



Compañía Nacional de Chocolates

MODELO PRODUCTIVO
PARA EL CULTIVO DE CACAO
(*Theobroma cacao* L.)

NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN



UN
FUTURO
ENTRE
TODOS





**DIRECTOR DEL ÁREA DE COMPRAS
Y FOMENTO AGRÍCOLA**

Juan Fernando Valenzuela Arango
valen@chocolates.com.co

COMPILADORES Y COLABORADORES

Abraham Benjamín Jaraba Chadid
abjaraba@chocolates.com.co

Álvaro José Buriticá Llanos
ajburitica@chocolates.com.co

Fabio Nelson Vega Galvis
fnvegag@chocolates.com.co

Jhorman Esteban Urrego Posso
jeurrego@chocolates.com.co

John Freddy Bautista Muñoz
jfbautista@chocolates.com.co

Jorge Alejandro Puerta Restrepo
japuerta@chocolates.com.co

Juan Esteban Yepes Hoyos
jeyepes@chocolates.com.co

Lorena Andrea Herrán Ramírez
laherran@chocolates.com.co

Mauricio López Gómez
mlopez@chocolates.com.co

Nelson Ardila Díaz
nardila@chocolates.com.co

Oscar Darío Hincapié Echeverri
odhincapie@chocolates.com.co

Pablo Elías Hernández Pérez
pehernande@chocolates.com.co

Santiago Martínez Giraldo
smartinez.jiro@chocolates.com.co

Yovany Alberto Gallo Castañeda
yagallos@chocolates.com.co

FOTOGRAFÍAS

Darliston Rodolfo Suarez Bautista
drsuares@chocolates.com.co

Jhorman Esteban Urrego Posso
jeurrego@chocolates.com.co

Jorge Alejandro Puerta Restrepo
japuerta@chocolates.com.co

Jorge Armando Gavanzo
jagavanzo@chocolates.com.co

Oscar Darío Hincapié Echeverri
odhincapie@chocolates.com.co



Compañía Nacional de Chocolates



**UN
FUTURO
ENTRE
TODOS**

Área de Compras y Fomento Agrícola
Compañía Nacional de Chocolates S.A.S.
Cra 43 A N° 1 A Sur - 143 Torre Norte Piso 7
pcomprasf@chocolates.com.co
www.chocolates.com.co
Medellín, Colombia

ISBN Digital: 978-958-52485-8-8
ISBN Impreso: 978-958-52485-7-1

Abril, 2021



ELEMENTOS MENORES



FERTILIZANTE COMPUESTO



ENMIENDAS



FERTILIZANTE SIMPLE





CONTENIDO

Introducción	6
1 Herramientas de diagnóstico	8
1.1 Análisis de suelos	9
1.2 Análisis Foliar	11
2 Plan de fertilización	12
2.1 Recomendaciones generales para aplicar fertilizantes	17
2.2 ¿Qué consideraciones se deben tener en cuenta para fertilizar un cultivo de cacao?	19
3 Uso de enmiendas	24
3.1 ¿Cómo definir la cantidad a aplicar de cal o enmienda calcárea?	28
3.2 ¿Cómo aplicar la enmienda al cultivo?	29
4 Alternativas de nutrición y fertilización	30
4.1 Abonos orgánicos	30
4.2 Otros sistemas de fertilización	32
5 Deficiencias nutricionales en cacao	34
Glosario	37
Bibliografía	38





INTRODUCCIÓN

La nutrición en el cacao es muy importante para que el cultivo se desarrolle fisiológicamente y crezca de manera óptima, alcanzando los niveles de producción esperados conforme a la edad y la variedad sembrada. La presencia de elementos nutricionales presentes en el suelo o capa superior que son necesarios para las plantas pueden llegar a variar, debido a que éste es un organismo en constante evolución, ocasionado por las condiciones cambiantes del clima, la meteorización de los materiales de origen y los organismos que lo habitan.

Las plantas necesitan de aproximadamente 17 elementos que son esenciales para su desarrollo normal en la etapa de crecimiento y producción, estos se encuentran en el suelo y en el ambiente.

Estos elementos se clasifican según la cantidad requerida por la especie, se clasifican en mayores, secundarios y menores, tienen funciones específicas y deben estar disponibles para ser aprovechados fácilmente en un programa de nutrición eficiente [Tabla 1]. (Navarro & Navarro, 2003; Mejía, et al. 2000).

La fertilización entendida como la aplicación de enmiendas y/o elementos nutritivos, es una manera de compensar los nutrimentos que se encuentran escasos en el suelo, que impiden un buen desarrollo y producción del cultivo. Para ello, es necesario implementar un análisis de suelos, herramienta la cual permite diagnosticar las características físico-químicas del terreno y la materia orgánica, para planear un plan nutricional eficiente. En muchos casos es necesario complementarlo con análisis foliar.

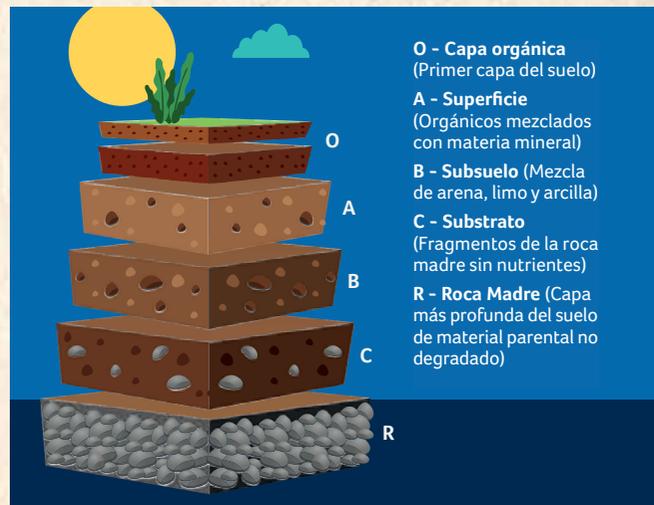


TABLA 1. ELEMENTOS NUTRITIVOS QUE REQUIERE EL CACAO

ELEMENTOS MAYORES	ELEMENTOS SECUNDARIOS	ELEMENTOS MENORES
Nitrógeno (N)	Calcio (Ca)	Boro (B); Cobre (Cu); Cobalto (Co); Hierro (Fe); Manganeso (Mn);
Fósforo (P)	Magnesio (Mg)	Níquel (Ni); Molibdeno (Mo); Silicio (Si);
Potasio (K)	Azufre (S)	Sodio (Na); Zinc (Zn)

Fuente: Elaboración CNCH



1

HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO

1.1. ANÁLISIS DE SUELOS

Los análisis de suelos son una herramienta de diagnóstico muy importante para determinar la fertilidad natural del suelo, vital al decidir iniciar un proyecto de cacao o cuando se decide empezar un programa de nutrición de una plantación ya instalada (Valle, R. 2012).

