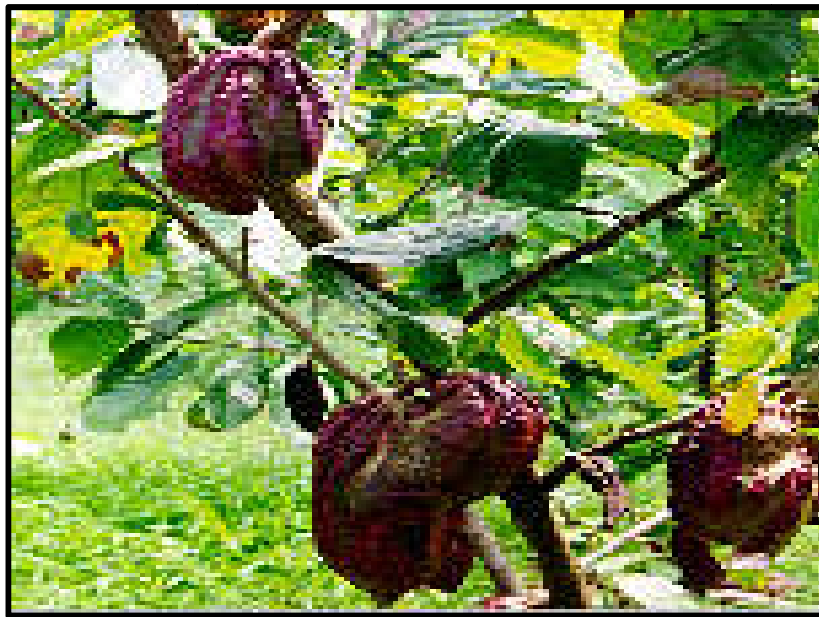




**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA
MOLINA**
OFICINA ACADÉMICA DE EXTENSIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL



GUIA TECNICA CURSO – TALLER FERTILIZACIÓN Y POST COSECHA DE CACAO



**“JORNADA DE CAPACITACION
UNALM – AGROBANCO”**

Expositores:

Dr. Oscar Loli Figueroa
Ing. José Caverro Rojas

JUANJUI – TARAPOTO – PERÚ

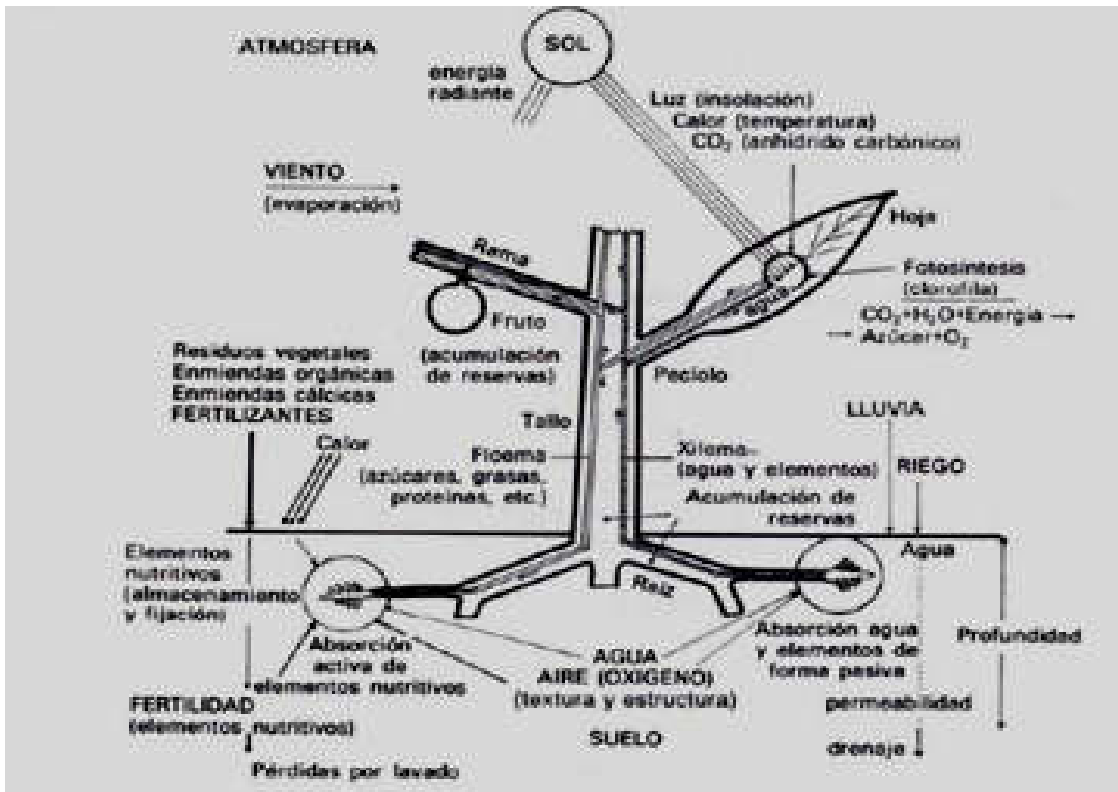
-2011-

Contenido

I. FERTILIZACION	3
1.1. Exigencias en clima y suelo	3
1.2. La fenología del cacao	9
1.3. Fertilizantes en el mercado	14
1.4. Aplicación de fertilizantes	17
II. FORMA DE APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE	18
2.1. Síntomas de deficiencia	18
III. MANEJO DE LA POST COSECHA EN CACAO	21
3.1. Beneficio del cacao	21
3.2. Herramientas para la cosecha selectiva y quiebra	21
3.3. Cosecha selectiva	22
IV. CUIDADOS DURANTE LA COSECHA	22
4.1. Quiebra	22
4.2. Quiebra de mazorcas	23
4.3. Extracción de almendras con mucilago	23
V. FERMENTACIÓN	23
5.1. Métodos de fermentación	23
5.2. Procesos de la fermentación	24
5.3. Fases de la fermentación	26
VI. SECADO	28
VII. FORMAS DE MEDIR EL GRADO DE HUMEDAD	29
VIII. CONTROL DE CALIDAD DEL CACAO EN GRANO	30
8.1. Principales parámetros de calidad	30
8.2. Clasificación de los granos de cacao y sus efectos en el chocolate	31
IX. ALMACENAMIENTO	32

I. FERTILIZACION

Para establecer un plan de fertilización se debe considerar lo siguiente:



Esquema simplificado de los factores que intervienen en la nutrición.

