




Un trato
justo con
el campo

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza
en América Central

Con el apoyo de
LA COOPERACIÓN BELGA
AL DESARROLLO



Colección de esquinas técnicas para la mejora productiva del cacao



Diciembre 2016

Diciembre 2016

© VECO Mesoamérica, 2016.

Orozco et al. Colección de esquinas técnicas para la mejora productiva del cacao (2016). 14 Fichas técnicas. Nicaragua, 2016, 56 páginas.

El contenido de este documento es responsabilidad de los autores y no representa la opinión de la Cooperación Suiza en América Central (COSUDE), ni de VECO Mesoamérica.

Autores: Luis Orozco Aguilar y Arlene López Sampson.

Revisión técnica: Melba Navarro y Mauricio Ruiz.

Fotografías ©VECO MA: Marco Vásquez y Pascal Chaput

Diseño: David Guardado.

Más información:

Altamira D´Este, de SINSA Cerámica, 1 cuadra arriba y ½ cuadra al Lago, Casa # 650, Managua, Nicaragua. Teléfonos: (505) 2278-3775, 2278-1358 y 2278-2435. Telefax: 2270-5836. P.O. Box 3709. Página de internet: www.vecoma.org. Correo-e: info@vecoma.org.

Aclaración sobre lenguaje inclusivo

Para VECO Mesoamérica y COSUDE, el uso de un lenguaje no discriminatorio es primordial en la educación sobre la equidad de género, sin embargo, si las reglas del idioma español solamente permiten la mención en género masculino, se asume que esto incluye también al género femenino.

Presentación



Karen Janssens
Representante Regional de
VECO Mesoamérica
www.vecoma.org

El presente documento tiene el objetivo de compartir recomendaciones técnicas sobre el cultivo, acopio, procesamiento y comercialización de cacao en grano, con el fin de mejorar la competitividad del sector cacaotero de Nicaragua. El reciente Foro Centroamericano de Cacao “Excelencia con Sentido Regional”, demostró que tanto el producto, como el mercado, tienen un gran potencial; el primero por su origen genético y proceso de fermentación que realza el sabor del cacao fino o de aroma y, el segundo, por la demanda insatisfecha para este nicho de mercado.

Uno de los pilares de la mejora competitiva del sector cacaotero está muy ligado al desarrollo de capacidades de las personas que cultivan este producto, especialmente de las que siembran en pequeña escala, quienes, de hecho, son la mayoría de la población productiva.

Lograr que las personas que producen cacao se inserten mejor a nichos de mercado está alineado a la misión de VECO, la de crear condiciones adecuadas para que las y los pequeños productores logren jugar un rol en la reducción de la pobreza rural y contribuyan a alimentar de manera sostenible la creciente población mundial y a reducir la presión sobre el planeta.

Esperamos que las personas interesadas pongan en práctica los consejos presentados en esta serie de Esquinas Técnicas.

Atentos saludos,

Índice

Contexto	8
1. Cambiando paradigmas en el cultivo de cacao	10
2. Perfil productivo y de calidad de clones de cacao	13
3. Rehabilitar o renovar: no olvidemos nuestros cacaotales viejos	16
4. Un mapa de sabores del cacao: el próximo paso importante	20
5. Perfil bioquímico y de calidad del cacao de Nicaragua	23
6. El quiebracocos. ¿Cómo se calcula cuánta sombra necesita un cacaotal según su edad?	26
7. Lineamientos generales para la fertilización del cacaotal.	30
8. ¿Cuánto produce una planta de cacao durante su vida?.	34
9. Aptitud productiva del cacao en zonas semi-secas.	36
10. ¿Cómo hacer para estimar la cosecha en la parcela?	39
11. Cacao y cambio climático: efectos potenciales sobre la fisiología y productividad de la planta	43
12. Cacao y contenido de metales pesados	47
13. Balance de agua y requerimientos de riego en cacao	51
14. Conociendo la "raza" del cacao que cultivamos	55
15. Anexo. Respuesta a ejercicio "el quiebracocos".	58
Mensaje final.	61



Colección de
Esquinas Técnicas
para la
**Mejora Competitiva
del Cacao**



El II Foro Centroamericano de Cacao demostró el gran interés de productores, procesadores, comerciantes, gobiernos y organizaciones de desarrollo, por impulsar la competitividad del cacao.

Contexto

Hoy más que nunca el cacao es un cultivo prometedor para el agro nicaragüense. Cuatro razones están detrás de esta afirmación: 1) La demanda mundial del grano aumenta a un ritmo anual del 3%; 2) Los mercados están creciendo (nuevos países consumidores y, mayor consumo per cápita), y diversificándose (nuevos clientes en mercados, nicho, artesanal y de aroma); 3) Se vislumbra un desequilibrio a mediano plazo en la relación oferta-demanda del grano, lo que eventualmente puede propiciar mejora de los precios y mayor competencia por el suministro; 4) La industria chocolatera mundial ha declarado que para el año 2020 toda la materia prima y derivados de cacao deben provenir de plantaciones sostenibles, dando respuesta a las acciones de consumidores de chocolates más conscientes.

Este panorama global ha dinamizado el sector cacaoero del país y ha puesto al cultivo en las agendas del gobierno y de agencias de cooperación y desarrollo bilateral.

Actualmente, el ambiente y dinamismo del sector es favorable. Por ejemplo: 1) En Nicaragua se han creado alianzas público-privadas que promueven negocios competitivos; 2) Hay proyectos de gobierno y de ONG's de mediano plazo (3 a 5 años), que podrían facilitar impactos sostenibles en las fincas; 3) Los foros técnicos anuales se han instituido como espacios de discusión y concertación del gremio. En lo institucional, se ha ganado apoyo del gobierno central con la elaboración del Plan Nacional de Fomento e Industrialización. Asimismo, los actores han dado pasos importantes en el contexto de la institucionalización del sector mediante la creación de la Cámara de Cacao de Nicaragua, y la actualización de las estadísticas del rubro y del gremio.

La empresa privada también ha contribuido al momentum cacaoero del país mediante: el establecimiento de cacaotales a escala comercial; la creación de laboratorios de control de calidad; el fomento de centros de formación técnica formal; la conformación de un Panel Nacional Organoléptico de Sabor; y la búsqueda y apertura de financiamiento para el fomento e industrialización.

El esfuerzo colectivo de los actores durante los últimos cinco años ha dado lugar a mejoras importantes de la calidad general del grano; incrementado el volumen y valor de las exportaciones, y logrado ante la Organización Internacional del Cacao (ICCO), el reconocimiento de Nicaragua como país productor y exportador de cacao fino en un 100%.

En esta colección de notas se abordan varios temas técnicos relevantes para la modernización de la cacaocultura nacional. De manera específica se espera que la información contenida en este documento beneficie a los productores y equipos técnicos para intensificar el cultivo en las fincas, y alcanzar la sostenibilidad y competitividad del cacao.



01

**Cambiando
paradigmas
en el cultivo de cacao**



La formación de personas de las localidades en técnicas de injerto ha generado no sólo mejoras productivas, sino también una nueva fuente de empleo rural.

Para que los productores de cacao mejoren sus ingresos económicos, deben apuntar a producir al menos de 16 a 20 quintales de cacao seco por manzana por año. Para lograr esto, es necesario hacer cambios básicos, pero importantes, tanto en el diseño como en el manejo de las plantaciones.

Tres aspectos técnicos para iniciar el camino a la tecnificación del cultivo son:

1. Sembrar sólo cacao injertado. Se recomienda usar yemas de los clones más productivos y tolerantes a enfermedades, ya sea de reconocidos centros experimentales, o de los árboles con mejor desempeño en las fincas.

Debemos lograr que de cada 100 árboles de cacao que tenemos en la parcela, al menos 70, si no los 100, produzcan bastante y se enfermen menos. Lo ideal es que nuestros injertos rindan al menos 2.2 libras de cacao seco por año (1 kilogramo).

2. Aumentar la densidad de siembra de los cacaotales.

Típicamente, los cacaotales de semilla del país están plantados a 4 x 4 varas, es decir 625 plantas por manzana. La densidad mínima recomendada para establecer cacaotales diversificados es de 800 plantas por manzana (3.5 x 3.5 varas).

Asumiendo que ponemos en práctica el consejo técnico #1 y que cada árbol de la parcela rinde 2 libras de cacao seco, el rendimiento esperado de la manzana sería de 1.600 lb/Mz/año (16 qq/Mz/año), multiplicado por el precio del grano (dependiendo de la calidad, sellos y mercado), los ingresos serían más altos.

3. Manejo agronómico y cultural. Para lograr altos rendimientos es necesario brindar atención técnica oportuna al cultivo, realizando control de malezas, fertilización regular, manejo de podas, regulación de sombra y control de plagas y enfermedades.

4. Los mensajes finales aquí son: a nivel del sector debemos transitar de un estado de reactivación del rubro a una etapa de intensificación de la cacaocultura. A nivel de finca, debemos pasar de “cosechadores” a “cultivadores de cacao”.