En Colombia hay varias instituciones oficiales y privadas que efectúan esta medición mediante una muestra de suelos que los productores colectan en sus predios y hacen llegar a los laboratorios de diagnóstico, los cuales realizan el análisis y hacen una recomendación de nutrición acorde a las necesidades del cultivo.

Se recomienda que estos consejos de nutrición o fertilización emitidos por los laboratorios de diagnóstico, sean socializados en las zonas productoras con los expertos locales para ajustar las dosis y los productos a utilizar, acorde con la condición del cultivo y del agricultor.





Es importante antes de iniciar un plan de fertilización realizar un análisis de laboratorio de suelos, el cual mostrará un diagnóstico nutricional del terreno que identifique los elementos presentes, ausentes o en bajas cantidades y que son necesarios suplir para el óptimo desarrollo del cultivo. Para ello se deben atender los siguientes pasos:

- Muestreo del suelo
- Análisis físico-químico del suelo
- Interpretación del análisis de fertilidad del suelo
- Recomendación de enmiendas y fertilizantes
- Uso de los análisis en consideraciones ambientales

Es muy importante tener presente lo siguiente durante el muestreo:

- a) Identificación de los lotes y delimitación del suelo de acuerdo a la topografía, pendiente o uso que se le ha dado al suelo.
- b) Una unidad de muestra debe estar compuesta entre 10 a 15 submuestras que se toman en Zig Zag en el lote definido.
- c) Cada submuestra debe ser realizada en profundidades de 0 a 30 cm, tomada de la parte media de la gotera del árbol.
- d) Se debe remover la hojarasca y hacer un hueco en forma de “V”.
- e) Las submuestras se depositan en un recipiente limpio.
- f) Al final se homogeniza la muestra y se retiran materiales como raíces, piedras, lombrices, raíces, etc.
- g) De la muestra obtenida se define un kilogramo, el cual se rotula y es enviado al laboratorio siguiendo las indicaciones del mismo.

Materiales

- Machete o cuchillo.
- Barreno, pala o palín.
- Balde o un recipiente limpio.
- Bolsas plásticas (preferiblemente nuevas y limpias).
- Marcadores.
- Cintas u hojas para identificar las muestras.

Cuidados al tomar muestras de suelo:

- Muestra representativa.
- No fumar, ni comer.
- No manipular productos que puedan alterar la muestra (cal, fertilizantes, materia orgánica, etc).
- No tomar muestras cercanas a caminos, canales, viviendas, linderos, establos, saladeros, estanques, etc.
- No tomar muestras de un solo sitio.

Época de muestreo

- 2 - 3 meses antes de siembra o trasplante.
- Repetir el análisis de suelo cada 2 o 3 años dependiendo de la intensidad en la aplicación de productos.



1.2 ANÁLISIS FOLIAR

El análisis foliar es una herramienta complementaria y de ajuste que puede ayudar a mejorar la recomendación de nutrición realizada de forma edáfica. Las aplicaciones foliares son muy utilizadas para adicionar fertilizantes menores que la planta utiliza en pequeñas cantidades y complementan la nutrición al suelo, especialmente cuando hay bloqueos para la absorción de elementos nutritivos por efectos de pH o de alta saturación de aluminio, Calcio, Magnesio, Manganeso y Hierro principalmente (Mejía, et al. 2000; Valle, R. 2012).

La fertilización foliar requiere de unos niveles críticos de interpretación para poder determinar si hay deficiencia de algún elemento y poder ajustarlo en la próxima fertilización o aplicarlo inmediatamente vía follaje. En las tablas 2 y 3 se presentan niveles críticos para macro y micro nutrientes (Méndez H. A. 1988; Rafael E. et al. 2012; SCCS, 1988).

El análisis de tejido vegetal o foliar lleva a cabo una

serie de pasos como:

- Recolección de las muestras.
- Análisis de laboratorio.
- Interpretación del análisis y recomendaciones.

Al momento de tomar la muestra se debe tener muy presente lo siguiente:

- Identificar el lote y plantas a muestrear en forma de Zig Zag, la cual va a estar sujeta al tipo de suelo, uniformidad de las plantas en cuanto a edad, clon, manejo y estado productivo.
- Tomar entre 20 a 30 hojas por muestra.
- La hoja a tomar debe ser la tercera o cuarta desde ápice
- Las hojas deben estar libres de enfermedades y/o daños mecánicos o por insectos.
- Las hojas deben ser tomadas del tercio medio del árbol.
- Las muestras deben ser empacadas en bolsa de papel y esta a su vez contenida por una bolsa plástica, además de su respectivo rotulado y condiciones del laboratorio.



TABLA 2.
NIVELES CRÍTICOS DE NUTRIENTES EN HOJAS DE CACAO

NIVELES CRITICOS DE NUTRIENTES EN HOJAS DE CACAO			
Nutrientes (%)	NIVEL		
	Normal	Bajo	Deficiente
N	> 2,00	1,8 a 2,00	< 1,80
P	> 0,20	0,13 a 0,20	< 0,13
K	> 2,00	1,20 a 2,00	< 1,20
Ca	> 0,40	0,3 a 0,40	< 0,30
Mg	> 0,45	0,20 a 0,45	< 0,20

Fuente: Tomado de Méndez H. A (1988)

2. PLAN DE FERTILIZACIÓN

Un plan de fertilización esta soportado en los análisis de suelos, los nutrientes que requiere el cultivo, la oferta del suelo, el nivel de extracción por edad de la planta, la productividad esperada y la oferta ambiental (Valle, R. 2012; Méndez H. A. 1988; SCCS, 1988).

TABLA 3:

NIVELES DE MICRO-NUTRIENTES EN HOJAS DE CACAO

NIVELES NORMALES DE MICRONUTRIENTES EN HOJAS DE CACAO DE CULTIVOS PRODUCTIVOS	
NUTRIENTE	mg/Kg
Boro (B)	40 a 55
Cobre (Cu)	20 a 25
Hierro (Fe)	150 a 250
Manganeso (Mn)	80 a 110
Molibdeno (Mo)	0,5 a 1,0
Zinc (Zn)	55 a 70

Fuente: CEPLAC, Tomado de Malavolta

En las tablas 4 y 5, se encuentra la absorción de nutrientes por edad del cultivo y la demanda para producir una tonelada de cacao seco, destacándose el Potasio, seguido de Nitrógeno, Calcio, Magnesio y Fósforo. (Mejía, et al. 2000; Moráis O. et al 1985).