1.1. Exigencias en clima y suelo

Exigencias en clima

Los factores climáticos críticos para el desarrollo del cacao son la temperatura, la lluvia, el viento y la luz o radiación solar. Normalmente es una planta que se desarrolla bajo sombra. La humedad relativa es considerada por su efecto en la propagación de algunas enfermedades del fruto. Estas exigencias climáticas han hecho que el cultivo de cacao se concentre en las tierras bajas tropicales.

- **Temperatura**

El cacao no soporta temperaturas bajas, siendo su límite medio anual de 21 °C ya que es difícil cultivar cacao satisfactoriamente con una temperatura más baja. Las temperaturas extremas muy altas pueden provocar alteraciones fisiológicas en el árbol por lo que es un cultivo que debe estar bajo sombra para que los rayos solares no incidan directamente y se incremente la temperatura.

La temperatura determina la formación de flores. Cuando ésta es menor de 21 °C la floración es menor que a 25 °C, donde la floración es normal y abundante. Esto provoca que en determinadas zonas la producción de mazorcas sea estacional y durante algunas semanas no haya cosecha, cuando las temperaturas sean inferiores a 22 °C.

- **Agua**

El cacao es una planta sensible a la escasez de agua pero también al encharcamiento por lo que se precisarán de suelos provistos de un buen drenaje. Un anegamiento o estancamiento puede provocar la asfixia de las raíces y su muerte en muy poco tiempo. Las necesidades de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm en las zonas bajas más cálidas y entre 1200 y 1500 mm en las zonas más frescas o los valles altos.

- **Viento**

Vientos continuos pueden provocar un desecamiento, muerte y caída de las hojas. Por ello en las zonas costeras es preciso el empleo de cortavientos para que el cacao no sufra daños. Los cortavientos suelen estar formados por distintas especies arbóreas (frutales o madereras) que se disponen alrededor de los árboles de cacao.

- **Sombreamiento**

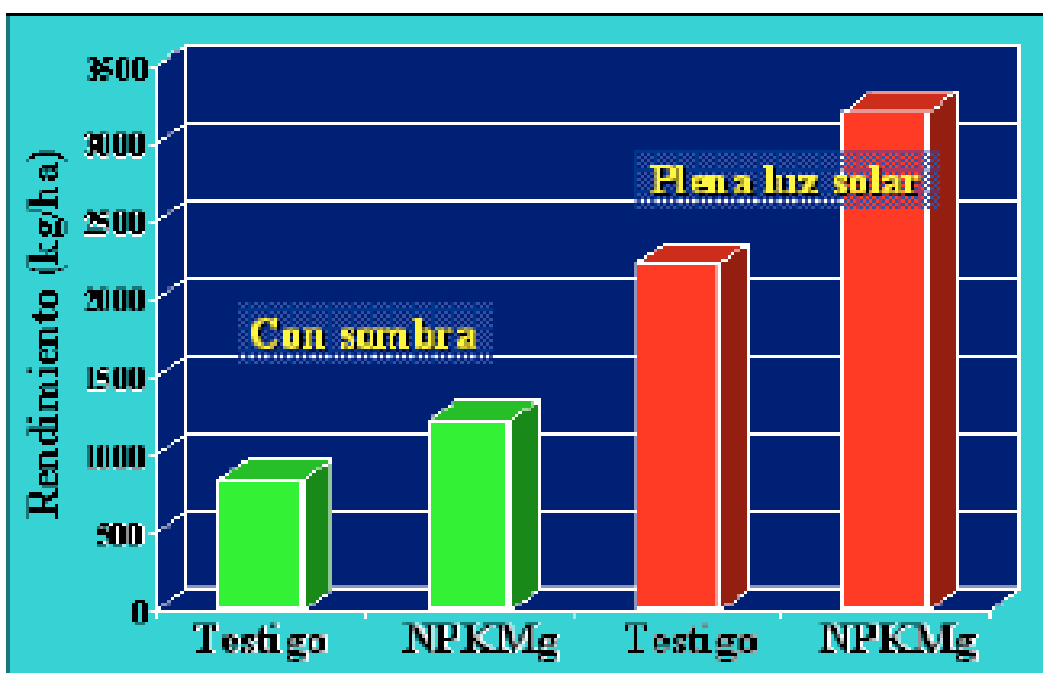
El cacao es un cultivo típicamente umbrófilo. El objetivo del sombreamiento al inicio de la plantación es reducir la cantidad de radiación que llega al cultivo para reducir la actividad de la planta y proteger al cultivo de los vientos que la puedan perjudicar.

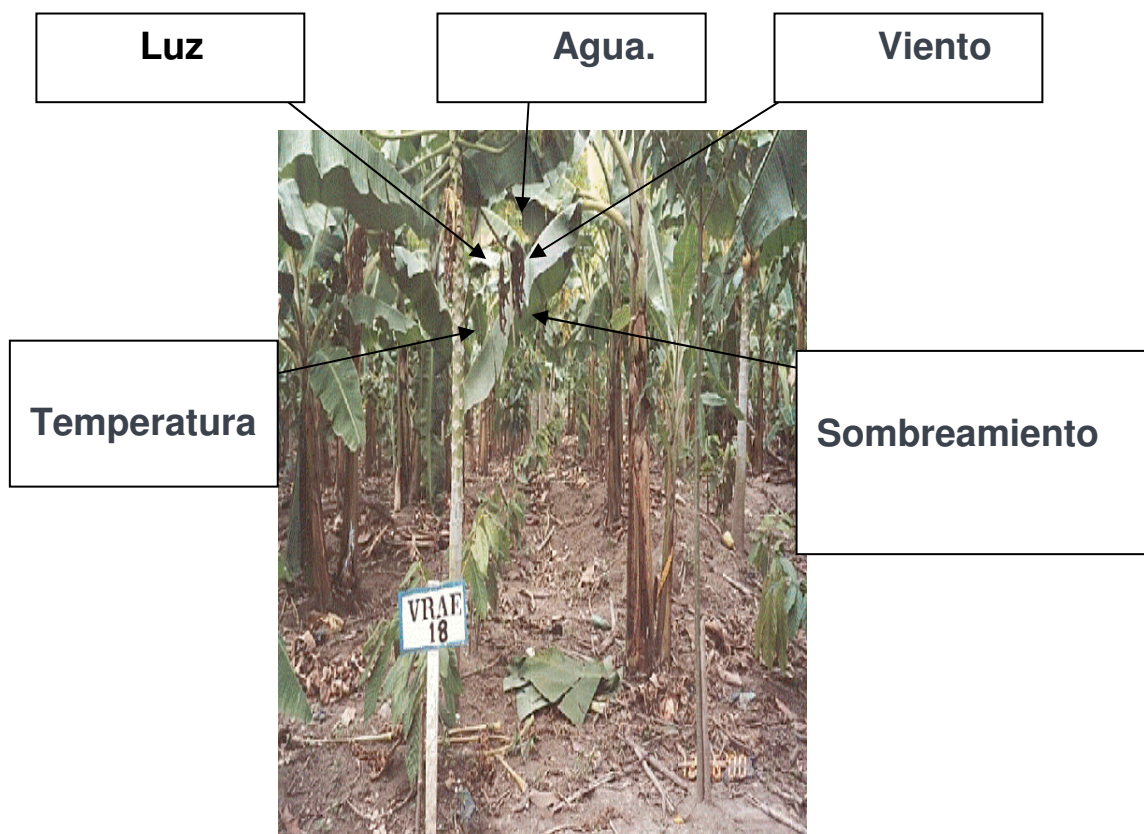
Cuando el cultivo se halla establecido se podrá reducir el porcentaje de sombreo hasta un 25 o 30 %. La luminosidad deberá estar comprendida más o menos al 50 % durante los primeros 4 años de vida de las plantas, para que estas alcancen un buen desarrollo y limiten el crecimiento de las malas hierbas.