02

Perfil productivo y de
**calidad de clones
de cacao
en Nicaragua**



En general, los rendimientos promedios de cacao son bajos debido a su baja tecnificación.

La industria chocolatera mundial ha anunciado que para el año 2020, todo el cacao requerido debe proceder de cacaotales bajo certificación sostenible, la cual establece un rendimiento mínimo aceptable de 400 kg/Ha.

Muchos cacaotales de Nicaragua tienen una productividad por debajo de este valor mínimo y, por tanto, se requieren cambios tecnológicos en las fincas para no quedar fuera de este mercado. A continuación se presenta una lista de materiales con modesto perfil productivo y de calidad que pueden guiar el fomento de cacaotales en el país.

Tabla 1. Perfil productivo y de calidad de varios clones de cacao (Fuente: INTA, 2010)

Clones	Origen	Rendimiento (kg/Ha/año)	Monilia	Mazorca negra	Grasa (%)	Acidez	Astringencia	Amargor
UF-676	Costa Rica	900-1200	S	S	49	Bajo	Muy bajo	Bajo
UF-667	Costa Rica	800-1000	S	MS	45	Alto	Alto	Medio
EET-400	Ecuador	700-1200	S	S	49	Bajo	Bajo	Medio
EET-399	Ecuador	800-1100	MS	S	47	Bajo	Bajo	Medio
EET-162	Ecuador	800-1100	S	MS	47	Bajo	Bajo	Medio
IMC-67	Perú	800-950	MS	MS	48	Medio	Bajo	Medio
ICS-6	T. y Tobago	800-950	MS	S	54	Bajo	Bajo	Bajo
EET-62	Ecuador	750-1250	S	MS	51	Medio	Bajo	Muy bajo
TSH-565	T. y Tobago	1000-1500	MS	MS	NA	Medio	Medio	Bajo
SPA-9	Perú	600-950	S	MS	59	Medio	Bajo	Medio
UF-296	Costa Rica	750-950	MS	MS	46	Bajo	Bajo	Medio
UF-221	Costa Rica	900-1150	MS	MS	NA	Medio	Medio	Medio
UF-613	Costa Rica	650-950	MS	MS	50	Medio	Medio	Alto
UF-668	Costa Rica	850-1100	S	MS	59	Medio	Medio	Medio
EET-95	Ecuador	900-1250	S	MS	50	Medio	Bajo	Medio

Notas:

S = susceptible;

MS = moderadamente susceptible;

ND = no disponible.

Rendimiento basado en una densidad de 1.111 plantas/Ha, fertilización comercial de 2 kg/plant/año y dos podas anuales.

El uso de material genético de alto rendimiento, como son estos clones y los seis clones propuestos por el CATIE, requerirá de mucha capacitación a técnicos y productores en temas como: manejo de densidades de siembra, diseño de sombra y fertilización del cacao.

Basado en: INTA (2010). Guía Tecnológica del Cultivo del Cacao (Theobroma cacao L.). Edición No. 4. Diciembre de 2009. 37 p. Descargada de: Fuentes de información INTA (www.inta.gob.ni).



03

Rehabilitar o renovar:

**no olvidemos
nuestros cacaotales
viejos**



La renovación de fincas de cacao incrementa significativamente los rendimientos.

Se estima que el 35% de la superficie cultivada al 2012, (3.860 Ha de las 11,027 Ha), está en edad avanzada (25 a 30 años), y es probable que su productividad ya no sea sostenible ni competitiva. En otras palabras, los actores del sector cacao deben trabajar en dos frentes: fomentar nuevas plantaciones tecnificadas, y a la vez, renovar y/o rehabilitar las plantaciones viejas para recuperar su productividad.

Primero, dos conceptos básicos

Rehabilitar. La rehabilitación es la regeneración del árbol de cacao mediante podas que pueden ser parciales o totales, dependiendo del estado del árbol.

La rehabilitación de cacaotales se hace en aquellas plantaciones que han sufrido una baja en su producción, por: enfermedades; ataque de plagas; abandono; uso de materiales genéticos improductivos y susceptibles; baja fertilidad del suelo; mal manejo de la arquitectura de la planta; o deterioro del dosel de sombra.

Un diagnóstico rápido de las condiciones generales de una plantación puede orientar el tipo de rehabilitación necesaria. Si las condiciones de la plantación son graves, o los costos para su rehabilitación muy altos, es mejor pensar en una renovación del cacaotal.

Renovar. Es la eliminación total del cacaotal existente y el establecimiento de uno nuevo, con material genético mejorado, en el mismo sitio, aprovechando generalmente la sombra predominante.

No hay una receta técnica que se aplique de forma universal en la evaluación del estado productivo y sanitario de los cacaotales. Sin embargo, se pueden usar indicadores técnicos como edad, rendimiento y densidad de siembra del cacaotal para guiar el curso de la intervención. Las variables a evaluar son:

- ◆ Cacaotales mayores y menores a 30 años.
- ◆ Cacaotales con más o menos 800 plantas/Ha (625 plantas/Mz).
- ◆ Cacaotales que producen más o menos 500 kg/Ha/año (8 qq/Mz/año).

El cumplimiento de las tres condiciones arriba citadas puede ayudar a tomar la decisión más sensata sobre renovar y/o rehabilitar la plantación. Los productores y equipos técnicos que trabajan en las zonas pioneras de producción de cacao de Centro América, tienen la tarea de evaluar el estado actual de los cacaotales.

La figura abajo puede ser una guía para la evaluación en el campo y un norte para ajustar los niveles críticos de cada variable a cada localidad.

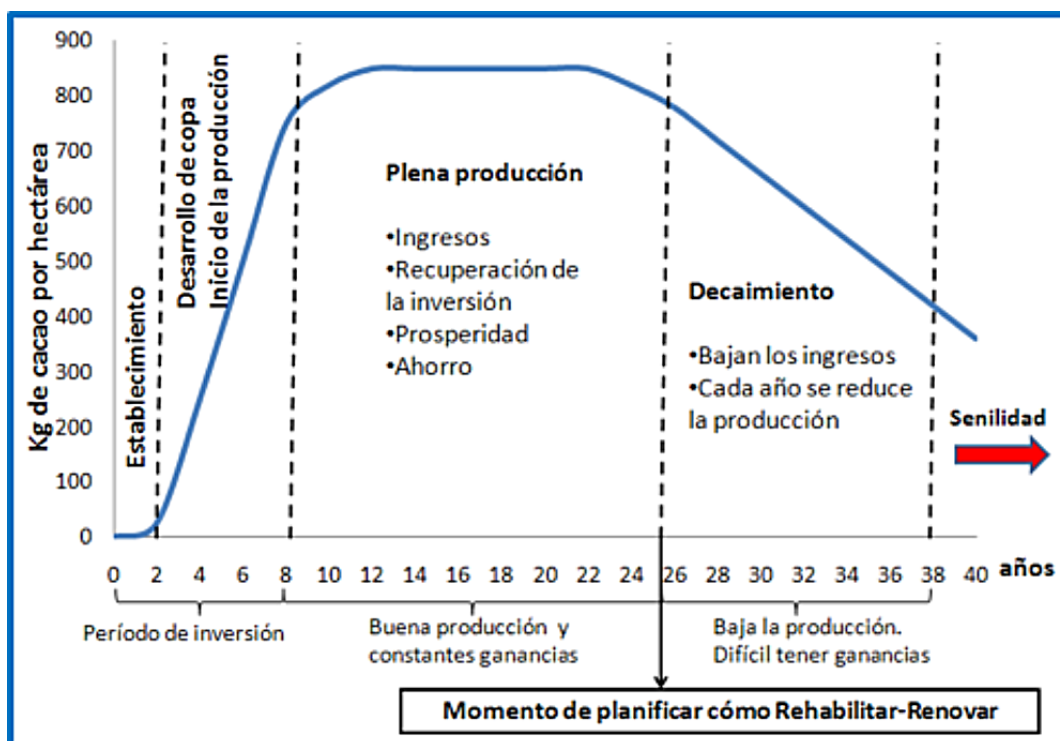


Figura 1. Modelo hipotético de la evolución de la productividad del cacao según la edad.

Basado en: Somarriba, E. 2013. *Oferta mundial de tecnologías disponibles para elevar la sostenibilidad y competitividad del cacao en Centroamérica. Informe final de consultoría USAID-CAC-RUTA-UNOPS. 35 p.*



04

**Un Mapa
de Sabores
del Cacao:**

el próximo paso importante



Durante el crecimiento de la mazorca, el cacao va absorbiendo los aromas del ambiente en el cual se desarrolla.

El sabor y aroma del cacao son atributos que definen el valor y la identidad comercial del grano. La tendencia mundial muestra que los consumidores de chocolate demandan cada vez más productos elaborados con cacao de un único origen (single origin), desplazando a los chocolates elaborados con mezclas de cacao de diferentes regiones (blend). Por tanto, resulta relevante determinar los sabores y aromas que caracterizan el cacao en una región, como estrategia de diferenciación comercial.