TABLA 4. DEMANDA DE NUTRIENTES POR EDAD DE LAS PLANTAS

ABSORCIÓN DE NUTRIENTES DEL CACAO POR EDAD DE LAS PLANTAS								
ESTADO	EDAD (Meses)	REQUERIMIENTO NUTRICIONAL (Kg/Ha)						
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn
Vivero	2 a 6	2,4	0,6	2,4	2,3	47	3,9	0,5
Crecimiento	28	136	14	151	113	71	7,1	0,9
Producción	50	438	48	633	373	129	6,1	1,5

Fuente: Thong and NG, citado por Moráis (1988)

TABLA 5. REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES PARA PRODUCIR 1.000 KG DE CACAO SECO/HA

Nitrógeno	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	Calcio (CaO)	Magnesio (MgO)	TOTAL
30 Kg	8 Kg	40 Kg	13 Kg	10 Kg	101 Kg

Utilizando la herramienta del análisis de suelos se puede elaborar un programa de nutrición o fertilización para el cacao, acorde con la edad y la propuesta de productividad. Hay varias metodologías para ello y se empleará la sugerida por CEPLAC, en Brasil, tomada de Chepote, Santana y Colaboradores, mencionada en la tabla 6. (SCCS, 1988).

TABLA 6. CÁLCULO DE LA DOSIS DE FERTILIZACIÓN N-P-K ACORDE AL ANÁLISIS DE SUELOS (CEPLAC)

RANGOS	NITRÓGENO	FÓSFORO		POTASIO	
	Dosis (Kg/Ha)	ppm	Dosis (Kg/Ha)	Meq/100 gr.	Dosis (Kg/Ha)
BAJO	60	< 9	90	< 0,1	60
MEDIO	60	9 a 16	60	0,1 a 0,25	30
ALTO	60	17 a 30	30	> 0,25	0
MUY ALTO	60	> 30	0	N.A	N.A

Fuente: Chepote y Santana (1988)

Al analizar la tabla 6, se encuentra que la dosis de fósforo y potasio está sujeta a la cantidad que ofrece el suelo, calificada como baja, media, alta o muy alta. Para el nitrógeno se utiliza una dosis única de 60 Kg; esta dosis en Brasil está asociada al sombrío denso de leguminosas que aportan nitrógeno atmosférico al sistema e impiden una alta tasa fotosintética. Para el caso de Colombia es necesario asesorarse según las condiciones de cada finca.

Para Colombia el documento ICA 5ª Aproximación de la tabla 7, ofrece también una metodología para calcular la dosis N-P-K acorde al análisis de suelos, diferenciándose de la anterior en que la dosis de nitrógeno está basada en los niveles de materia orgánica (ICA, 1992).

TABLA 7. CÁLCULO DE LA FERTILIZACIÓN N-P-K IMPLEMENTANDO LA METODOLOGÍA DE 5ª APROXIMACIÓN ICA

RANGOS	NITRÓGENO		FÓSFORO		POTASIO	
	M.O (%)	Dosis (gr/árbol)	ppm	Dosis (gr/árbol)	Meq/100 gr.	Dosis (gr/árbol)
BAJO	< 2	50 a 100	< 15	75 a 100	< 0,25	75 a 125
MEDIO	2 a 3	25 a 50	15 a 30	50 a 75	0,25 a 0,45	50 a 75
ALTO	> 3	0 a 50	> 30	0 a 25	> 0,45	0 a 50

Esta metodología de la tabla 7 para Colombia, es muy similar a CEPLAC en la dosis de fósforo y difiere en los contenidos de nitrógeno y potasio, que son superiores en el documento del ICA.

En la tabla 8 se encuentra la relación ideal de las bases: Calcio/Magnesio, Calcio/Potasio, Magnesio/Potasio y Calcio + Magnesio/Potasio, las cuales se pueden comparar con el suelo en estudio y definir cómo cambian en la medida que se utiliza una enmienda y/o nutrición.



TABLA 8. BALANCE DE LAS BASES PARA UNA ADECUADA FERTILIZACIÓN EN CACAO.

Calcio/ Magnesio	Calcio/ Potasio	Magnesio/ Potasio	Calcio+ Magnesio/Potasio
3 a 1 - 4 a 1	6 a 8	3 a 4	20 a 25

Con el cómputo de las bases propuesto en la tabla 8, se puede ajustar la dosis calculada de potasio con las metodologías CEPLAC y 5^a. Aproximación y de esta manera, subir o bajar la dosis para hacer el balance ideal, especialmente cuando se utilizan enmiendas calcáreas que afectan de manera importante la dinámica de las bases.

2.1 RECOMENDACIONES GENERALES PARA APLICAR FERTILIZANTES

Los fertilizantes son sustancias hidrosolubles y por ello requieren humedad en el suelo.

Los fertilizantes deben asociarse al manejo del cultivo, especialmente a la poda, ya que luego de realizar esta práctica, es necesario nutrir.

Los fertilizantes se deben aplicar al suelo en un radio acorde a la edad del cultivo, como indica la imagen 1.

En la etapa de establecimiento, la fertilización se puede efectuar al momento de la siembra o dos meses después de ella, cuando se usan correctivos al trasplante de vivero a campo.

La fertilización en cultivos en producción debe asociarse a la fenología del cultivo, etapas de formación de frutos y producción esperada. La dosis total calculada se aplica así: 1/3 de la dosis al año 1, 50 % de la dosis al año 2, 75 % al tercer año y al cuarto el 100 % (Valle, R. 2012).

Es importante considerar el concepto de los 4R (fuente, dosis, momento y lugar) para el manejo responsable de nutrientes, buscando resultados económicos, sociales y ambientales (IPNI, 2012).