Para el sombreo del cultivo se emplean las llamadas especies para sombra, que generalmente son otros árboles frutales intercalados en el cultivo con marcos de plantación regulares. Las especies más empleadas son las musáceas (plátano, topochos y cambures) para sombras temporales y de leguminosas como el poró o bucare (*Eritrina sp.*) y las guabas (Ingas) para sombras permanentes.

En nuevas plantaciones de cacao se están empezando a emplear otras especies de sombreo que otorgan un mayor beneficio económico como son especies maderables (laurel, cedro, cenízaro y terminalia) y/o frutales (cítricos, aguacate, zapote, árbol del pan, palmera datilera, etc.).

Figura 12. Efecto de la sombra y la fertilización en el rendimiento del cacao.





Exigencias en suelo.

El cacao requiere suelos:

- Muy ricos en materia orgánica,
- Suelos profundos, normalmente mayor de 1,5 m,
- Suelos franco arcillosos, con buen drenaje y topografía regular.
- pH o reacción del suelo, normalmente fluctúan entre 4 a 7

El factor limitante del suelo en el desarrollo del cacao es la delgada capa húmica, lo cual es propio de los suelos desarrollados bajo condiciones de selva, por ello al transplante la capa superficial es la que sirva para cubrir el hoyo.

Esta capa se degrada muy rápidamente cuando la superficie del suelo queda expuesta al sol, al viento y a la lluvia directa.

Por ello es común el empleo de plantas leguminosas auxiliares que proporcionen la sombra necesaria y provean a través de su defoliación una fuente constante de sustancias nitrogenadas para el cultivo.

También es muy importante mantener una capa de mulch con los residuos de las plantaciones tanto de sombra como del cultivo.



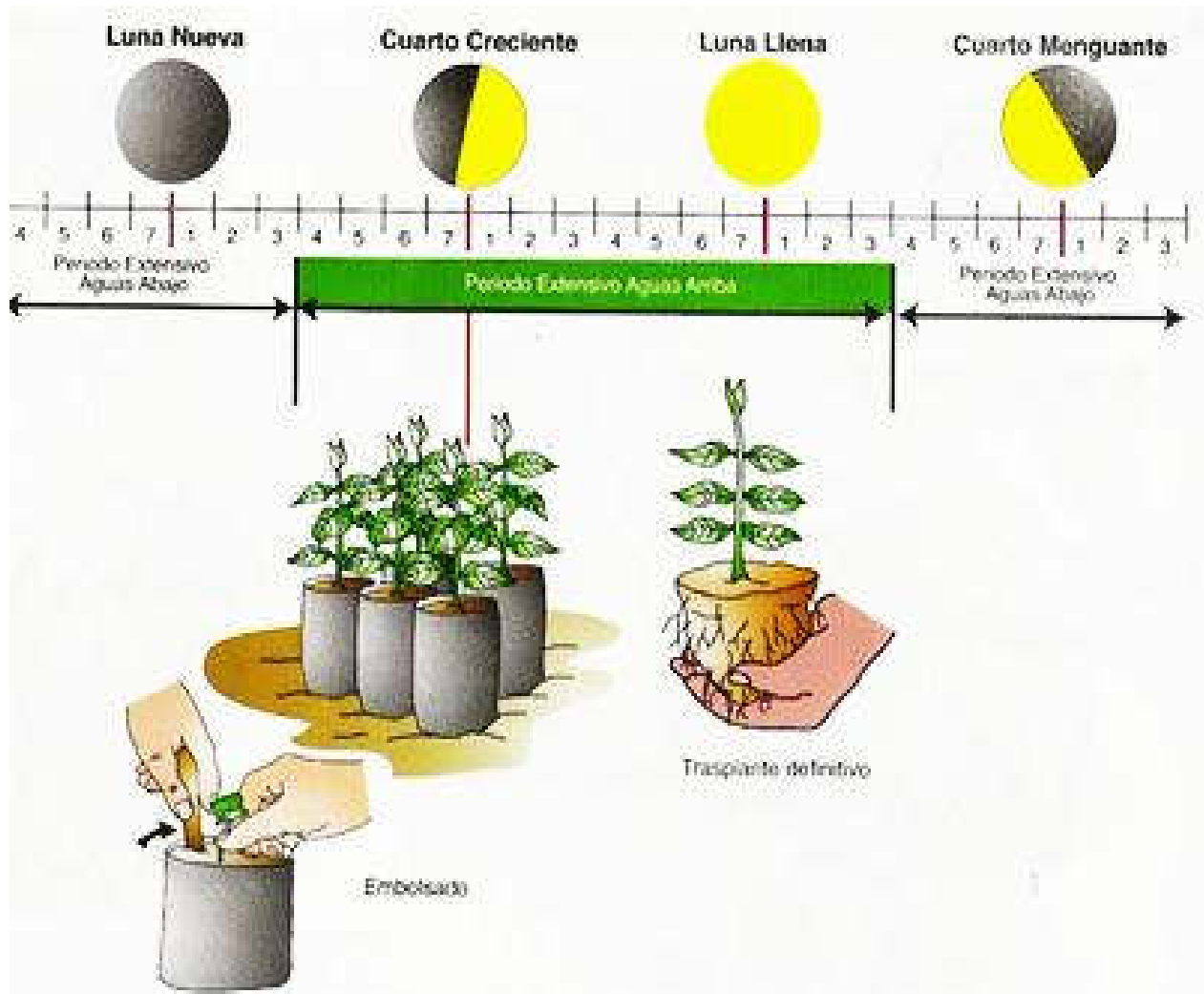
Las plantaciones están localizadas en suelos que varían desde arcillas pesadas muy erosionadas hasta arenas volcánicas recién formadas y limos.

