

MANUAL DE BENEFICIO DEL CACAO

2008

Para: técnicos, profesionales
del sector agropecuario y productores



GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

CORPORACIÓN PARA INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
La Ciencia al Servicio de la Vida

Compañía Nacional de Chocolates

Universidad de Antioquia
GEM
Grupo Interdisciplinario de Estudios Moleculares

SECRETARIA DE AGRICULTURA DE ANTIOQUIA
COMPAÑÍA NACIONAL DE CHOCOLATES S. A.
CORPORACION PARA INVESTIGACIONES BIOLOGICAS (CIB)
GRUPO GIEM UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

MANUAL DE BENEFICIO DEL CACAO

2008

Para: técnicos, profesionales
del sector agropecuario y productores

Autores:
Gabriel Cubillos
Gabriel Jaime Merizalde
Elizabeth Correa

Medellín (Antioquia), Colombia S.A., Octubre de 2008

Agradecimientos

Los autores agradecen muy especialmente a la Secretaría de Agricultura de Antioquia, a la Compañía Nacional de Chocolates, a la Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB) y Grupo GIEM de la Universidad de Antioquia, por el patrocinio del estudio que originó la preparación de este manual.

Hacemos nuestro reconocimiento a la Compañía Nacional de Chocolates y a la Secretaría de Agricultura de Antioquia por su participación en la co-financiación, logística, revisión y diagramación de esta publicación, al Ingeniero Jorge Alejandro Vásquez por revisar el manuscrito y mejorar su presentación, a la Federación Nacional de Cacaoteros, a sus funcionarios Ings. Agrónomos Iván Darío Góez, Leonel Hernando Ortiz y a sus técnicos Jairo Mesa, Ángel José Salazar y Alberto Suárez por su interés y concurso en la selección de las fincas, a los agricultores del Magdalena Medio antioqueño: José Quijano (Finca El Danubio), Carlos Mario Ochoa (Finca Pascuitas), Omar Muñoz (Finca Tierradentro) y Olivia Gallego (Finca Villa Elena); de Urabá: Ángel García (Finca Hermanos Causil), Francisco Restrepo (Finca La Marina), Nolberto García (Finca El Mandarino) y Hamilton Regino (Finca Villa Leidy) y del Suroeste de Antioquia: Dr. Francisco Hurtado (Hacienda Colombia), Dr. Sergio Cadavid, Héctor López, Ruth Idárraga (Granja Agrícola La Nacional de la Compañía Nacional de Chocolates), Libardo Gómez (Finca Santa Lucía), Jesús Aurelio Llano (Finca La Poima), quienes con su disposición facilitaron la realización de los estudios de beneficio del cacao resumidos en la cartilla. En general, a todas aquellas personas no mencionadas cuya participación permitió llevar a feliz término nuestro trabajo. A todos muchas gracias.



Presentación

Con sano criterio, en torno al cacao se han venido desplegando a lo largo y ancho de la geografía de Colombia y en nuestro caso del departamento, grandes campañas de fomento del cultivo de tan extraordinaria especie. Se han masificado instituciones, entidades, empresarios y productores rasos para engrandecer las áreas de cultivo, oportunamente apoyados todos, en los avances tecnológicos más recientes.

Clones más productivos, precoces y tolerantes a las diferentes plagas y enfermedades, antaño limitantes, están siendo sembrados con especial interés.

Sus particulares características de cultivo de tardío y largo rendimiento, especie productora – protectora exitosamente conjugadas con climas y suelos de aptitud sin restricciones, cada día lo cotizan más en la baraja de opciones para adelantar procesos de verdadero Desarrollo Rural, sostenible y rentable.

Los mercados, cada vez son más exigentes y además concientes de pagar calidad. El cacao no es la excepción. La identificación de los parámetros que pueden hacer mucho más rentable el cultivo de cacao se deben encaminar a producir materia prima para mercados nacionales e internacionales cada día más exigentes en calidad.