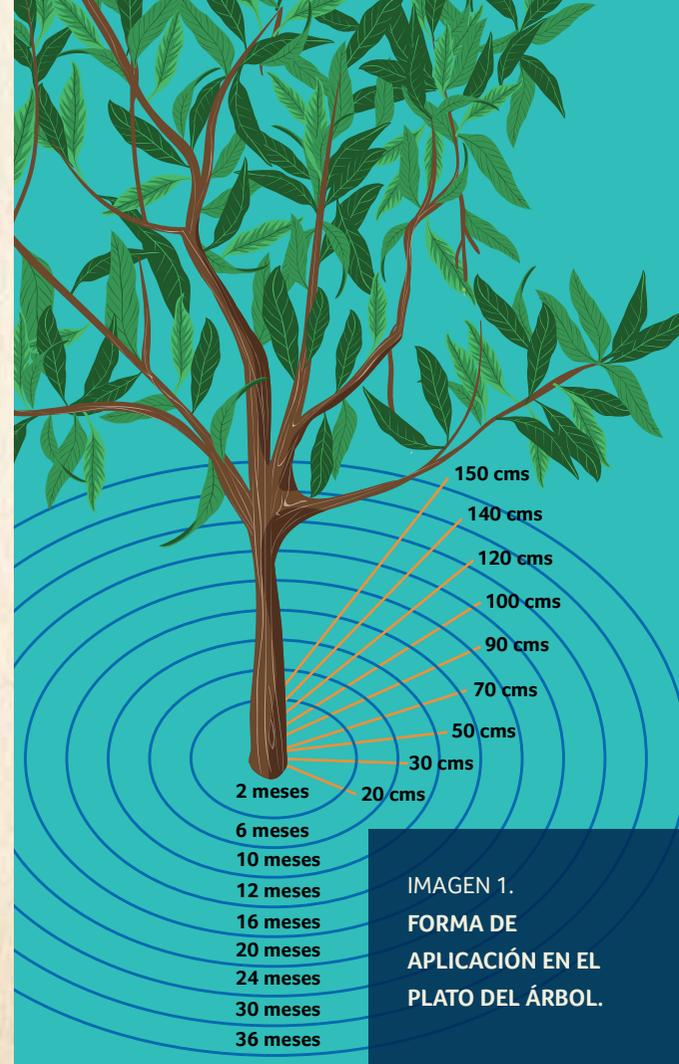


IMAGEN 1.
FORMA DE
APLICACIÓN EN EL
PLATO DEL ÁRBOL.

2.2 ¿QUÉ CONSIDERACIONES SE DEBEN TENER EN CUENTA PARA FERTILIZAR UN CULTIVO DE CACAO?

La decisión de fertilizar una plantación de cacao debe considerar un diagnóstico del cultivo que considere los elementos presentados a continuación.



IMAGEN 2. ELEMENTOS A CONSIDERAR PARA UN DIAGNÓSTICO DE FERTILIZACIÓN

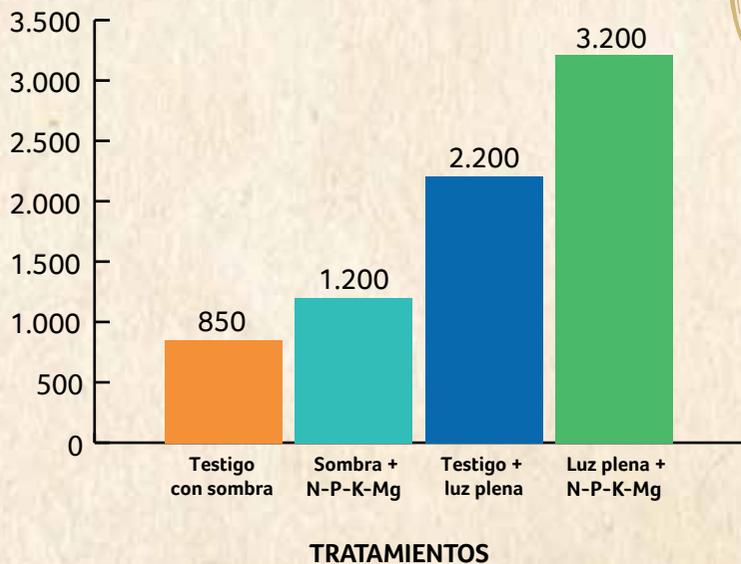
1. Sombrío del cultivo: El cacao es una planta C3 de sotobosque, originaria de la amazonía donde creció acompañada de sombra, esto la hace ser una planta tolerante al sombreado y por ello, tiene baja capacidad de fotosíntesis neta (15 a 35 mg CO₂/dm²/h), esto es la mitad o una tercera parte del máximo de intensidad lumínica (Clavijo, J. 1984). Entonces para fertilizar una plantación de cacao es necesario considerar el nivel de sombra que tiene el cultivo, pues investigaciones desarrolladas en Brasil y otros países como Ghana, han demostrado que al reducir el nivel de sombreado, aumenta la capacidad fotosintética de la hoja un 18 a 20 % y por ende la producción. Al fertilizar + raleo de sombra, la producción crece 3 a 4 veces frente al

cultivo sombreado con fertilizante (Clavijo, J. 1984; Manfred, W & Valle, R. (2012). (imagen 3).

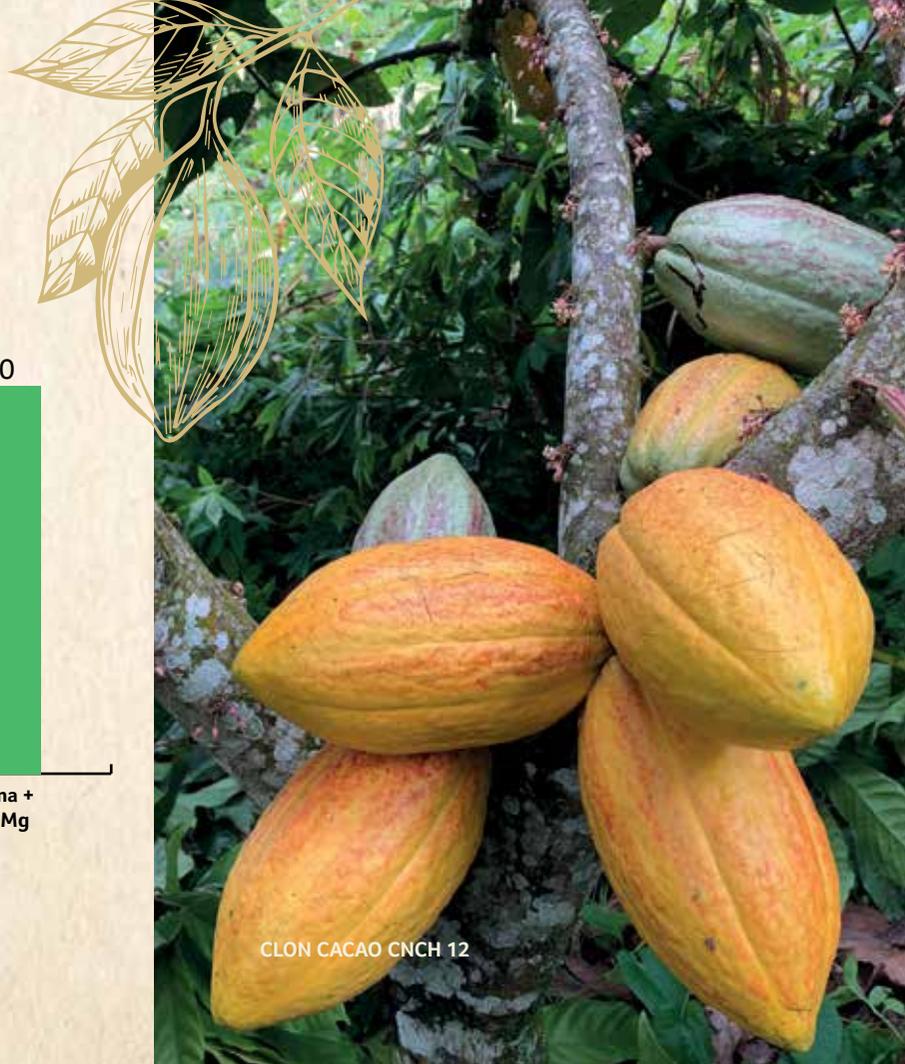
Un aumento excesivo de luz favorece el ataque de plagas y enfermedades en el follaje, reduce la vida útil del cultivo, aumenta el estrés de la planta por agua y nutrientes, generando impactos negativos al medio ambiente (Manfred, W & Valle, R. 2012; Murray, D.B. 1982; Fedecacao, 2019).