Cuadro 1. Efectos de condiciones de Luz, temperatura y agua en el suelo sobre algunos parámetros fisiológicos de cacao de diferentes edades.

Luz	Temperatura	Agua en el suelo
<p>*La capacidad fotosintética y contenido de clorofila incrementan paralelamente. La actividad de Rubisco aumenta con la cantidad de clorofila y esta última puede ser usada como indicador del desarrollo de cloroplastos (Baker et al., 1975).</p> <p>*Plantulas crecen lentamente a plena exposición (Almeida y Valle, 2007).</p> <p>*Hojas sombreadas presentan mayores concentraciones de clorofila (Merkel et al., 1994)</p> <p>*Aumentos de fotosíntesis con aumentos de Radiación (DFF) hasta valores de 400 a 700 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Balasimha et al., 1991; Vespa, 2008).</p> <p>*La capacidad de las accesiones para crecer en diferentes condiciones esta relacionado a factores genéticos (Hutcheon, 1973).</p>	<p>*Existe una variabilidad genética en respuesta a temperatura (Daymon y Hadley, 2004).</p> <p>*Temperaturas entre 20 y 30 °C en el suelo son las óptimas para mayores conductancias estomáticas (Amarin y Valle, 1993).</p> <p>*Se ha obtenido óptimos de temperatura de 33 °C para incremento de peso seco de plántulas (Sena y Kozlowski, 1987).</p>	<p>*La resistencia al déficit de agua se da a través de un ajuste osmótico (Rada et al., 2005).</p> <p>*Significativos incrementos de K y P se dan en procesos de deshidratación. $\Psi = 1,5 \text{ MPa}$ (Almeida et al., 2002).</p> <p>*Los genotipos mantienen 90% de agua a $\Psi = 1,0 \text{ MPa}$ y llegan gradualmente a 50 % a $\Psi = 3,5 \text{ MPa}$ (Almeida et al., 2002).</p>

1.2. La fenología del cacao

Es el empleo de las fases de la luna para efectuar las labores culturales: (unas tm)



Cultivo de cacao

Para efectuar la fertilización, sea a través del sistema orgánico o inorgánico, debemos plantearnos cuatro preguntas:

1. ¿Qué aplicar?

Para ello debemos conocer la plantación y efectuar observaciones en la planta, a fin de determinar la sintomatología que esta presenta, conocer el historial del campo con la finalidad de analizar los productos aplicados y su posible respuesta.

Una vez determinado el o los elemento a aplicar se debe seleccionar la fuente a usar, toda vez que todas no se comportan de igual manera.

2. ¿Cuánto aplicar?

Se encuentra en función de las necesidades de la planta en relación al elemento, para ello debemos tener presente la eficiencia, es decir la facilidad que el elemento puede ser tomado por la planta.

3. ¿Cuándo aplicar?

Ello se encuentra en función de la fisiología de la planta o de su fenología, a fin de seleccionar los elementos o fertilizantes a aplicar de acuerdo con su función dentro de la planta.

4. ¿Cómo aplicar?

Se debe considerar que los elementos pueden presentar diferentes características, por ello su aplicación implica determinadas características.

La fertilización, se encuentra en función de:

- a- Suelo, ente muy variable.
- b- Planta, los requerimientos son variables de acuerdo al híbrido
- c- Clima, relacionado con las características del suelo y del comportamiento de la planta
- d- Manejo del suelo y del cultivo en general.

De allí que las fórmulas a aplicar van a variar de acuerdo a estas consideraciones.

Es por ello que las fórmulas de fertilización son particulares para cada caso y cada ambiente, las mismas que deben ser consideradas en base a:

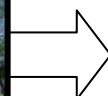
- a. La extracción por parte del cultivo, basado principalmente en los requerimientos de nutrientes para producir una determinada cantidad de semillas.
- b. El suelo, como fuente de abastecimiento de nutrientes, ello lo podemos asumir en base a los análisis de suelos, análisis foliares y la observación de la plantación, es decir observación de la sintomatología de la planta.
- c. La conducción del cultivo, si lleva o no sombra, presenta o no cultivos asociados, aplicaciones de diferentes productos, etc.
- d. Si bien los análisis y las observaciones son fáciles de obtener, el problema se relaciona con las cantidades de extracción y los niveles a nivel foliar, considerados como óptimos.

INTERPRETACION DE ANALISIS DE SUELOS PARA EL CULTIVO DE CACAO				
DETERMINACION	UNIDAD	INTERPRETACION		
		ALTO	MEDIO	BAJO
pH		6,5 – 7,5	6,4 – 5,1	< 5,1
P	ppm	>14	8 - 14	< 8
S	ppm	>12	6 - 12	< 6
K	cmol+ kg⁻¹	>0,4	0,2 – 0,4	< 0,2
Ca	cmol+ kg⁻¹	>9	5 - 9	<5
Mg	cmol+ kg⁻¹	>2,3	1,6 – 2,3	<1,6

Campo	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cambiables					
						Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺² me/100g	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ +	H ⁻
Cal. 7, (Pinto Recodo) Mishqiyacu , Prof. 0-15 cm	6.93	0.22	0	7.1	171	60	32	8	Fr.A.	16.48	12.46	3.48	0.34	0.19	0	0
Prof. 15-45 cm	5.41	0.08	0	8.2	296	64	22	14	Fr.A.	7.2	3.32	1.62	0.42	0.35	0.5	0.5
Cal. 8, - La Loma, Prof. 0-35 cm	5.91	0.1	0	3.5	158	44	32	24	Fr.	16	13.14	1.95	0.34	0.27	0.3	0.3
Prof 35 – 90 cm	5.1	0.06	0	8.1	151	32	24	44	Ar.	23.2	18.55	2.45	0.38	0.52	1.3	1.3

