más frecuentes. No olvide registrar toda esta información, que será requerida por el inspector para la certificación orgánica.
- después de cada volteo, se extienden los materiales dejándolos a una altura de 30cm. Se vuelve a cubrir bien con sacos, para retener la humedad.

Tercer día:

- se mide la temperatura que debe ser inferior a los 50°C
- se voltean dos veces por día.
- se extiende a una altura de 20cm y se cubre con sacos. Esta altura permite aumentar la aireación y evitar que la temperatura se eleve mucho.

Cuarto día:

- se mide la temperatura que debe ser inferior a los 50°C
- se voltean dos veces por día.
- se extiende a una altura de 15cm y se deja el montículo al descubierto.
- los microorganismos se encuentran presentes de forma homogénea en todo el material. En este momento los materiales comienzan a perder humedad y se forman esporas de hongos y microorganismos que luego serán llevadas al campo. Una alta proliferación de seres vivientes en el abono indican la gran riqueza del material.

Quinto día:

- los materiales se mezclan una vez y se extiende a una altura de 15cm
- se deja al descubierto
- en este momento se observan tonos grises claros.

Sexto día:

- se mezcla otra vez y se extiende a una altura de 15cm y se deja la pila al descubierto.
- se observan cambios importantes en el volumen, en la coloración, en la temperatura, en la textura y en la humedad del material. Pasa a colores grises claros y adquiere la consistencia polvosa y suelta.

Sétimo día:

- compare ahora las características del material; está frío y su olor es a moho.
- el material ya está listo para ser usado como abono
- su temperatura es baja
- si se quiere guardar se debe dejar secar muy bien, pero se debe usar fresco. Almacenarlo en un lugar fresco con buena ventilación.

ANEXO: 3

PREPARACIÓN DE LOS BIOFERMENTADOS LÍQUIDOS,
(Lutheran World Relief, Nicaragua)

Existen desde los más sencillos preparados a base de estiércol de vaca fresco y hojas de madero negro, hasta los súper abonos líquidos preparados a base de estiércol de vaca muy fresco disuelto en agua y enriquecido con leche, melaza, y ceniza.

Biofertilizante foliar sencillo Tipo Waslala:

En un barril plástico con capacidad de 30 galones (120 litros), se mezcla lo siguiente:

- 15 libras de estiércol de vaca bien fresco,
- 15 libras de hojas y tallitos de Madero Negro
- Se remueve 2 veces al día y se fermenta por 8 días.
- Una vez listo, se utiliza 1 litro del compuesto en 19 litros de agua (bomba de 20 litros). Hay que colarlo bien antes de agregarlo a la bomba.

Lo recomendable es utilizar este biofertilizante lo más fresco posible, en todas las etapas del cultivo (vivero, siembra, mantenimiento). **Nunca se debe aplicar durante la etapa de floración del cultivo**, porque puede tener efecto abortivo sobre las flores.

Biofertilizante foliar completo:

Primera Etapa: colocar en un barril de 120 Litros

Ingredientes:	• 15 libras de Estiércol de vaca fresco,
	• 2 litros de Leche cruda,
	• 2 litros de Melaza,
	• 5 Libras de Ceniza bien cernida,
	• 60 Litros de Agua

Segunda Etapa

Ingredientes:	• Leche cruda	2 litros
	• Melaza	2 litros
	• Ceniza bien cernida	5 libras
	• Agua	40 litros

El barril debe ser plástico y de cualquier color menos negro. Este biofertilizante puede ser preparado en recipientes con mayor o menor capacidad, sólo es calcular la proporción de los ingredientes.

Preparación en recipiente cerrado

1er. Paso: En el barril plástico de 120 litros de capacidad, disolver el estiércol y la ceniza en 20 litros de agua. Revolverlos bien hasta obtener una buena mezcla. Hay que recolectar el estiércol bien fresco durante la madrugada en el lugar donde duerme el ganado. Entre menos luz reciba el estiércol, mejores son los resultados del biofertilizante.

2do. Paso: En otra cubeta plástica de 8 litros, disolver los 2 litros de leche y la Melaza. Si no hay leche y melaza, entonces utilizar 4 litros de suero y 4 litros de guarapo o un atado de dulce. Revolverlos bien y agregarlos al barril plástico.

3er. Paso: Mezclar las preparaciones y rellenar el barril con agua limpia, no clorada, dejando un espacio de 4 pulgadas entre el compuesto y la tapadera.

4to. Paso: Tapar herméticamente el recipiente para que de inicio la fermentación. Conectar un extremo de la manguera en una botella con agua para permitir la salida de gases, pero no el ingreso. Es importante bien el orificio y la manguera para que no quede entradas de aire al estañón.

Segunda etapa:

5to. Paso: A los 5 días, abrir de nuevo el barril para agregar a la mezcla lo siguiente: Disolver en una cubeta plástica de 8 litros: 2 litros de leche y 2 litros de Melaza. Si no hay leche y melaza, entonces utilizar 4 litros de suero y 4 litros de jugo de caña o dulce rallado. Agregar al compuesto 5 libras de ceniza. Revolverlos bien y agregarlos al barril plástico. Tapar de nuevo herméticamente el recipiente para que continúe la fermentación.

6to. Paso: El barril que contiene la mezcla, ponerlo a reposar a la sombra a temperatura ambiente, protegido del sol, la lluvia, niños y animales domésticos.

7mo. Paso: Esperar un tiempo de 20 a 30 días o cuando dejen de salir gases por la botella. Abrirlo y verificar su calidad por el olor y el color antes de empezar a usarlo.

Para saber si el biofermentado está en su estado óptimo de uso, el biofertilizante no debe presentar olor a putrefacción (podrido), ni debe ser de color azul violeta. El olor característico es similar al de la fermentación del jugo de caña o de lo contrario habría que botarlo. El color debe ser café amarillento.

DOSIS: En aplicaciones foliares el biofertilizante se debe utilizar al 5% o 10% del volumen de agua, es decir, que en una bomba de atomizar de 20 litros se debe colocar 1 a 2 lt del biofertilizante.

OTRAS FORMAS DE PREPARAR ABONOS Y BIOFERTILIZANTES:

Abonos orgánicos fermentados tipo Bocashi.

Para 18 sacos de abono Bocashi: (IICA: Elaboración Abonos Orgánicos)	Manual Cacao Orgánico Nicaragua (Lutheran WR) 5 quintales de Bocashi
– 6 sacos de tierra (50 kg/saco)	– 1.5 lbs de levadura de pan
– 3 sacos de gallinaza (40 Kg/saco)	– 5 lbs de semolina de arroz
– 3 sacos de cascarilla de arroz o de café (15 kg/saco)	– 1 qq de carbón bien picado
– ½ saco de carbón molido (30kg/sc)	– 1 qq de estiércol de ganado
– ½ saco de semolina o alimento para ganado o pollos de levante, rico en fósforo y magnesio (50kg/sc)	– 1 qq de tierra negra
– 10 kg de roca fosfórica, fuente de fósforo y calcio.	– 1 qq de cascarilla de arroz
– 1 gl de miel de purga (melaza)	– 5 lbs de abono orgánico procesado o “tierra de bosque”
– 250 gr de levadura de pan en polvo.	– Suficiente agua
– 50 galones de agua aproximadamente	