CHOCONOTA: Un nivel adecuado de sombra definitiva en Colombia para plantaciones de cacao en producción, oscila entre 25 y 30 % y puede ser logrado con la incorporación de sistemas agroforestales.

IMAGEN 3. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN Y LA LUZ EN LA PRODUCCIÓN DEL CACAO



Fuente: Acquaye y Akrofi



CLON CACAO CNCH 12

2. Edad del Cultivo:

El cacao es un cultivo de tardío rendimiento y se siembra con una duración productiva estimada de 25 a 30 años. Esta condición es importante al decidir una fertilización ya que plantaciones envejecidas, no mejoran de forma importante la producción con esta práctica.

3. La Genética:

Considerar la genética es de gran utilidad dependiendo de los niveles de productividad a que se pretenden lograr. Las plantaciones híbridas solo alcanzan una tonelada por hectárea con buen manejo y nutrición. Producciones superiores de 2 o más toneladas, solo es factible con variedades clonadas, preferiblemente autocompatibles con adaptación a condiciones ambientales de la zona ecológica (interacción clima, suelo y material) (Arana, A. 1990).

4. Labores del Cultivo:

La poda, el manejo de malezas y de enfermedades limitantes como moniliasis, escoba de bruja y mancha negra, son esenciales antes y durante el tiempo del programa de nutrición. Incumplir en alguna de ellas, afecta la respuesta esperada en producción y productividad (Fedecacao, 2019).

5. Características Físico-Químicas del suelo:

Esta información se encuentra en los análisis de suelos y son la base para efectuar los cálculos tanto de enmiendas como de fertilizantes.

En la tabla 9, Se puede observar las recomendaciones de fertilización en Brasil para el cultivo de cacao según CEPLAC.



TABLA 9. GUÍA DE RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN PARA EL CULTIVO DEL CACAO CON 800 PLANTAS / HECTÁREA (gr/planta).

Edad años	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Disponibilidad baja de nutrientes					
0-1	70	30	55	15	25
1-2	105	45	110	30	50
2-3	140	60	165	45	75
3-4	175	75	220	60	100
>4	210	90	270	75	125
Disponibilidad media de nutrientes					
0-1	40	15	25	8	12
1-2	70	20	50	16	24
2-3	100	30	75	24	36
3-4	125	40	100	32	48
>4	150	50	125	40	60
Disponibilidad alta de nutrientes					
0-1	20	12	25	11	12
1-2	40	12	40	11	12
2-3	60	18	55	15	15
3-4	80	24	70	18	30
>4	100	30	85	20	40

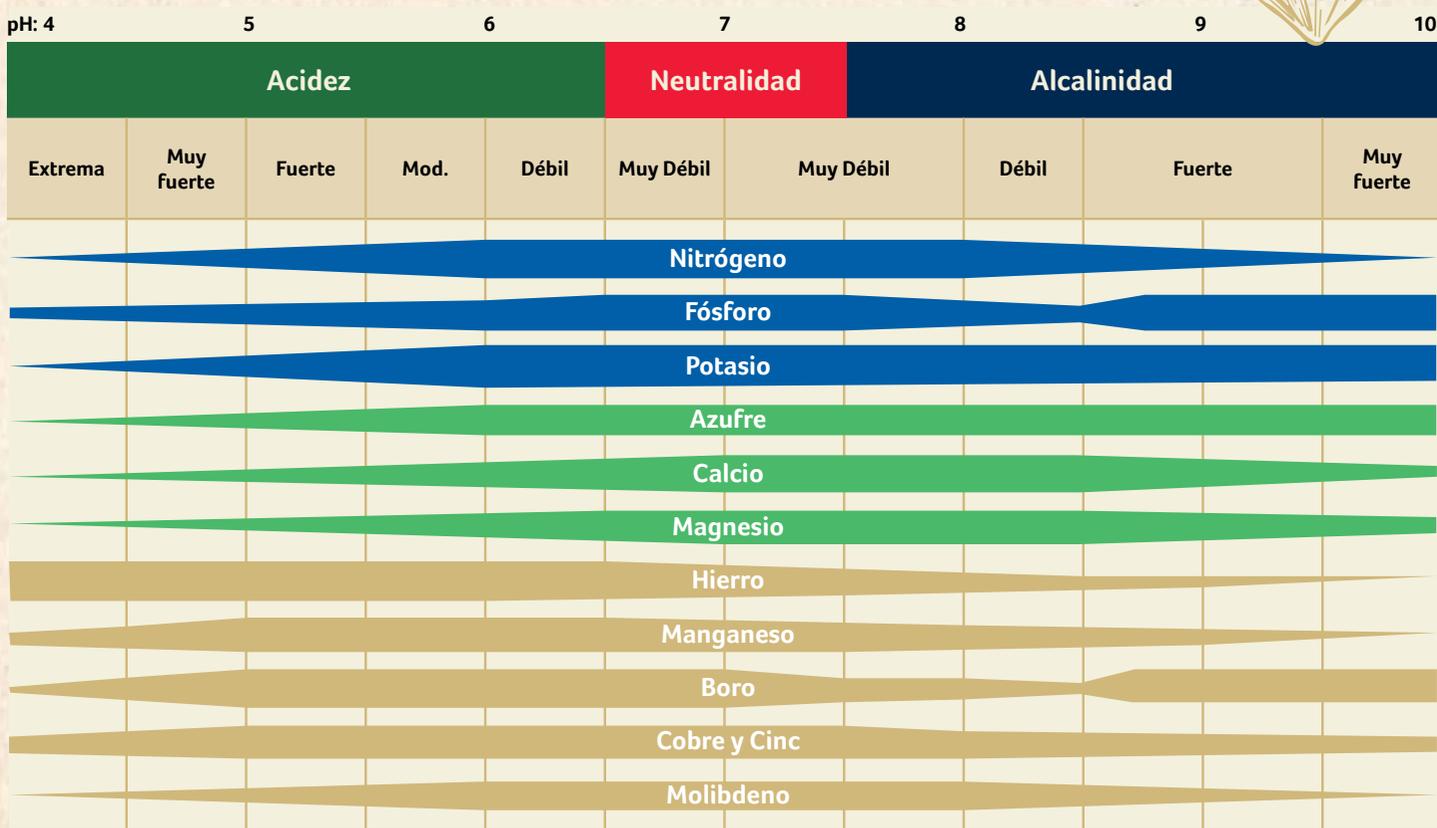


3. USO DE ENMIENDAS

Los suelos tienen un grado de acidez que es determinado en los laboratorios, cuando se analiza una muestra de suelo. El rango de pH va desde los hiper ácidos, a los hiper alcalinos, en una escala de 4 a 10 que podemos observar en la imagen 4 del diagrama de Troug (Arana, A. 1990)