Pérdida anual de nutrientes del suelo en función de un rendimiento de 100 kg/ha

	N (Kg)	P (Kg)	K (Kg)
Semillas	23,2	6,0	19,6
Cáscaras	19,6	2,0	44,5
Total	42,8	8,0	64,1



Extracción

Nutrientes absorbidos desde el suelo

MACRONUTRIENTES

PRIMARIOS

N= NO_3^- , NH_4^+

P= H_2PO_4^-

K= K^+

SECUNDARIOS

Ca = Ca^{2+}

Mg= Mg^{2+}

S= SO_4^{2-}

MICRONUTRIENTES

Fe= Fe^{2+}

Cu= Cu^{2+}

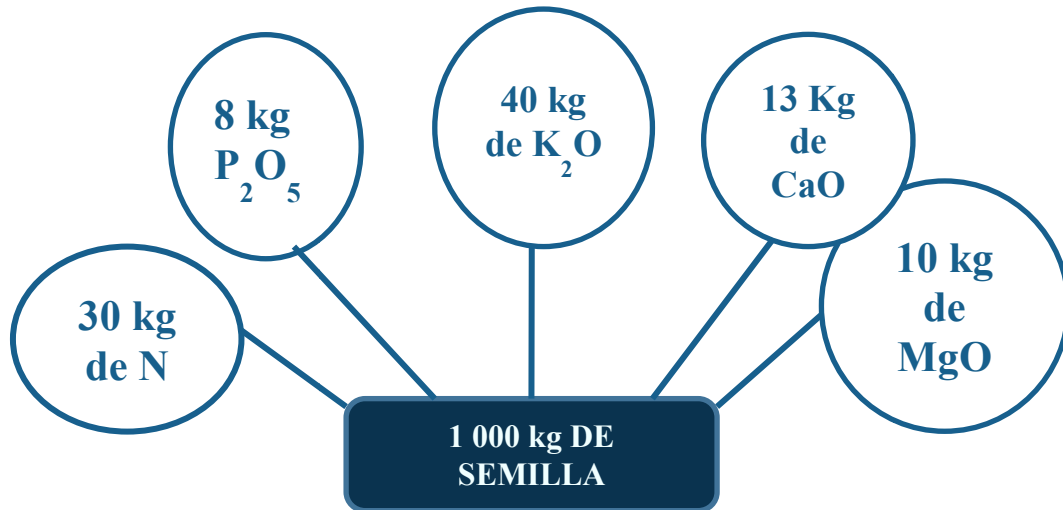
B = H_3BO_3

Mn= Mn^{2+} Cl= Cl^-

Zn= Zn^{2+} Ni= ¿?

Mo= MoO_4^{2-}

**NUTRIENTES REMOVIDOS POR EL CACAO
DEPENDE DEL ESTADO NUTRICIONAL DEL ARBOL**



1.3. Fertilizantes en el mercado

Orgánicos

Para mejorar las propiedades del suelo

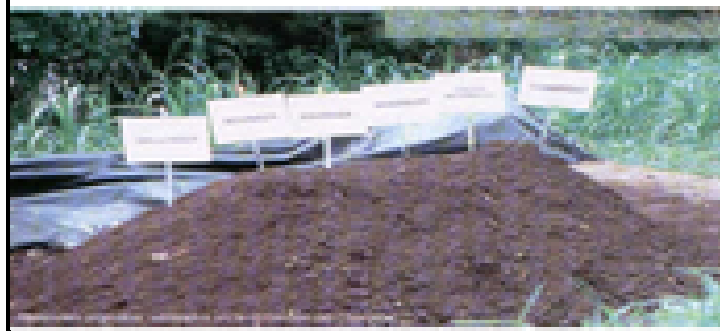
Son empleadas materias orgánicas de difícil descomposición (no está determinada por la relación C/N)

- Compost, el cual puede ser preparado a partir de los residuos del cacao, o a partir de otros residuos vegetales combinados con residuos animales.
- Estiercol de vaca, auquénido, caballo y otros
- Residuos de cosecha, entre otros





LOMBRICO MPOST



COMPOST

Para mejorar la concentración de nutrientes para el cultivo:

Son empleadas fuentes orgánicas de moderada a alta velocidad de descomposición, que permitan abastecer de nutrientes en un tiempo relativamente corto. Entre estas fuentes podemos anotar:

- a. Guano de islas, durante aproximadamente 3 meses libera sus nutrientes(10-10-2)
- b. Gallinaza
- c. Guano de aves
- d. Abonos verdes, plantaciones que antes de la floración son incorporadas al suelo

Inorgánicos

Los abonos simples, en base a n, p_2O_5 y K_2O , principalmente urea, nitrato de amonio, superfosfato triple, cloruro o sulfato de potasio, el sulfato de potasio y magnesio, entre otros

Los abonos compuestos, aquellos que las casas comerciales preparan en base a la capacidad extractiva



Capa superficial con presencia de MO es muy delgada

En la bibliografía existen diferentes fórmulas para determinar la mejor para el cultivo:

Respuestas del cacao a la aplicación de dosis de N y K en Santander, Colombia. Los datos son promedios de 5 años