La caracterización organoléptica del cacao consiste en una descripción de la secuencia de sabores y aromas que resaltan al degustar una muestra de licor de cacao y, que al compararlos con otros sabores de referencia, permiten al catador y/o consumidor disfrutar de la gama de sabores y olores contenidos en una barra o bombón de chocolate.

Cada catador tiene una forma de representar esta secuencia de sabores, ya sea mediante: 1) evaluaciones descriptivas, 2) diagramas de perfiles organolépticos y, 3) mapa y/o rueda de sabores.

Los sabores básicos que determinan la calidad del grano son: acidez, astringencia y amargor. En tanto, los sabores específicos que se identifican en la catación de licor de cacao son: frutal, floral, notas cítricas, madera, etc. A la fecha, en el país se han desarrollado varios eventos de catación de grano, licor y chocolate. Sin embargo, se desconocen los perfiles de sabor del cacao por núcleo productivo o región geográfica.

El cacao del país debe seguir la misma ruta de especialización que el café, y por tanto; el próximo paso en este sentido es la elaboración de un mapa y/o rueda de sabores del cacao nicaragüense.

Tal acción requiere del esfuerzo colectivo de organizaciones de productores, agencias de cooperación, empresas compradoras, catadores, chocolaterías y, en particular, del respaldo e involucramiento del gobierno. El resultado final será una mayor competitividad del rubro.



Figura 2. Mapa de sabores del cacao de Ecuador. Modelo sugerido para el país. (Fuente: ANECACAO, 2013-www.anecacao.com).



05

Perfil bioquímico y de
**calidad del cacao
de Nicaragua**



Los cacaos finos de aroma se pueden distinguir por el color claro al momento de partir una semilla cruda, asimismo, por el sabor dulce de la pulpa que la rodea.

Existe una creciente demanda mundial por cacaos de buena calidad, sobre todo, asociados a sellos u orígenes geográficos o genéticos distintivos. Las compañías chocolateras aplican diferentes estándares de evaluación de calidad que van desde los pre-concebidos: el cacao ideal es el que se asemeja al que la compañía actualmente procesa; hasta los innovadores, que buscan identificar tipos nuevos de cacao para ampliar la oferta de chocolates diferenciados. Ante este escenario, resulta importante preguntarnos, ¿qué sabemos de la calidad del cacao de Nicaragua? Con base en estudios científicos a la fecha, trataremos de responder a esta pregunta en esta nota.

- ▮ La base genética del cacao de Nicaragua es “Trinitaria”, la cual, si se beneficia correctamente, produce un grano de calidad tipificado como fino de aroma (Trognitz et al., 2011)¹. La relación teobromina-cafeína (T/C) es un indicador de calidad del cacao. El T/C es mayor en criollos, seguido por los trinitarios y finalmente los forasteros.

¹ Trognitz et al. 2011. Genetic population structure of cacao planting within a young production area in Nicaragua. *PLoS One* 6: 1-13.

- ▶ La mayoría (68 de 100 árboles) de las muestras de cacao de Waslala (W), y Rancho Grande (RG), mostraron valores de T/C de entre 2 y 5, típicos de los trinitarios. Pocos árboles tuvieron un T/C \gt 5 y contenido de cafeína \lt 0.25%, típico del grupo forastero.
- ▶ Aunque muchas muestras de cacao presentaron altos niveles de cafeína (0.4-0.5%), ninguna muestra obtuvo el valor T/C de 1-2, característico de los cacaos criollos.
- ▶ El contenido de grasa es visto por la industria chocolatera como un agente “multiplicador” del sabor del cacao en la boca. La industria prefiere granos con un contenido de grasa alto (55%-65%). El cacao de W y RG tiene un valor medio de grasa de 57.5 %, con rango entre 56.9% a 60.2% (Trognitz et al., 2013)².
- ▶ El aroma y la variedad de sabores son determinantes de la calidad del grano. En Waslala y Rancho Grande, la mayoría de los árboles producen un grano con una aceptable calificación global de sabor. Se destaca un pronunciado sabor a cacao y chocolate, y resalta la presencia de notas especiales como floral, miel, cítricas y frutales. Hay pocas notas maderables.
- ▶ Los polifenoles y antioxidantes en el cacao son beneficiosos para la salud humana. El valor promedio de polifenoles libres y solubles (141 μ g/ml), encontrado en el grano de cacao es 6 veces mayor al contenido registrado en muestras comerciales de chocolate (24 μ g/ml).³ Asimismo, en Río San Juan se identificaron árboles con valores superiores.
- ▶ La prueba DPPH (Modelos de Ensayo de Actividad Antioxidante Basado en la Transferencia de Electrones) arrojó un resultado de 74%; se analizaron 24 muestras de cacao trinitario de tres regiones del país. Valor superior al reportado para Malasia, Ghana y Costa de Marfil (67.7-71%).
- ▶ La mayoría de fincas y proyectos cacaoteros en Nicaragua utilizan semillas como material de siembra, lo que deriva en una generalizada segregación de los atributos de calidad de cacao. La falta de una clara identificación de los perfiles de calidad y sabores de los materiales plantados por región, puede limitar el acceso del país a mercados especiales.

2 Trognitz et al. 2013. Diversity of cacao trees in Waslala, Nicaragua: Associations between genotypes spectra, Product quality and Yield potential. PloSOne, 8: 1-13.

3 Negaresh, S. Marín, I. 2013. El cacao y la salud humana: propiedades antioxidantes del cacao nicaragüense y productos alimenticios comercializados. Agroforestería en las Américas 49:93-98.



06

El quiebracocos

¿Cómo se calcula,
cuánta sombra necesita
un cacaotal según su edad?



Un exceso de sombra puede causar ambientes propicios para el crecimiento de hongos dañinos, por lo cual, es importante mantener el óptimo nivel de sombra de acuerdo a la edad.

Los expertos agroforestales expresan en forma porcentual la cantidad de sombra que debe tener el cacao en las distintas etapas de su vida (Tabla 2). Cuando se dice mantener el cacao con 40% de sombra, significa que del total de la superficie de la parcela, digamos 1 Ha (10.000 m²), al menos, 4.000 m² tienen que estar cubiertos con sombra de árboles.

Para calcular este porcentaje se delimita 1 Ha típica de plantación (100 x 100 m) y se toman en cuenta tres cosas: el número de árboles de sombra en esa hectárea; el diámetro de copa de cada árbol, y la densidad de copa de cada uno. Una manera más práctica de hacer la medición –aunque un poco menos exacta- es trabajar con un “árbol promedio”, que tenga un diámetro y una densidad de follaje promedio –tomado “al ojo”- de los árboles de 1 Ha.

Veamos un ejemplo de cómo se calcula el porcentaje de sombra de un cacaotal

Supongamos que hemos delimitado 1 Ha típica de un cacaotal de 10 años de edad y hemos encontrado 120 árboles de sombra, con copas cuyo diámetro promedio es de 8 m y cuya densidad de follaje promedio es de 70%. La tarea aquí es: decir si la cantidad de sombra está por encima, o por debajo de lo recomendado en la tabla y, ¿qué hacer?

Respuesta. Si proyectamos verticalmente la copa de cada árbol sobre el suelo, obtenemos una sombra circular de 8 m de diámetro y 4 m de radio. El área de esta sombra circular se calcula multiplicando 3.14 (π) por el cuadrado del radio (16), lo cual nos da 50.24 m². Multiplicando esta cantidad por el número de árboles obtenemos $120 \times 50.24 = 6.028.80$ m². Ahora comparamos esta área con el área de la parcela muestreada, que es 1 Ha, haciendo la división: $6.028.80 / 10.000 = 0.6$, que expresado en porcentaje representa el 60% de sombra ($0.6 \times 100 = 60\%$).

Pero aún no hemos tomado en cuenta la densidad promedio del follaje. Un 70% de densidad de follaje significa que el 70% de los rayos de luz que inciden sobre la copa son bloqueados y que el restante 30% pasa a través de la misma. Multiplicando ambos porcentajes 60% y 70% y dividiendo entre 100 obtenemos: $60 \times 70 / 100 = 42\%$, que representa el porcentaje de sombra en el cacaotal.

Según la tabla, a partir del año 8, el porcentaje de sombra debe ser del 30%. Puesto que 42% está por encima de esta cantidad, se concluye que hay que ralea, o podar la sombra, o hacer ambas cosas. Ahora viene la tarea para los equipos técnicos.

Quiebracocos. En 1 Ha de terreno hay un cacaotal de 4 años de edad y en él hay 90 árboles de sombra, cuyas copas tienen un diámetro promedio de 10 m y una densidad de follaje promedio de 50%. ¿Cuál es el porcentaje de sombra que hay en este cacaotal? Indicar si el porcentaje de sombra está por encima o por debajo de lo recomendado en la tabla y elaborar una recomendación técnica de manejo del sitio. Ver el cálculo correcto en el Anexo.

Basado en: Somarriba (2002). Estimación visual de la sombra en cacaotales y cafetales. Agroforestería en las Américas. 9 (35-36): 86-94.