IMAGEN 4. ESCALA DE PH DEL SUELO (DIAGRAMA DE TROUG)



Los suelos situados en un rango de pH menor a 5,5 tienen una acidez muy alta para desarrollar cultivos de cacao de manera adecuada, debido principalmente a altas concentraciones en la solución del suelo, del aluminio y el manganeso. Estos dos elementos, impiden el desarrollo y crecimiento de la raíz del cacao, al reducir la toma de nutrientes esenciales como: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre, indispensables en el crecimiento y producción del cultivo (Murray, D.B. 1982).

La imagen 5 muestra la importancia de usar enmiendas calcáreas, las cuales ayudan a: Reducir la acidez del suelo, evitan la toxicidad del aluminio y manganeso, aportan calcio y magnesio en la nutrición de las plantas, mejoran la disponibilidad del fósforo y aumentan la eficiencia de los fertilizantes aplicados (Rafael E. et al. 2012).

En la tabla 10, se puede encontrar un listado de las principales enmiendas calcáreas que se encuentran en el mercado y pueden usarse acorde al análisis de suelos.





IMAGEN 5. USO E IMPORTANCIA DE LAS ENMIENDAS CALCÁREAS



TABLA 10. LISTADO DE PRINCIPALES ENMIENDAS CALCÁREAS

ENMIENDAS DE ACIDEZ	ELEMENTOS O NUTRIENTES
Cal Viva, Cal Agrícola o Cal apagada o Hidróxido de calcio	Calcio. Diferentes contenidos
Cal dolomítica	Calcio y Magnesio
Yeso Agrícola	Calcio + Azufre
Calfos	Calcio + Fósforo
Óxido de Magnesio	Mg + Si
Silicarbonatos	Ca, Mg, S, Si
Enmiendas múltiples+ Micro organismos	Ca, Mg, P, S + Bacterias
Enmiendas múltiples+Menores	Ca, Mg, P, S, B, Cu, Si, Zn

3.1 ¿CÓMO DEFINIR LA CANTIDAD A APLICAR DE CAL O ENMIENDA CALCÁREA?

El cultivo de cacao es una planta que, dado su origen en la Amazonía, tiene tolerancia a la acidez del suelo y a niveles de aluminio, máximos del 25 % de saturación, según estudios de CEPLAC y por ello, esta condición se debe considerar al calcular la dosis de enmienda (Moráis, F. & Santana, M. 1981).

Hay varias fórmulas y procedimientos para calcular la dosis de enmienda calcárea que se debe aplicar en un determinado suelo, en la tabla 11 se consideran dos: La genérica y la usada por CEPLAC en Brasil, que reduce la acidez al 25 % máximo de saturación de aluminio (Moráis, F. & Santana, M. 1981).

TABLA 11. DOS FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE LA ENMIENDA CALCÁREA

FÓRMULAS	CÁLCULO	CANTIDAD ENMIENDA
GENÉRICA	$\text{Meq Al} * 1,5$	Ton /Ha CaO (óxido de calcio)
CEPLAC-Brasil [Al > 25 %]	$\frac{\text{Meq Al} * [\text{Al}\% - 25]}{\text{Al} \% * 1,5}$	Ton /Ha Cal Dolomítica

Fuente: CEPLAC, Brasil

3.2 ¿CÓMO APLICAR LA ENMIENDA AL CULTIVO?

La cantidad de enmienda a usar puede aplicarse de varias formas: a) al voleo al inicio del cultivo b) en cobertura en la base del árbol proporcional a la edad y c) al hueco al

momento de la siembra usando la constante 0,064 de la dosis total calculada para aplicar al voleo. Los suelos de textura arcillosa con más del 30 % de arcilla, pueden recibir hasta 4.000 Kg/Ha/año y los suelos de textura franco o franco arenoso, con arcilla inferior al 30 %, que no admiten más de 2.000 Kg/Ha/año. En casos que la dosis supere la cantidad máxima, esta debe fraccionarse para aplicarla en dos o tres años. Para facilitar la penetración en el perfil de la enmienda a usar en superficie, se puede reemplazar por yeso agrícola, hasta el 40 % de la dosis total calculada para cada aplicación (Méndez H. A. 1988).

Al finalizar la etapa escogida para efectuar la aplicación del correctivo, es necesario tomar una nueva muestra de suelos, que permita evaluar información básica como la evolución del pH, el porcentaje de saturación de aluminio y los niveles de nutrientes, que faciliten recalcular una nueva dosis y los tiempos de aplicación (Vivar, F. 2013).



ALTERNATIVAS DE NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN

4



4.1 ABONOS ORGÁNICOS

El uso de abonos orgánicos en el cultivo del cacao consiste en la aplicación al suelo de residuos de origen animal, vegetal o industrial, especialmente cuando la materia orgánica es muy baja, inferior a 30 gr/kg. La fertilización orgánica busca mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, para favorecer la disponibilidad de nutrientes e incrementar la productividad (Méndez H. A. 1988).

La aplicación de materia orgánica mejora el suelo para el desarrollo microbiano y es la fuente alimenticia y energética de la mayoría de microorganismos del

suelo; estos tienen las mismas exigencias de las plantas en cuanto a energía, nutrientes, agua y temperatura y se afectan por condiciones adversas (Orjuela, H. 1984).

Investigaciones de Chepote en 2012, señalan que aplicaciones de 8 Kg por planta de materia orgánica bien compostada, sin presencia de fertilizantes químicos, incrementa la producción de granos de cacao y en caso de aplicar abonos sintéticos, estos se pueden reducir al 50 % de la dosis recomendada, aplicando 4 Kg de materia orgánica.

A continuación, se presenta un ejemplo de aplicación de abono orgánico (cáscaras de cacao + estiércol de corral) con fertilizante químico o sin fertilizante químico, acorde con la edad del cultivo (Chepote, 2012).