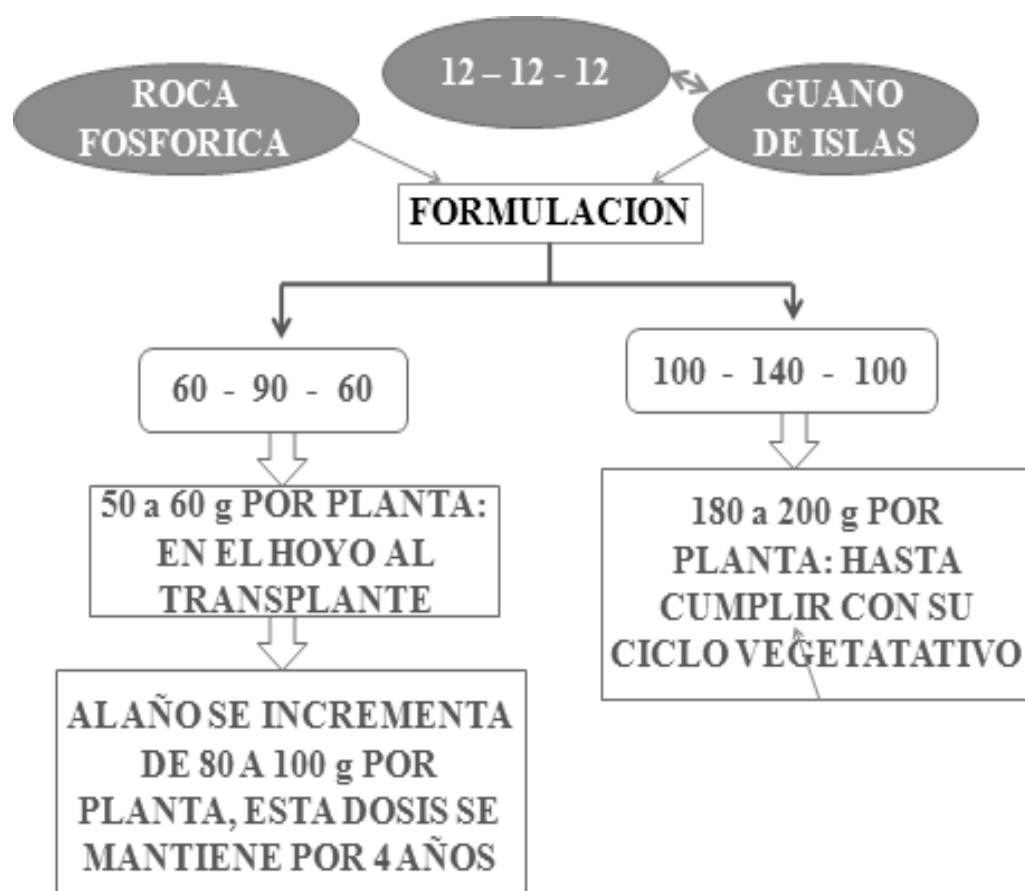
Tratamientos, Kg/ha			Rendimiento
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Kg/ha
50	90	50	560
100	90	50	574
150	90	50	572
50	90	100	601
100	90	100	650
150	90	100	943
50	90	200	819
100	90	200	1049
150	90	200	1160
Testigo**			562
*2 Kg de gallinas y 200g de dolomita por planta			

1.4. Aplicación de fertilizantes

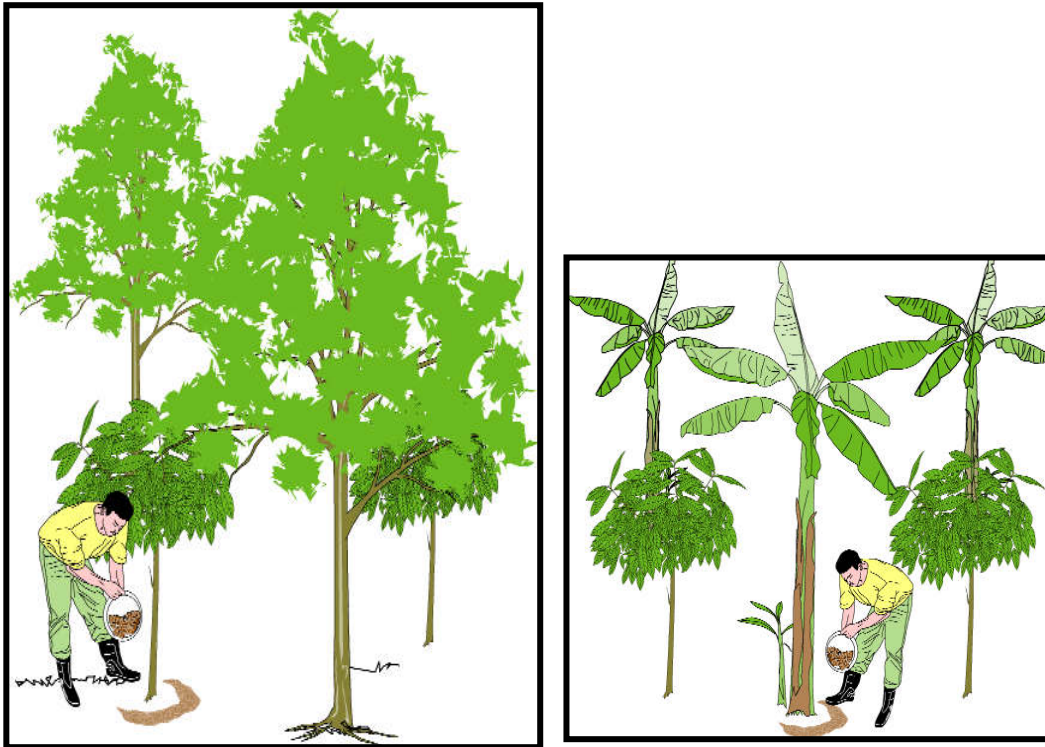
En el transplante se debe poner abono orgánico o fertilizante en el fondo. Seguidamente a los 3 meses de la siembra es conveniente abonar con un kilogramo de abono orgánico o bioabono. 100 gramos de un fertilizante como 20-10-6-5- alrededor de cada plantita, en un diámetro de 80 cm aproximadamente.

Durante el primer y segundo año las necesidades por planta son de 60 gramos de nitrógeno, 30 g de P₂O₅, 24 g de K₂O y 82 g de S O₄. Del tercer año en adelante, el abonado se debe hacer basándose en un análisis del suelo.

En general se aconseja aplicar los fertilizantes en tres o cuatro aplicaciones, con la finalidad de evitar pérdidas de elementos por evaporación o escurrimiento, facilitándose así a la planta los elementos nutritivos en las épocas más adecuadas para un mejor aprovechamiento.



II. FORMA DE APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE



Para su mejor aprovechamiento, siempre las fertilizaciones en cacao deben hacerse inmediatamente después de las regulaciones de sombra y de las podas.

2.1. Síntomas de deficiencia



Síntomas de deficiencia de azufre en las hojas nuevas

Nitrógeno



Fosforo



Potasio



Calcio



Magnesio



Hierro



Zinc



Boro



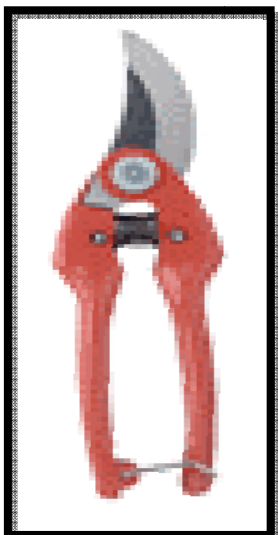
III. MANEJO DE LA POST COSECHA EN CACAO

3.1. Beneficio del cacao

Proceso que se le da al grano para obtener un producto de calidad.