Tabla 2. Porcentaje de sombra recomendado para cacao según la edad de la plantación

Edad del cacao	Porcentaje de sombra
Año 1	70%
Año 2	60%
Año 3	50%
Año 4	50%
Año 5	40%
Año 6	40%
Año 7	40%
Año 8	30-40%
A partir del año 9	30-35%

07

Lineamientos generales
para la
**fertilización
del cacaotal**

La fertilización, o la ausencia de ella, afectan el crecimiento y desarrollo de la planta y tiene efectos directos sobre la salud y productividad del cacaotal. Las preguntas clave en este tema son: 1) ¿Cuáles nutrientes y en qué cantidades debo aplicar al suelo para lograr un “buen” rendimiento?, 2) ¿Cuál es el mejor momento durante el año para fertilizar?, y, 3) ¿Qué tipo de fertilizante es mejor? ¿El orgánico o el químico? ¿En cuáles dosis? Trataremos de guiar las respuestas a continuación.

Respuesta 1. Un efectivo plan de fertilización parte de un análisis de suelos para caracterizar la disponibilidad de nutrientes. Resultados de investigaciones del CATIE sugieren que los cacaotales con sombra (maderables, frutales, palmas y bananos), de la región, tienen suelos con bastante materia orgánica, buena estructura y abundante vida (Tabla 3). En general, hay problemas de acidez y bajo contenido de algunos nutrientes como fósforo y calcio, que deben ser atendidos con fertilización.

Tabla 3. Propiedades químicas de suelos cacaoteros en Centro América

Propiedades	C.R	Guate Av	Guate CS	Hond.	Nic.	Pan.	Óptimo
pH	5,4	6,0	6,3	5,5	6,0	5,1	6 a 7
% materia orgánica	5,9	5,9	7,7	3,4	5,4	5,1	5
% nitrógeno	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2
Fósforo (mg/kg)	3,7	3,7	4,0	6,0	4,6	2,8	10 a 20
Potasio (cmol(+)/kg)	0,3	0,4	0,9	0,2	0,5	0,4	0,3 a 0,6
Calcio (cmol(+)/kg)	10,8	19,1	8,7	7,2	10,1	10,6	4 a 20
Magnesio (cmol(+)/kg)	4,1	5,4	1,9	2,4	3,4	5,5	1 a 5
Zinc (mg/kg)	4,2	3,9	4,5	1,1	4,2	3,6	2 a 10
Hierro (mg/kg)	159,4	73,0	89,9	113,4	131,8	135,9	10 - 100

Respuesta 2. Es importante notar que los requerimientos nutricionales del cacao varían con la edad y la etapa fenológica de la planta. Si el cacao está en edad productiva, la fertilización debe estar orientada a la reposición de los nutrientes que salen con la cosecha.



El uso de biofertilizantes ayuda a proveer micronutrientes esenciales para el cacao y son fáciles de elaborar.

En general, el cultivo de cacao requiere entre 300 y 600 gr/árbol/año de fertilizantes completos en la etapa productiva.

Experiencias en Honduras muestran el uso de 60N-30P-60K para lograr rendimientos de 1.000 Kg/Ha/año. En suelos de baja fertilidad en Centroamérica se realizan aplicaciones de hasta 120N, 60P, 150K 150S, 340 Ca y 15 Mg Kg/Ha.

Con el inicio de las lluvias, las plantas de cacao producen la mayoría de las raíces finas (por donde absorben agua y nutrientes); por tanto, la combinación oportuna de una poda y regulación de sombra más una fertilización a tiempo, son claves para maximizar la asimilación de nutrientes.

Respuesta 3. La siembra de árboles leguminosos y la incorporación de las mazorcas de cacao no son suficientes para sostener un balance positivo de nutrientes en el suelo. Asimismo, la elaboración y aplicación de pequeñas dosis de abonos y fermentos foliares orgánicos no se corresponden con los niveles de rendimientos esperados. Por ejemplo, se requiere producir y aplicar ≥ 5.000 Kg/Ha/año de compost (unos 4.5 Kg/planta/año), para satisfacer las demandas de nutrientes de una plantación con rendimientos esperados de 1.000 Kg/Ha/año de grano seco.

A pesar de lo anterior, un programa de fertilización debe estar basado en resultados de análisis de suelos y del conocimiento de su uso previo. Asimismo, el control de malezas, poda y regulación de sombra son actividades clave para elevar y sostener los rendimientos de cacao.

Basado en: Dubón, A. 2012. Manual de producción de cacao. FHIA, La Lima, Cortés, HON. 108 p.

08

**¿Cuánto produce
una planta de cacao
durante su vida?**

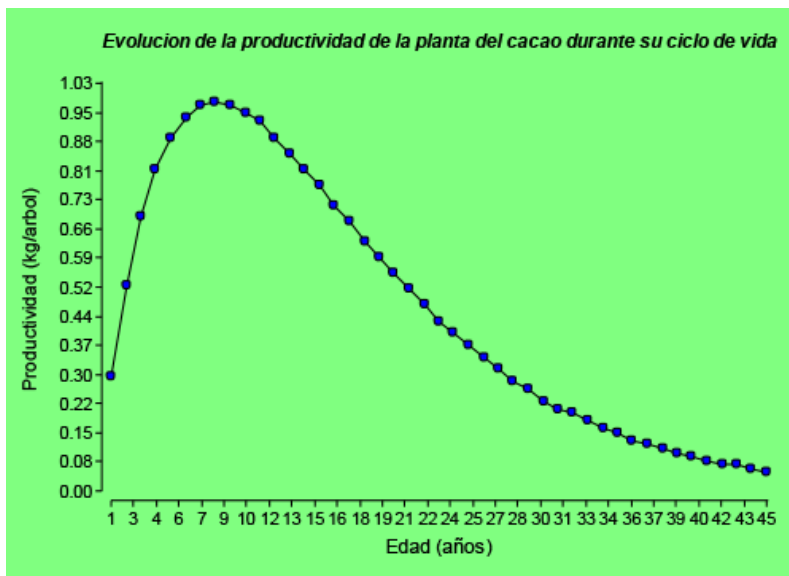
El ciclo de vida biológica del cacao dura más de cien años; sin embargo, su vida económica normalmente no pasa de 40. No existe una curva rendimiento-edad del cacao que se aplique a todas las regiones cacaoteras del mundo. La forma particular de la curva de rendimiento vs. edad de un cacaotal depende de la calidad del sitio (suelo, clima y biología local), germoplasma, manejo y contextos socioeconómicos, como las fluctuaciones de precios.

A pesar de esta variabilidad, es posible trazar una curva de la evolución general del rendimiento de la planta de cacao con la edad: la producción de frutos se inicia entre los 2 y 4 años, el rendimiento por planta aumenta cada año hasta los 8 o 10, se estabiliza entre los 11 y 15 y se mantiene así (en promedio) desde los 16 hasta los 30 o 35 años. El rendimiento declina moderadamente entre los 36 y 45 años y luego lo hace rápidamente entre los 46 a 60 años de edad. A continuación se presenta un modelo sencillo para proyectar la productividad del cacao por planta.

$$P = e^{(-1.1 + \ln(A) - 0.125A)}$$

Donde: P = productividad (Kg/planta),
e = logaritmo natural de base e,
A = edad en años.

El modelo descrito puede ser "corrido" en una hoja de Excel y tiene gran utilidad para aquéllos que desean estimar el rendimiento de cacao bajo diferentes arreglos (cuadros o tres bolillos), y distintas densidades de siembra (600, 800 o 1,000 plantas/Ha). Este modelo, combinado con información de costos y precios; proporciona una idea robusta del desempeño financiero de cualquier inversión y/o proyecto a nivel de finca y/o empresa. Así que a ponerlo en práctica.



El modelo para proyectar la productividad puede descargarse en Excel en el siguiente enlace: <https://goo.gl/bmblag>.

Basado en: de Almeida, A; Valle, R. 2007. Ecophysiology of the cacao tree. Brazilian Journal of Plant Physiology. 19 (6): 425-48.



09

**Aptitud
productiva
del cacao**

en zonas semi-secas



Los largos períodos lluviosos de la zona atlántica, provocan mayor proliferación de enfermedades como la Monilia.

Indudablemente, el factor climático más limitante para cultivar cacao es la lluvia. El escenario ideal es un sitio con 1.500 a 1.700 mm de lluvia bien distribuidos durante el año, con un período seco marcado de 2 a 3 meses. De hecho, países como Ghana y Costa de Marfil (59% de la producción mundial), se benefician de esta ventaja comparativa; sin embargo, este “escenario climático ideal” es prácticamente inexistente en el Atlántico donde hoy se cultiva el cacao del país. El “exceso de lluvia” obliga a los productores a invertir más tiempo y recursos en el manejo fitosanitario del cultivo.

La ventaja de cultivar cacao en zonas de trópico húmedo (precipitación ≥ 1.700 mm/año), es que se estimula la floración de la planta a lo largo del año, la fructificación es más estable y, consecuentemente, su cosecha. Sin embargo, al existir mazorcas durante todo año, la fuente de inóculo y el ambiente (calor y humedad), son ideales para la proliferación de la monilia y mazorca negra.