TABLA 12. CANTIDAD DE COMPOST DE CÁSCARAS DE CACAO MÁS ESTIÉRCOL DE CORRAL CON O SIN FERTILIZANTE QUÍMICO

TABLA DEL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN CACAO POR EDAD: Composta de Cáscaras Cacao + Gallinaza		
Edad del Cultivo	Sin abono Mineral	Con 50 % de abono mineral
	Kg/Planta	
Siembra	2	1
Año 1	4	2
Año 2	6	3
Año 3	8	4

Fuente: Chepote 2012





Otros abonos orgánicos sólidos diferentes al compost que pueden usarse en cacao son: El humus de lombriz roja californiana y el boscaschi, que son más concentrados en elementos nutritivos y por lo tanto, las dosis de aplicación son un 50 % inferiores.

También los biofertilizantes, bioles, fertilizantes líquidos o purines que son preparados bajo protocolos de fermentación aeróbica o anaeróbica, usando restos animales y vegetales, en agua y melaza y en algunos casos con adición de minerales en forma de quelatos, sulfatos o rocas (Méndez, R. 2008).

Algunos biofertilizantes de uso en cacao que se pueden mencionar son: caldo microbiano aeróbico o guarapo de estiércol, el caldo súper 4, caldo sulfocálcico, caldo revitalizador de suelos, caldo súper magro, caldo de mantillo y purín de ortiga entre otros (Angarita, D. 2009; Méndez, R. 2008).

Experiencias con pequeños productores de cacao clonado de Santander, en suelos de buenas características físico químicas, han logrado producciones de 1.800 Kg/Ha después del quinto año, aplicando fertilización orgánica compostada al suelo cada seis meses y fertilización foliar con súper 4 cada tres meses (Angarita, D. 2009).

4.2 OTROS SISTEMAS DE FERTILIZACIÓN

El fertirriego: Este sistema de fertilización también conocido como



Fertirrigación, consiste en la aplicación de las enmiendas o fertilizantes sólidos o líquidos a través del sistema de riego.

Generalmente los sistemas de fertirriego en cacao son utilizados en zonas donde la precipitación es deficiente por debajo de 1.200 mm/año o cuando a pesar de ser suficiente en cantidad anual, tiene 2 o 3 meses de bajos niveles de lluvia, es decir que tiene mala distribución de la precipitación (Arana, A. 1990).

La floración está sujeta a la intermitencia de períodos secos y lluviosos, es decir que la floración tiene relación con la humedad del suelo y la precipitación local (Arana, A. 1990). Al aplicar riego se tiene control permanente de la humedad y permite activar la floración y cuajamiento de frutos de manera escalonada durante todo el año. En esas condiciones intensivas de cultivo, es necesario nutrir permanentemente y por ello, el fertirriego es una opción muy interesante para alcanzar altas producciones superiores a 2.000 kg por hectárea.

La técnica de Fertirrigación requiere conocimientos básicos en: Necesidades nutritivas de los cultivos, distribución porcentual de la fertilización a lo largo del ciclo fenológico, propiedades del agua utilizada y manejo de unidades de fertilizantes (Oltra. M. 2014).





5. DEFICIENCIAS NUTRICIONALES EN CACAO

Las deficiencias nutricionales son comunes verlas más a menudo en las hojas del cacao, aunque también se pueden presentar en frutos, flores y pepinos.

Esta condición visual nos refleja los requerimientos que necesita el cultivo para su óptimo desarrollo, crecimiento y producción. Si no se hace la debida corrección de estas deficiencias oportunamente, el cultivo se verá afectado reflejándose en disminución de producción, pérdidas de flores o frutos, susceptibilidad a plagas y enfermedades, porte bajo del árbol, entre otras, afectando así los rendimientos y la productividad.

Teniendo en cuenta la movilidad de los nutrientes, se debe atender lo siguiente:

Móviles: Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Magnesio (deficiencia en hojas viejas)

Movilidad intermedia: Azufre (tercio medio)

Baja movilidad: Hierro, Calcio, Manganeso, Cobre, Zinc y Boro (deficiencia en hojas jóvenes)

Nitrógeno (N): Se observa amarillamiento en las hojas, lento crecimiento, hojas y tallos delgados, caída de hojas y floración prematuras.

Fósforo (P): Las plantas crecen lentamente y las hojas pequeñas no se desarrollan, raíces cortas, delgadas y poco profundas, en hojas maduras se nota un color pálido en los filos y en las puntas, las hojas jóvenes se tornan más pálidas que las venas.

Potasio (K): Se caracteriza por el amarillamiento del borde de las hojas hacia adentro, frutos sin un llenado adecuado, sin sabor, entrenudos cortos.

Calcio (Ca): Necrosis de las hojas más nuevas, formando islas entre las nervaduras, ordenadas simétricamente sobre la nervadura central. En los frutos se nota una pudrición apical y deformaciones; se afecta el crecimiento de las raíces, hay muerte de brotes y yemas con caída prematura de hojas.

Magnesio (Mg): Se identifica como clorosis intervenal que se presenta en hojas viejas formando islas de tejidos muertos entre las nervaduras y en algunos casos necrosis marginal, genera baja concentración de hidratos de carbono debido a la disminución de la fotosíntesis. Es muy común en suelos ácidos y en viveros.

Azufre (S): En las hojas nuevas se observa un color pálido y

con escaso desarrollo, nervaduras más pálidas que los limbos; se presenta reducción de la síntesis de proteínas por falta de aminoácidos con la disminución en la producción de clorofila.

Boro (B): Se presenta en hojas nuevas con tamaño reducido y una curvatura convexa por el encogimiento de la nervadura central; la lámina foliar tiene un aspecto corchoso quebradizo y endurecido con necrosis postrera. La rama presenta entre nudos cortos y una baja viabilidad del polen; frutos y flores mal formadas con aborto de frutos. Es típica en suelos alcalinos, arenosos y lixiviados.

Hierro (Fe): Es común observar una clorosis en hojas jóvenes con un amarillo intenso y nervaduras verdes; en caso severo se presenta un blanqueamiento de las hojas; tallos cortos y delgados. Es típica de suelos alcalinos, mal drenados y pobres en materia orgánica.

Manganeso (Mn): Se aprecia en hojas jóvenes una clorosis intervenal en fajas, conservándose las nervaduras de color verde. Es común en suelos alcalinos.

Zinc (Zn): Provoca en hojas nuevas distorsión o alargamiento con acentuada curvatura en forma de hoz o falciforme. Deficiencia frecuente en suelos arenosos o alcalinos o como consecuencia del exceso de encalado o abonamientos fosfatados.