3.2. Herramientas para la cosecha selectiva y quiebra



3.3. Cosecha selectiva

Cosechar frutos maduros. No cosechar frutos verdes, pintones, ni sobre maduros (granos pizarrosos y menor peso, granos germinados).

Hacer una remoción de frutos enfermos. Los frutos cosechados pueden permanecer sin quebrar máximo hasta 3 días. Cosechar cada 15 días.



IV. CUIDADOS DURANTE LA COSECHA

El corte del pedúnculo o huatito del fruto debe ser lo más pegado a este. No retorcer o arrancar el fruto con las manos. No subir al árbol. La finalidad es no malograr los cojines florales.



4.1. Quiebra

La quiebra de frutos debe efectuarse en diferentes sitios de la parcela debido a que la cáscara sirva como refugio natural de los insectos polinizadores y a su vez aporta materia orgánica y mineral al suelo.



4.2. Quiebra de mazorcas

Los frutos deben partirse de preferencia en forma oblicua con un machete corto sin filo de 30-40 cm de largo, para evitar cortar las almendras.

4.3. Extracción de almendras con mucilago

Al momento de extraer las almendras de la mazorca se debe eliminar la placenta, almendras podridas, malogradas, germinadas y pedazos de cáscara.



V. FERMENTACIÓN

Proceso por el cual las almendras frescas se someten a profundos cambios físicos y bioquímicos que dan a las almendras su particular calidad. Mediante la Fermentación se consigue:

- Eliminar el mucílago o pulpa externa
- Matar el embrión
- Dar calor, aroma y sabor característico del chocolate
- Facilitar el secado y almacenado



5.1. Métodos de fermentación

- Cajón de Madera.
- Sacos de polipropileno.
- Montones y canastas



Modelos de cajones fermentadores



5.2. Procesos de la fermentación

Cubrir con hojas de plátano o bijao, luego abrigar con sacos de yute o trapos viejos.

Dejar fermentar por un lapso de 2 días (48 horas)



Cumplido las 48 horas, destapar la masa y efectuar la primera remoción con una palana de madera de un compartimento a otro. Repetir la operación:

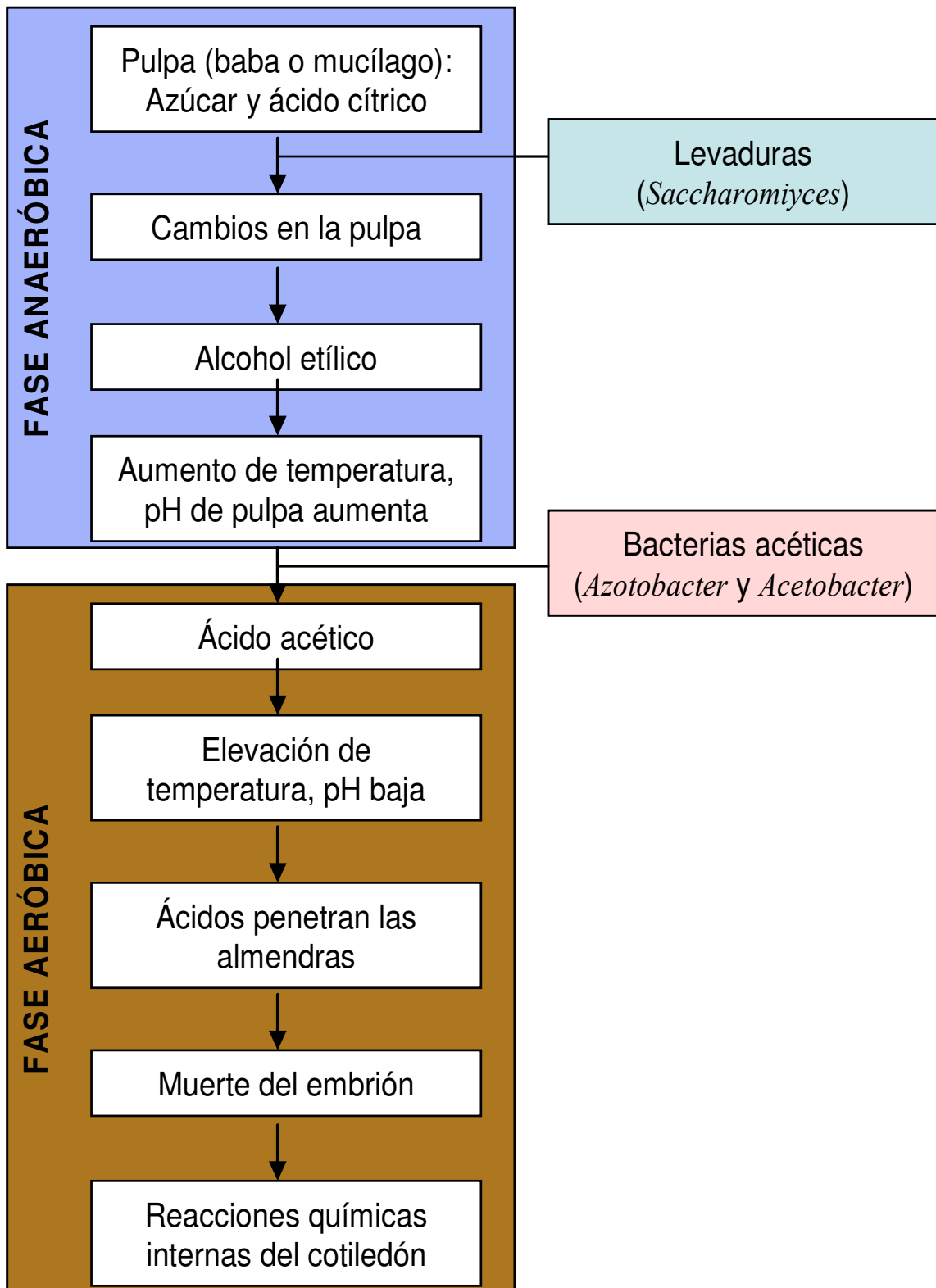
Al tercer día (72 horas), cuarto día (96 horas) y quinto día (120 horas). Cumplido el quinto día después de efectuado la remoción de las almendras, se toman 10 semillas al azar y se procede a determinar el grado de fermentación.