Por otro lado, cultivar cacao en zona semi-seca, con un periodo seco bien marcado, ayuda a crear una barrera “climática” que frena el ciclo de vida de los hongos, evitando que lleguen a las etapas de esporulación e infestación en la plantación.

La clave para seleccionar el sitio con el clima más benéfico para cultivar cacao, radica en el estudio de dos factores críticos como son: el acumulado de lluvia y su patrón de ocurrencia. Es decir, hay que saber cuánta lluvia cae en un sitio y la manera en que esa lluvia cae a lo largo del año. Aquí se propone calcular el Grado de Humedad (GH), de los meses secos como indicador de aptitud productiva del sitio para cultivar cacao en zonas semi-secas de Nicaragua. La fórmula del GH es:

$$\text{GH} = \frac{\text{Lluvia acumulada del mes (pulgadas)} \times \# \text{ días de lluvia en el mes}}{10}$$

Es esencial que el GH para un sitio dado sea igual o mayor a 10 unidades. La tarea de los equipos técnicos y universidades es calcular el GH para sitios en la costa Pacífica y crear una zonificación agroecológica del cultivo. Hipotéticamente, Cárdenas y la Isla de Ometepe, en Rivas, son sitios viables para cultivar cacao.

Basado en: Thomas, A.S. 1932. The dry season in the Gold Coast and its relation to the cultivation of cacao. Journal of Ecology. 20 (1): 263-269.



10

¿Cómo hacer para estimar
**la cosecha en la
parcela?**



Típica escena de una cosecha de cacao en Nicaragua.

La pregunta más importante que cada año se hacen los productores y productoras de cacao de Nicaragua es: ¿cuánto cacao cosecharé este año? La respuesta “correcta” a esta “incógnita” es de vital importancia dado que es la base para que las familias productoras puedan tomar decisiones, ya sea sobre la inversión en el cultivo, o bien en la satisfacción de las necesidades básicas. En este corto artículo queremos compartir con nuestros lectores información crucial sobre la estimación de cosecha en cacao y, sobre todo, los pasos del “cómo hacerlo” en la finca.

Para responder con más certeza a esta pregunta, es necesario saber que el rendimiento de grano seco de cacao por hectárea está determinado por el número y peso del grano por mazorca, el número de mazorcas por árbol, y el número de árboles por hectárea. A continuación vamos a describir el método más común para estimar cosecha a nivel de finca.

Un método muy usado para estimar cosecha es la aplicación del Índice de Mazorca (IM), como factor para convertir el número de mazorcas cosechadas a volumen de grano seco. El IM es el número de mazorcas que se necesitan para obtener 1 kilogramo de cacao seco, es decir, 2.2 libras de cacao seco.

Veamos un ejemplo de estimación del IM

En aquellas zonas de cultivo donde se registra un “pico” de cosecha durante el año, la producción potencial de la finca se estima contando las mazorcas recolectadas en la finca y se divide por el IM. En zonas donde se presentan dos picos de cosechas, se recomienda hacer el cálculo para cada época. Es importante resaltar que la aplicación de este método depende de la correcta estimación del IM en la finca, o zona de cultivo, puesto que varía mucho según el genotipo de cacao y el ciclo de la cosecha.

Es preferible tener un IM bajo, es decir, que con pocas mazorcas se pueda obtener 1 kg de cacao seco. Investigaciones del CATIE y FHIA indican que el IM para los cacaotales de Centroamérica es de 22 a 24. Sin embargo, la estimación del IM por zona de cultivo es un tema pendiente de los equipos técnicos y universidades en cada país.

Ahora veamos dos métodos para estimar cosecha de cacao actual y futura.

Cosecha actual. Primero, cuente todas las mazorcas dentro de una fila o parcela dentro del cacaotal que tengan más o menos 14 centímetros de largo (estas mazorcas ya superaron un problema común en cacao conocido como cherele wills, o marchitez prematura –abortos-) antes de comenzar la cosecha principal (septiembre para Nicaragua y Honduras), y antes de la cosecha secundaria (mayo para Nicaragua y Honduras). Segundo, divida el número total de mazorcas por el IM 22 y el resultado será la cosecha de cada fila o parcela de muestreo. El dato resultante se multiplica por la cantidad de filas o parcelas que hay en la plantación y obtendremos el resultado por ciclo.

Cosecha futura. Primero, clasifique el cuaje, o carga de mazorcas por árbol en una fila de cacao, o parcela de muestreo (digamos 1.000 m², o bien 20 x 50 m al centro del cacaotal), antes de la cosecha principal, según la escala siguiente: 1: árbol sin mazorcas, 2: árbol con 10 a 20, 3: árbol con 20 y 30, 4: árbol con 30 a 40 y 5: árbol con más de 40.



Flor de cacao.

Segundo, multiplique el número de árboles dentro de la fila, o dentro de la parcela de muestreo, por la respectiva calificación asignada (1 a 5). Este paso le dirá el número de mazorcas que podría cosechar de esa fila, o parcela. Luego, este total de mazorcas lo divide por el IM 22 y esta operación le dirá cuál será la cosecha futura de su parcela.

Hay que recordar que la escala de calificación tiene rangos de cuaje, por ejemplo, la calificación 2 corresponde a un árbol con 10 a 30 mazorcas. Esto quiere decir que el resultado de multiplicación de rango de mazorcas cargadas por el IM dará igualmente un rango en la proyección de la cosecha de la fila, o parcela de muestreo.

Finalmente, hay que resaltar que ambos métodos dan buenas estimaciones de cosecha con variaciones entre picos de cosechas y entre años de estudios. La clave es la aplicación constante. Los invito a poner en práctica estos métodos en las fincas.

Basado en: Tahi, G.M; Goran, J.A.K; Souningo, O; Lachenaud, P; Eskes, A.B. 2007. Efficacy of Simplified Methods to Assess Pod Production in Cocoa Breeding Trials. Newsletter 11: 7-11.

11

Cacao y cambio climático:

**efectos potenciales
sobre la fisiología
y productividad
de la planta**

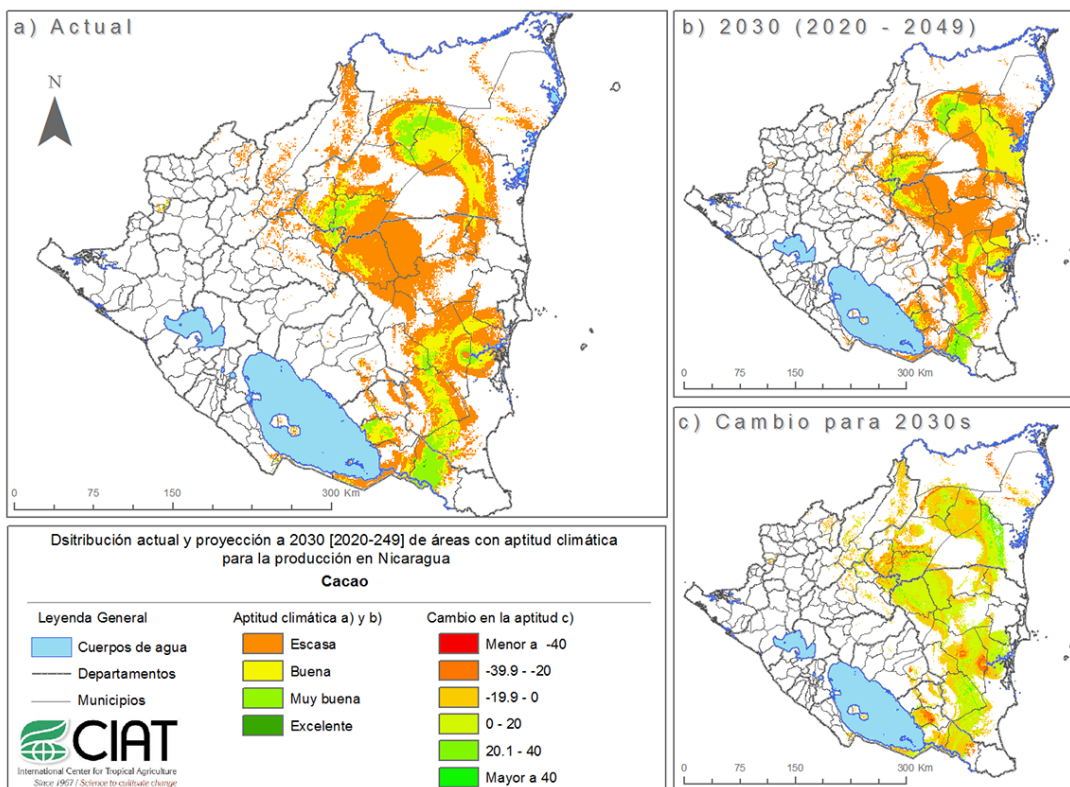


Figura 3: Cambios en la aptitud climática de las áreas de cacao en Nicaragua para 2050. Fuente: Banco Mundial; CIAT. 2015. Agricultura climáticamente inteligente en Nicaragua. Serie de perfiles nacionales de agricultura climáticamente inteligente para África, Asia y América Latina y el Caribe. Washington D.C.: Grupo del Banco Mundial.