Fuente: INIAP Ecuador, Alvim (1961) y S. Marrocos et al. (2010)



**DEFICIENCIAS
NUTRICIONALES
EN HOJAS**



Nitrógeno (N)



Calcio (Ca)



Zinc (Zn)



Fósforo (P)



Magnesio (Mg)



Boro (B)



Potasio (K)



Azufre (S)



Manganeso (Mn)

Fuente: Elaboración CNCH



GLOSARIO

Calicata: Es la técnica de mediante excavaciones de profundidad, realizadas normalmente con pala o retroexcavadora, para determinar los niveles y composición de un terreno.

Clorosis: Amarillamiento anormal de las hojas del árbol, ocasionado principalmente por deficiencias de nutrientes, estrés hídrico o problemas de plagas y enfermedades.

Compostaje: Es un proceso bioquímico natural mediante el cual se transforma la materia orgánica para la obtención de fertilizantes para el suelo.

Deficiencia: En agronomía se le designa a los niveles insuficientes de nutrientes que se observan en el suelo o en las hojas de las plantas.

Enmienda: Es un acondicionamiento o aporte de un producto fertilizante o de materiales destinados a mejorar la calidad de los suelos (en términos de estructura y composición, ajustando sus nutrientes, su pH ya sea para su acidez o basicidad).

Falciforme: Forma de curvatura en media luna similar a la hoz.

Fertirrigación: Es un sistema de fertilización mediante la utilización de los recursos hídricos (agua).

Hoz: Es una herramienta agrícola hecha de hierro en aleación con cobre con una curvatura de media luna.

Intervenal: Descoloramiento clorofílico que se observa entre los haces vasculares de las hojas.

Nivel freático: Es el nivel donde se encuentra el agua al interior del suelo.

pH: Potencial de Hidrógeno es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. Este indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en el suelo o el agua.



BIBLIOGRAFÍA

- Angarita, D. (2009). Manejo Ecológico del Cultivo de Cacao. Cooperativa Ecocacao. 33 págs.
- Arana, A. (1990). Ecofisiología del Cacaotero y su Relación con el Manejo Cultural. Curso de Actualización Tecnológica en Cacao. Floridablanca. Pág 37
- Clavijo, J. (1984). Los factores de la producción vegetal. Pags 11 a 28
- Chepote, R.E., Santana, S.O., Araujo, Q.R., Sodré, G.A. y Valle R. (2012). Aptitud agrícola y fertilidad de suelos para el cultivo de cacao. CEPEC, Itubana, Bahía, Brasil. 87-89 pág.
- Federacion Nacional de Cacaoteros (2019). Poda y Manejo de la luz en el cultivo de cacao y otros frutales. 60 pags
- ICA (1992). Fertilización Diversos Cultivos. 5 . Aproximación. Pág. 39
- IPNI (2012). 4 R de la Nutrición de Plantas. Capitulo 2
- Manfred, W & Valle, R. (2012). Ecofisiología do cultivo do cacaueiro. Pags 31 a 66
- Mejía, et al. (2000). Tecnología para el Mejoramiento del sistema de producción de cacao. Págs. 33 a 35
- Méndez H. A. (1988). Características Químicas de los suelos cultivados con Cacao en Colombia. Corpoica, Curso de Cacao Floridablanca págs. 43 a 63.
- Méndez, R. (2008). Cultivos Orgánicos. Segunda edición. 169 págs.
- Moráis, F. & Santana, M.(1981). Nutricao Mineral e adubacao do Cacaueiro. Boletim tecnico 88. CEPLAC
- Moráis O. et al (1985). Sistema de Producao do Cacaueiro na Amazonía Brasileira. Págs. 71 a 85
- Murray, D.B. (1982). Sombra y Nutrición Cacao. 3 . Edición Mexico. Pags 13-159
- Navarro, S. & Navarro, G. (2003). Química Agrícola. Ediciones Mundi. España. Pág. 15
- Orjuela, H. (1984). Componente Bioquímico en la productividad y fertilidad del suelo. Págs. 99 a 139
- Oltra, M. (2014). El nuevo paradigma de la fertirrigación. Universidad de Alicante. Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Editorial Agrícola Española. Pág 10-14.
- Rafael E. et al. (2012). Aptidae Agrícola e Fertilidade de Solos para A Cultura do Cacaueiro, págs. 67 a 113
- Valle, R. (2012). Ciencia Tecnología e Manejo do Cacaueiro. Pág. 89
- Vivar, F. (2013). Requerimientos nutricionales del cultivo de cacao en Ecuador. Memorias Congreso Mundial del Cacao.



Conoce nuestro
compromiso
sostenible con el
sector cacaotero



Conoce nuestro
material de
divulgación



Conoce
dónde
estamos
ubicados

AVISO IMPORTANTE

Compañía Nacional de Chocolates S. A. S. (en adelante, “CNCh”) declara que mediante el presente material divulgativo no ofrece asesoramiento financiero o técnico, ni ningún otro tipo de asesoramiento, independientemente de la naturaleza del mismo. Los datos que constan en este material divulgativo son suministrados exclusivamente a título informativo, y el acceso a los mismos no implica el pago de contraprestación alguna. Toda decisión que se tome basada en dichos datos, deberá estar sujeta a una evaluación personalizada en función de su situación personal, de sus objetivos, del nivel de riesgo que acepta y de sus intereses y necesidades.

Las opiniones, puntos de vista y pronósticos aquí expresados reflejan puntos de vista personales del autor(es) y no necesariamente refleja la opinión de CNCh. En virtud de lo anterior, CNCh no acepta ninguna responsabilidad por los errores que pudieren detectarse en la información o datos aquí contenidos, ni por pérdidas o daños provenientes de la divulgación de la información o por el uso o la confianza depositada en la misma por parte de terceros.

Todos los derechos de propiedad intelectual relativos o incorporados en este material divulgativo, lo cual incluye, pero no se limita a su contenido, a sus datos y a la forma, así como a la información, las marcas, logos, diseños, dibujos, descripción, esquemas, modelos e imágenes que constan en el mismo, pertenecen a CNCh y/o a otras sociedades del Grupo Empresarial Nutresa. En consecuencia, está prohibido reproducir, distribuir, divulgar, comunicar, transformar, modificar, comercializar todo o parte de este material divulgativo y de la documentación que en ella se encuentra a través de medios escritos, orales, visuales, o por cualquier otra forma, bien sea que la misma sea codificada o no, sin importar el medio en que conste, sea este medio físico, magnético, electrónico, o cualquier otro medio tangible o intangible conocido o por conocerse.

Salvo en el caso de una oferta comercial o de otro servicio o contrato presentado claramente como tal, ningún elemento de este material divulgativo constituirá una oferta ni la entrega de ningún servicio.



Compañía Nacional de Chocolates

ISBN: 978-958-52485-7-1



9 789585 248571



Compañía Nacional de Chocolates



**UN
FUTURO
ENTRE
TODOS**