Si al cortar 10 almendras, por lo menos 7 emiten un líquido de color marrón chocolate oscuro, quiere decir que las almendras están fermentadas y se procede al secado.

De no ser así, se deja un día más. Al sexto día se saca al sol para iniciar el secado.



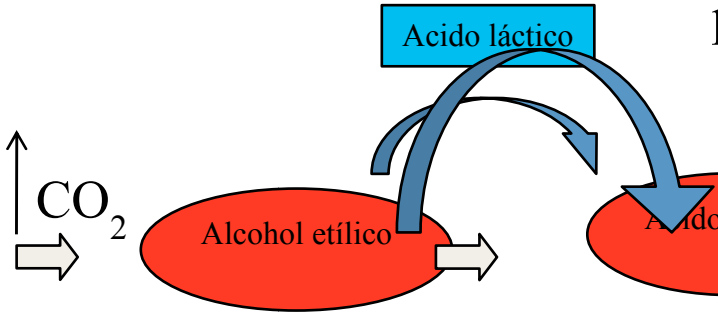
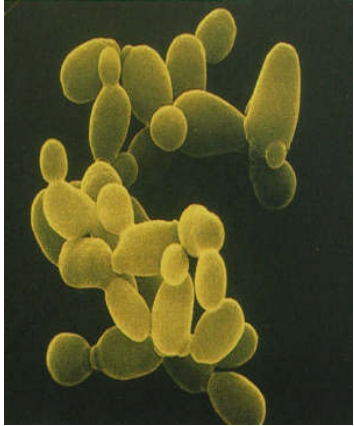
5.3. Fases de la fermentacion



FASE ANAEROBICA



Mucílago:
 -Azúcar: Sacarosa:
 Glucosa, Fructuosa Medio
 apropiado
 -Pectinas
 para levaduras
 -pH: 3 a 4
 -Acido citrico libre



T° 40 -45 C

Levaduras

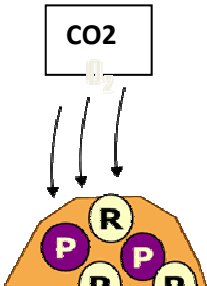
Bacterias acéticas



Muerte del embrión

FASE AEROBICA

Cacao bien Fermentado



Manteca de cacao
 Almidón
 Proteínas
 Enzimas



VI. SECADO

Es el complemento de la fermentación, mediante este proceso los granos adquieren el sabor y aroma a chocolate

El secado se realiza en:

- Eras de cemento.
- Tarimas de madera.
- Mantas de polipropileno sobre tarimas o esteras de caña-brava.

El secado al sol es el método natural y comúnmente usado en nuestro medio.

Nunca secar sobre calaminas o directo en el suelo, porque le quita calidad al grano, al estar expuesto a



factores contaminantes (animales, polvo, etc.).

El espesor de la capa de almendras debe ser de 5cm durante los dos primeros días lo que garantiza un secado gradual y óptimo.

En este proceso se elimina un 60% de humedad quedando finalmente el grano con un 7-8% que es la humedad comercial.

VII. FORMAS DE MEDIR EL GRADO DE HUMEDAD

Técnicamente, la forma más exacta de medir el grado de secado es con el determinador de humedad de granos.

En la práctica, se reconoce los granos secos cuando con la presión de los dedos los granos se rompen y se descascaran fácilmente.



VIII. CONTROL DE CALIDAD DEL CACAO EN GRANO

Hacer muestreos al azar para determinar el grado de fermentación y secado del lote a analizar (máximo 30% de sacos) para controles durante todo el proceso de:

- % de humedad interna del grano.
- Prueba de corte para determinar:
 - Granos fermentados.
 - Granos pizarras.
 - Granos violetas.
 - Granos mohosos.



8.1. Principales parámetros de calidad

<i>PARAMETROS DE CALIDAD</i>	<i>GRADO I</i>	<i>GRADO II</i>
CALIBRE	100 Granos/ 100 g	100 Granos/ 100 g
HUMEDAD	7.5%	7.5%
DEFECTOS	5 % Máximo	5 % Máximo
GRANOS PIZARROZOS	5 % Máximo	5 % Máximo
GRANOS VIOLETAS	15 % Máximo	20 % Máximo
GRANOS FERMENTADOS	80%	75%
OLORES	Ausencia total de olores y sabores extraños	Ausencia total de olores y sabores extraños
ACIDEZ	1 % Máximo	1 % Máximo

8.2. Clasificación de los granos de cacao y sus efectos en el chocolate

CLASIFICACION		DEFINICION	ORIGEN	EFFECTO EN EL CHOCOLATE
Grano completamente fermentado		Granos con cotiledones color interno marrón, agrietamiento del cotiledón	Fermentación completa de la almendra	Chocolate de buen sabor a cacao sin exceso de astringencia o amargor
Grano violeta		Granos de color interno violeta, con ligera resquebrajadura del cotiledón	Fermentación insuficiente del grano	Chocolate con débil sabor a cacao, apreciación astringente y amarga al paladar
Grano pizarrosos		Granos con parte interna compacta, de coloración gris negrusco, en más de la mitad de la superficie expuesta	Grano sin fermentar, granos de mazorca verde y/o pintonas	Chocolate con ausencia de sabor a cacao, excesivamente amargo o astringente.
Grano con moho		Granos con parte interna con moho a simple vista	Almacenamiento de granos muy húmedos, granos germinados, secado deficiente y lento	Sabor desagradable que no se puede quitar

FUENTE: Manual del cultivo de cacao - ANECACAO - Ecuador - 2006

IX. ALMACENAMIENTO

Las instalaciones para almacenar los granos de cacao deben ser limpios, ventilados, iluminados y secos; para impedir el ataque de hongos e insectos.

Los granos secos de cacao deben ser almacenados en sacos de yute, acomodados o apilados sobre parihuelas de madera.



El almacén debe estar aislado de productos que emanen olores fuertes (pesticidas, humo, servicios higiénicos, kerosene, etc.)

El cacao con 7 % de humedad puede mantenerse en almacén por un periodo de 4 meses aproximadamente.



RESUMEN



CACAO EN MAZORCA



CACAO EN BABA



CACAO FERMENTADO



CACAO PASILLA/DESCARTE



CACAO HOMOGENIZADO



INDUSTRIA DEL CHOCOLATE



EXPORTACION CALIDAD
GRADO 1



“UN CACAO DE CALIDAD TIENE UN EXCELENTE SABOR Y AROMA A CHOCOLATE”