El escenario climático para Nicaragua en el 2050, pronostica un aumento en la temperatura de 2.2°C y una disminución de 100 mm de lluvia anuales (Figura 3). Ante este panorama, es posible afirmar que el cultivo de cacao en Nicaragua corre un riesgo inminente si no se toman medidas oportunas para la adaptación y mitigación al cambio climático. En esta nota exploraremos, con base científica, los potenciales efectos de los escenarios climáticos sobre el crecimiento y desarrollo del cacao, y discutiremos tres medidas técnicas a poner en práctica con el fin de ayudar al sector a ser más resiliente y competitivo.

Indudablemente, las alteraciones en el clima tendrán efectos sobre el “equilibrio del ecosistema” y la sanidad de la planta de cacao; entre ellos: se pueden alterar las fases y tasas de desarrollo de las enfermedades y plagas que afectan al cultivo. El patrón de ocurrencia de la lluvia puede: acelerar la evolución y reducir los períodos de incubación de los organismos dañinos, modificar la distribución geográfica de los patógenos y plagas, y afectar la sostenibilidad del cultivo.

La pregunta aquí es, ¿cuáles son los efectos potenciales del cambio climático sobre la sanidad y productividad de la planta? Las respuestas a continuación:

- ▶ Los efectos directos sobre la “fisiología y productividad” de la planta son todavía un tema bajo investigación y experimentación.
- ▶ Son los períodos secos y prolongados (3 a 4 meses) y, no la altitud sobre el nivel del mar, los que rompen el ciclo anual de la enfermedad de Moniliasis.
- ▶ Un aumento en las precipitaciones produciría un incremento de los hongos, mientras que una disminución volvería el suelo más seco, lo cual aumentaría el problema de insectos.

Aunque sin considerar “tipos de suelos”, el estudio climático base para Nicaragua indica que las variaciones ambientales resultarán en ganancias y pérdidas en la aptitud productiva de los sitios cultivables. Es decir, habrá limitaciones de tierra para cultivar cacao; y a su vez, el cacao tendrá que competir por la ‘buena tierra’ disponible contra el café, ganadería, o palma aceitera.

Ante este escenario climático futuro, se proponen tres medidas técnicas para mitigar sus efectos sobre el cultivo a nivel de finca, tales como:

- 1) La adecuada regionalización del cultivo.** La correcta selección de sitios de siembra ayudará a minimizar las pérdidas de cosecha futuras (Tabla 4).
- 2) El uso de variedades tolerantes a los factores adversos.** Los centros de investigación tienen un rol clave en la selección y validación de variedades más robustas.
- 3) El fomento de cacaotales intensivos pero diversificados.** El correcto diseño de Sistemas Agroforestales (SAF), para cacao contribuirá a fomentar cacaotales más resilientes y a generar subproductos adicionales a las familias que pueden ayudar en tiempos de pérdidas del grano, o crisis. El manejo técnico, principalmente la fertilización, será clave para la sostenibilidad.

Tabla 4. Bases técnicas para zonificación agroecológica del cacao en Nicaragua

Factores	Variables	Zonas óptimas	Zonas medianament e óptimas	Zonas aceptables
Climáticos	Precipitación (mm/anuales)	1.800-2.200	1.500-1.800	1.200-1.500
	Temperatura anual (°C)	24-26	26-28	28-30
	Altitud (msnm)	0-400	400-700	≥700 (dependiendo de la latitud del sitio)
Suelos	Agrupamientos de suelos	Fersialítico, Ferralítico, Fluvisoles	Fersialítico, Ferralítico, Fluvisoles	Fersialítico, Ferralítico, Fluvisoles
	Profundidad (cm)	Muy profundos (>100 cm)	Profundos (60-100 cm)	Medianamente profundos (41-60 cm)
	M. orgánica (%)	5	4	3-2
Diseño del SAF (plantas/Ha)	Cacao	1.111	833	625
	Árboles de sombra	50	80	100
Fertilización mínima	(Kg/planta/año)	1	1.5	2
Rendimiento esperado	(Kg/grano seco/Ha)	1.500	1.000	750

Los actores del sector, debemos prestar mayor atención a la investigación científica relevante, de tal manera que tomemos decisiones mejor informadas y minimicemos la vulnerabilidad de los SAF-cacao que fomentamos. A fin de cuentas, cultivar cacao (a la escala que sea, desde 1 hasta 50 o 100 Ha), es una inversión (de tierra, dinero y mano de obra), a largo plazo (unos 25 a 30 años) y, ninguna familia, o empresa, quiere arriesgar sus ahorros o financiamiento en una inversión con alto riesgo ante tal variabilidad climática.

12

**Cacao
y contenido de
metales pesados**

Al ser el cacao una materia prima de consumo humano “lujoso”, las exigencias de calidad e inocuidad del grano son ahora más estrictas. En este sentido, las concentraciones de Metales Pesados (MP), en las semillas de cacao, se han convertido en tema de salud pública.

Los MP son aquellos elementos que por su concentración en el suelo inhiben la absorción de nutrientes esenciales para la planta.

Dado que Nicaragua exporta cacao a Europa y Centroamérica, resulta necesario considerar los posibles riesgos de MP en las zonas de fomento del cultivo. Aquí presentamos lo que se conoce hasta la fecha sobre MP en suelos cacaoteros, frutos, hojas, y granos en Latinoamérica.

Por naturaleza los MP están presentes en el suelo y según sus trazas (concentraciones), pueden ser contaminantes de los suelos agrícolas y tóxicos para la salud. Hay varios factores que pueden influenciar la toxicidad de los MP, entre ellos: 1) el material parental del suelo; 2) la acidez (suelos con pH menor a 5.5 propician contaminación por Cadmio), y también su textura (suelos con menos de 5% de materia orgánica son propensos a contaminarse con Cadmio); 3) la profundidad de enraizamiento del cultivo y, 4) las actividades humanas (por ejemplo la minería y los basureros). Otras fuentes naturales de MP son: las emanaciones volcánicas, el polvo (suelo erosionado), y la quema de vegetación en la frontera agrícola.

La Unión Europea ha establecido para suelos agrícolas concentraciones totales permitidas de 3 ppm de Cadmio (Cd), y 300 ppm de Plomo (Pb). El rango tolerable de Cd según la organización mundial de la salud es de 7 mg por Kg de peso corporal por semana, es decir, 60 a 70 mg por día para un adulto.

Los MP presentes en cacao y con mayor efecto en la salud humana son Cd y Pb. El cacao aparentemente tiene mayor predisposición a absorber Cd y Pb. Los países andinos han hecho un gran esfuerzo en “mapear” las trazas de esos metales en el suelo, hojas, frutos y grano (Tabla 5). A la fecha, se reportan trazas de Cd en hojas y semillas de cacao superiores a los límites permitidos para la exportación del grano. No así para el caso de Pb.

Algunas medidas preventivas y correctivas para reducir el riesgo de contaminación por MP en cacao son:

- ▶ Plantar cacao en sitios con bajo riesgo de contaminación, es decir, alejados de aquellas fuentes humanas de MP como son los basureros y la industria minera.
- ▶ El riesgo de translocación del Cd y Pb del suelo a los granos de cacao se puede reducir fertilizando los suelos con roca fosfórica soluble y tratada.
- ▶ El uso de enmiendas orgánicas (bocachi), en suelos ácidos es una alternativa agronómica que puede disminuir la absorción de Cd, Pb y otros metales pesados.
- ▶ Lotes contaminados pueden “recuperarse” plantando especies acumuladoras de Cd, como la mostaza india (*Brassica juncea*), una especie de ciclo corto (3 meses), y que soporta suelos con relativamente altas concentraciones de MP.
- ▶ El plátano también es efectivo para este fin y debe ser un componente clave en los diseños agroforestales de los cacaotales que se fomentan.

Tabla 5. Resultados de estudios sobre metales pesados en suelos cacaoteros de Latinoamérica, 2015.

Sitios	Material evaluado	Resultados	Conclusiones
Localidades de Huánuco y Ucayali, Perú (<i>Huauya y Huamani, 2014</i>).	Contenido disponible de Cd y Pb en el suelo.	El contenido promedio de Cd y Pb fueron 0.53 ppm y 3.02 ppm, respectivamente	21 de 22 cacaotales no superaron el máximo nivel permitido de Cd. Todos los suelos presentaron niveles de Pb por debajo del límite.
Regiones de Amazonas y San Martín, Perú (<i>Zúñiga et al. 2008</i>).	Contenido disponible de Cd y Pb en el suelo.	Los valores medios de Cd y Pb fueron de 0.21 ppm y 0.14 ppm, respectivamente	Los suelos y granos no corren riesgo de contaminación dado los bajos contenidos de Cd y Pb.

Sitios	Material evaluado	Resultados	Conclusiones
Localidades de Leoncio Prado, Huánuco, Perú, Cárdenas (2012).	Contenido de Cd en suelos y almendras de cacao orgánico.	Se determinó un contenido medio de 0.66 ppm y 1.55 ppm de Cd en suelos y almendras de cacao respectivamente.	Hay un moderado riesgo de contaminación de Cd en almendras de cacao, principalmente en suelos ácidos ($\text{pH} \leq 5.5$).
Región de Bahía, Brasil (Costa et al. 2007).	Contenido de Cd soluble en suelos ácidos.	El Cd soluble e intercambiable representaba entre 18% y 51% del Cd total, mientras que para el Pb la fracción soluble e intercambiable fue del 3% del Pb total del suelo.	Hay un alto riesgo de translocación de Cd hacia hojas, frutos y almendras de cacao en suelos ácidos. El riesgo es moderado en Pb.
República Dominicana, & María (2004).	Contenido de MP en suelos de cacao orgánico.	Se estableció que el Cd y Pb disponible representan el 33% y 11.7% del contenido total de Cd y Pb en el suelo.	Hay bajo riesgo de contaminación de los granos de cacao en suelos orgánicos.
Santander, Colombia (Martínez y Palacio, 2010).	Presencia de Cd y Pb en el suelo y granos fermentados.	Los granos contienen Cd de 4-7 mg/Kg., superior al permitido por la OMS. El contenido de Pb en granos (0.15-14.15 mg/Kg) no supera el valor límite.	El Cd está distribuido uniformemente en el suelo y el material parental influencia el contenido soluble. Suelos ácidos tienden a contaminar granos de cacao (Cd y Pb).
Lagos Valencia y Maracaibo, Venezuela (Gonzales et al 2010).	Contenido de Cd en suelos.	La concentración de Cd en el suelo fue superior a lo permitido (0.7 mg/Kg).	Hay un moderado riesgo de toxicidad en hojas y granos de cacao en suelos ácidos.

Actualmente, en Centroamérica, no se han publicado estudios sobre el contenido y riesgo de contaminación por MP en suelos y almendras de cacao, aunque existen investigaciones que FHIA ha realizado. Estas investigaciones son clave para valorar el riesgo de contaminación en sitios del país con minería activa y donde actualmente se fomenta cacao. Ya existen metodologías para “mapear” las trazas de MP. La tarea ahora es, mediante alianzas con universidades, proyectos y Gobierno, ejecutar estos trabajos con el fin de preparar al sector para enfrentar futuras regulaciones sanitarias que puedan afectar las exportaciones del grano y sus derivados.

Basado en: Jaramillo, R. Metales pesados en plantaciones de cacao: antecedentes y manejo. IPNI (2013).

13

**Balance de agua
y requerimientos
de riego en cacao**

Las necesidades de agua en la producción de cacao están entre los temas técnicos menos investigados a nivel mundial. Sin embargo, dado el boom cacaotero que vive Centroamérica, y frente a un clima futuro errático para el agro (más caliente y con menos lluvia), resulta relevante explorar lo que se sabe del tema hasta hoy y las implicaciones prácticas que eventualmente tendrá en los planes nacionales de fomento cacaotero. A continuación se presenta un resumen de los hallazgos clave.

- ▶ A la fecha se reporta que un árbol de cacao en edad productiva (≥ 5 años) necesita de 4 a 6 mm de agua/día. Asumiendo un valor medio de 5 mm/día, para que una planta crezca y produzca sin limitaciones de agua, un sitio debe recibir al menos 1,825 mm de agua al año (Carr y Lokwood, 2011). Esta agua puede provenir de la lluvia o de riego.
- ▶ La arquitectura, tamaño de la especie y el manejo agronómico de los árboles de sombra tienen efectos directos sobre el volumen y la distribución de la lluvia, afectando la disponibilidad de agua para el cacao en el sitio. (Poppenborg y Holsche, 2009). Es decir, el valor mínimo de agua requerido por la planta de cacao se ve afectado por la estructura del dosel de sombra.
- ▶ En un estudio pionero en Valle del Toro, Sulawesi, Indonesia (con temperaturas de 23.1°C y 1.812 mm de lluvia anuales), cacaotales (1.700 plantas/Ha), con sombra simple de *Bischofia javanica* (35 árboles/Ha), se documentó que el dosel de sombra intercepta hasta el 16% de la lluvia que llega al suelo, es decir, no toda la lluvia que cae en un sitio dado está disponible para el cacao. Hay competencia.
- ▶ Similarmente, investigaciones en Bahía, Brasil (lluvia anual de 1.862 mm y temperaturas de 24.31°C), sugieren que los árboles de sombra (*Erythrina fusca/Ficus spp*), interceptan entre el 10% y el 13% del agua de lluvia que cae en la parcela (de Oliverira y Valle 1990). Sin embargo, el agua que se escurre por hojas y troncos de los árboles trae nutrientes vitales (proviene del polvo), los cuales son esenciales para el crecimiento de la planta. Estos nutrientes incluyen N, P y K, a razón de 43, 1 y 9 Kg/Ha/año, respectivamente.

- ▶ Los nutrientes depositados en el suelo pueden seguir cuatro vías: 1) ser absorbidos por la planta; 2) inmovilizarse por la biota en la hojarasca y horizonte A del suelo; 3) lixiviarse hacia horizontes más profundos y quedar fuera del alcance de la planta de cacao y, 4) perderse con el drenaje natural del sitio. El “camino a recorrer” dependerá del tipo, salud y biota activa del suelo.
- ▶ En otro experimento en el distrito de Bolapapu, Sulawesi Central, Indonesia (con 25.5°C y lluvia de 2.841 mm/año), donde se cubrió con plástico por 13 meses continuos (simulando el Fenómeno de El Niño), 0.5 Ha de cacao (1.000 plantas/Ha), asociado con *Gliricidia sepium* (325 árboles/Ha), para reducir hasta en un 70% la cantidad de agua de lluvia que cae, se encontró lo siguiente: la competencia por agua entre el cacao y el madero negro al final de los 13 meses no fue tan severa, dado que ambas plantas absorben agua (y nutrientes), de diferentes horizontes del suelo. Más del 80% de las raíces del cacao yacen en los primeros 40 cm de suelo. Las raíces del madero negro van más allá reduciendo así la competencia por el recurso (Kohler et al 2010).
- ▶ Asimismo, el drenaje y/o escorrentía difirió entre los tipos de parcelas evaluadas; en el sitio control se escurrió en promedio 1.554 mm/año, en tanto, en el sitio bajo techo, el drenaje medio fue de 299 mm/año, sugiriendo que la disponibilidad de agua superficial para el cultivo se reduce críticamente.
- ▶ El momento de ocurrencia de la sequía, o escasez de agua durante el ciclo anual del cacao, tiene efectos clave en la producción esperada. Si la sequía ocurre durante la fase de llenado del fruto (5 a 6 meses), el tamaño de los granos será menor y la fase de crecimiento vegetativo de la planta al final de la cosecha será severamente afectada, reduciendo su capacidad fotosintética.
- ▶ En la zona tropical de Australia, donde se cultiva cacao a escala comercial (100 Ha a 1.600 plantas/Ha, a 2.5 x 2.5 m.), mecanizado (podas y cosechas con tractor), y riego por aspersión (3 a 4 meses), la productividad ronda los 2.000 Kg/Ha anuales.
- ▶ Recomendaciones técnicas sobre los requerimientos de riego en cacao son escasas. El Instituto de Investigación de Cultivos Tropicales en el Sureste de India (donde se experimentan de 4 a 6 meses secos), aconseja lo siguiente:

Cuando se cultiva cacao con árboles de sombra, regar semanalmente durante el verano (noviembre a diciembre), una vez cada 5 días entre enero y marzo, y una vez cada 4 días, durante abril y mayo, a razón de 17.5 litros/planta/día. Se logran mejores rendimientos si se riega a razón de 20.5 litros/planta/día. Asumiendo una densidad de 1.600 plantas/Ha (2.5 m × 2.5 m), tales cifras suponen un uso equivalente de agua de 5-7 mm/planta/día.

- ▶ Sin embargo, hay que notar que el ente investigador no hace proyecciones sobre la respuesta de la productividad del cultivo. Se supone que esta información es aún desconocida. Finalmente, hay que acotar que la demanda, eficiencia en el uso, y los beneficios y/o efectos positivos del riego sobre la producción varían según clones y la etapa en la vida de la planta.
- ▶ En resumen, hay pocos estudios a la fecha que permitan entender con propiedad los efectos de la escasez de agua sobre la fisiología, sanidad y productividad del cacao. Los estudios publicados hasta hoy son muy localizados y no permiten generalizar los hallazgos ni las recomendaciones.
- ▶ El riego en cacao será atractivo sólo en la medida en que el agua destinada para tal fin no sea escasa, o se use en detrimento de otros usos vitales, como el consumo humano. Asimismo, la inversión en riego se justifica sólo si seleccionan clones cuyos rendimientos superen los 1.500 Kg/Ha anuales.
- ▶ El cambio climático es un desafío y una oportunidad para iniciar un programa de investigación/experimentación riguroso en cacao que responda a la realidad y contexto de las fincas cacaoteras de la región centroamericana.

El camino recorrido ha sido arduo y fructífero, sin embargo, lo que falta es desafiante pero prometedor. Las bases técnicas, el recurso humano y las condiciones están dadas para hacer del cacao un cultivo sostenible y competitivo que frene la frontera agrícola y alivie la pobreza rural en Nicaragua.



14

**Conociendo
la "raza" del cacao
que cultivamos**



En esta Esquina Técnica hablaremos de lo importante que es para productores y equipos técnicos conocer el pedigrí y las características de compatibilidad de las variedades de cacao a cultivar. La segunda causa de la baja productividad de nuestros cacaotales, después de la variabilidad del cacao de semilla, es la incompatibilidad entre variedades o clones. Veamos algo de teoría básica para entender el tema. En palabras sencillas, la incompatibilidad sexual del cacao es un fenómeno genético-químico que regula la capacidad de una planta de aceptar o rechazar el polen de sí misma o de plantas vecinas afectando la potencial cosecha (Yamada et al., 2013). Así existe:

- **Auto-compatibilidad:** cuando las flores de un árbol de cacao pueden fecundarse a sí mismas, o a otras flores del mismo árbol.
- **Inter-compatibilidad:** cuando el polen de las flores de un árbol de cacao puede fecundar a las flores de otro árbol.

- ▶ **Auto-incompatibilidad:** cuando las flores de un árbol no pueden fecundarse a sí mismas, o a flores del mismo árbol.
- ▶ **Inter-incompatibilidad:** cuando el polen de las flores de un árbol de cacao no puede fecundar a las flores de otro árbol.

Ahora veamos los consejos técnicos:

- ▶ Plantar injertos de 8-10 variedades/clones de cacao auto-compatibles o bien inter-compatibles, de tal manera que se maximice la compatibilidad y la cosecha.
- ▶ Variedades o clones auto-compatibles son: ICS-1, ICS-6, ICS-44, ICS-95, UF-221, UF-296, UF-650, UF-676, EET-62, EET-95 y TSH-565.
- ▶ Variedades o clones inter-compatibles son: UF-29, UF-613, UF-667, PA-150, PA-169, EET-48, EET-103, EET-400, EET-399, EET-162, EET-233 y PMCT-58.
- ▶ La productividad esperada de estos materiales de cacao si se les da buen manejo (podas, desmonilia), y fertilización oportuna es de 700-900 kg/ha/año.
- ▶ El clon IMC-67 es una variedad donadora universal de polen y por tanto siempre debe ser incluida en las plantaciones de cacao. Es el clon que no puede faltar.
- ▶ Como regla general se recomienda plantar tres filas de clones auto-compatibles seguido de una fila de un clon inter-compatibles, o bien una fila del clon IMC-67.
- ▶ No plantar variedades o clones de cacao auto-incompatibles ni inter-incompatibles como son: SCA-6, SCA-12, ICS-16 e ICS-60.

El éxito en la producción de nuestra parcela depende de la selección y combinación apropiada de las variedades/clones. ¡A poner en práctica estos consejos en las fincas!

Basado en YAMADA, M. M., PIRES, J. L., FALEIRO, F. G., LOPES, U. V. & MACEDO, M. M. 2013. Agronomic performance of 27 cocoa progenies and plant selection based on productivity, self-compatibility and disease resistance. Revista Arbore-Vicosa MG, 60, 514-518.

15

Anexo

**Ejercicio de campo
para equipos técnicos**

¿Cómo se calcula cuánta sombra necesita un cacaotal según su edad?

Los expertos expresan en forma porcentual la cantidad de sombra que debe tener el cacao en una plantación, en las distintas etapas de su vida. Para calcular este porcentaje se delimita una hectárea típica del cultivo y se toman en cuenta tres cosas: 1) El número de árboles de sombra en esa hectárea. 2) El diámetro de copa de cada árbol. 3) La densidad de copa de cada árbol. Una manera más práctica de hacer la medición –aunque un poco menos exacta- es trabajar con un “árbol promedio”, que tenga un diámetro y una densidad de follaje promedio –tomado “al ojo”- de los árboles de la hectárea examinada. Una parcela cuadrada de 100 metros de lado tiene 10.000 metros cuadrados, es decir, 1 hectárea.

Edad de las plantas de cacao	Porcentaje de sombra recomendado
Año 1	70%
Año 2	60%
Año 3	50%
Año 4	50%
Año 5	40%
Año 6	40%
Año 7	40%
Año 8	30-40%
Después del año 8	30-35%

Un ejemplo de cómo se calcula el porcentaje de sombra de un cacaotal

Supongamos que hemos delimitado una hectárea típica de un cacaotal de 10 años de edad y hemos encontrado 120 árboles de sombra, con copas cuyo diámetro promedio es de 8 metros y su densidad de follaje promedio es del 70%. Calculemos si la cantidad de sombra está por encima o por debajo de lo que recomienda la tabla.

Respuesta

Si proyectamos verticalmente cada copa sobre el suelo, obtenemos una sombra circular de 8 metros de diámetro, equivalente a 4 metros de radio. El área de esta sombra circular se calcula multiplicando 3.14 (pi) por el cuadrado del radio (16), lo cual nos da 50.24 m². Multiplicando esta cantidad por el número de árboles obtenemos $120 \times 50.24 = 6.028.80$ m². Ahora comparamos esta área con la de la parcela de muestra, que es 1 hectárea, haciendo la división: $6.028.80 / 10\ 000 = 0.6$, que expresado en porcentaje representa el 60% ($0.6 \times 100 = 60$) de sombra.

Pero aún no hemos tomado en cuenta la densidad promedio del follaje. Un 70% de densidad de follaje significa que el 70% de los rayos de luz que inciden sobre la copa son bloqueados y que el restante 30% pasa a través de la misma. Multiplicando ambos porcentajes 60% y 70% y dividiendo entre 100 obtenemos: $60 \times 70 / 100 = 42\%$, que representa el porcentaje de sombra en el cacaotal.

Según la tabla, a partir del año 8 el porcentaje de sombra debe ser del 30%-40%. Puesto que 42% está por encima de esta cantidad, se concluye que hay que ralea o podar la sombra o hacer ambas cosas.

QUIEBRACOCOS. En una hectárea de terreno hay un cacaotal de 4 años de edad y en él hay 90 árboles de sombra, cuyas copas tienen un diámetro promedio de 10 metros y una densidad promedio de 50%. Se pregunta por el porcentaje de sombra que hay en este cacaotal. Indicar si el porcentaje de sombra está por encima, o por debajo de lo recomendado en la tabla.

Respuesta al Quiebracocos

35.32%. El porcentaje de sombra está por debajo del recomendado en la tabla, que es del 50%. Se debe sembrar más sombra.

Mensaje final

El fomento del cacao en Nicaragua está ligado a la reducción de la pobreza, las relaciones con poblaciones indígenas y la provisión de servicios ambientales. Los SAF-Cacao fomentados a la fecha han sido fuertemente influenciados por experiencia y visión técnica de las ONG aliadas a organizaciones locales. Así, podemos encontrar cacaotales multiestratos, agroecológicos, simples y mezclas con café. Cada uno de estos modelos tiene, a mediano plazo, distinta demanda de mano de obra, desempeño financiero/ambiental y vida útil. Sin embargo, la experiencia agroforestal regional indica que es posible diseñar SAF-Cacao más intensivos y diversificados que aporten de manera simultánea a la economía del hogar y al ambiente. Tales modelos deberían ser de, al menos: 800 plantas/ha de cacao, 50-60 árboles de sombra, dos fertilizaciones anuales (2 kg de abono/planta), y dos podas anuales para manejar la altura de la planta por debajo de los 2.5 m y facilitar así las labores sanitarias y de cosecha. En resumen, un cacaotal técnicamente bien diseñado y atendido es un SAF-Cacao productivo y longevo.

En Nicaragua existe una gran diversidad de “materiales” de educación y enseñanza en cacao, los que van desde cartillas populares, pasando por guías técnicas, hasta artículos científicos. Es fiable afirmar que el acervo de conocimiento a la fecha es suficiente para apoyar una estrategia de fomento sólida que apunte a la modernización del rubro. Esta colección de esquinas técnicas de cacao es un aporte al rubro y a la gente noble que lo cultiva. Esperamos que los conocimientos y consejos técnicos compartidos ayuden a la sostenibilidad del cultivo. Creemos que ya es el momento que en Nicaragua ocurra un salto tecnológico importante; es hora de pasar de la reactivación a la intensificación del cultivo, para contribuir al freno de la frontera agrícola y el alivio de la pobreza rural.

Atentamente,

Luis Orozco Aguilar
Arlene López Sampson



Un trato
justo con
el campo

Con el apoyo de
LA COOPERACIÓN BELGA
AL DESARROLLO



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza
en América Central

Colección de esquinas técnicas para la mejora productiva del cacao

Agosto 2016

Más información:

Altamira D'Este, de SINSA Cerámica, 1 cuadra arriba y ½ cuadra al Lago, Casa # 650, Managua, Nicaragua.

Teléfonos: (505) 2278-3775, 2278-1358 y 2278-2435. Telefax: 2270-5836. P.O. Box 3709.

Página de internet: www.vecoma.org. Correo-e: info@vecoma.org.