Cosechar oportunamente los frutos en su estado de madurez ideal, su desgrane, fermentación, secado, selección y empaque del cacao no se pueden convertir en labores rutinarias de cada productor. Estas labores deben ser realizadas oportunamente y cada vez con mayor cuidado de acuerdo con la zona y a las condiciones específicas del cultivo, tal cual lo indica el manual.

Nos complace, entonces, a nombre de la Gobernación de Antioquia – Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Compañía Nacional de Chocolates, CIB (Corporación para Investigaciones Biológicas) y Grupo GIEM de la Universidad de Antioquia entregar a la comunidad cacaotera de Antioquia y del país esta valiosa herramienta técnica, que marca el principio del proceso de mejoramiento en la transferencia de tecnología del cultivo, que cada día debe hacer mayor énfasis en los indicadores de calidad para los mercados.

EDGAR ARRUBLA CANO
Secretario de Agricultura y Desarrollo Rural
Departamento de Antioquia



Contenido

INTRODUCCION 13

BENEFICIO DEL CACAO 14

Cosecha y desgrane 14

Fermentación 19

Secado 22

- Secado natural 22
- Secado artificial 23

Selección 24

Clasificación 25

Empaque 26

Almacenamiento 26

Normas de calidad 26

- Granos mohosos 27
- Granos pizarrosos 27
- Granos germinados 27
- Granos planchos o arrugados 27

Requisitos de calidad 28

BIBLIOGRAFIA 29



Introduccion

El beneficio o cura del cacao es simplemente el proceso que se realiza al grano para que reúna las condiciones físicas, químicas y sensoriales que exige la industria y el consumidor final. Es un proceso definitivo para obtener una materia prima de la mejor calidad en armonía con la salud y la seguridad de los productores y operarios. Corresponde exactamente a las operaciones de cosecha de los frutos o mazorcas, fermentación, secado, limpieza y selección, clasificación, empaque y almacenamiento de los granos.

El beneficio es determinante de la calidad del grano y, por supuesto, del precio que el comerciante finalmente está dispuesto a pagar. De la calidad depende, también, la riqueza alimentaría y el bienestar de la población.

Es necesario caracterizar los sistemas de beneficio que se acostumbra emplear en las fincas de las distintas localidades o zonas de producción, para que sirvan de referencia y ajustar las prácticas a lo que realmente se debe y puede hacer de acuerdo con las condiciones socio-económicas de los agricultores, pero con el propósito de mejorar la calidad del producto y el nivel de vida de los productores.

La preferencia del cliente por una materia prima de determinado origen está relacionada con su calidad y consistencia en el tiempo. La preocupación de técnicos y agricultores debe estar orientada hacia la producción de granos de cacao que satisfagan el deseo y gusto del consumidor quien finalmente es el soporte de la cadena cacao-chocolate.

Beneficio del cacao

Normalmente se considera que el beneficio del cacao comprende aquellas operaciones que se hacen al grano después de la cosecha. Sin embargo, en este manual se incluyen, las operaciones de cosecha, pues estas tienen un gran impacto en el resultado final de la calidad de las almendras o granos.

Con esta consideración, el beneficio comprende las operaciones de cosecha y desgrane, fermentación, secado, selección, clasificación, empaque y almacenamiento, las cuales serán tratadas a continuación.

Cosecha y desgrane

El estado ideal para cosechar las mazorcas es cuando están maduras. Sin embargo, en el momento de la recolección, no todas se encuentran en ese estado, y se recolectan también las mazorcas que recién comienzan su maduración (pintonas) (Figuras 1 y 2).

En los períodos "picos" de cosecha, las rondas de recolección se deben realizar semanalmente. No obstante, en las temporadas de menor producción, las cosechas se pueden programar cada dos o tres semanas.

Es fundamental no dejar sobremadurar las mazorcas pues se pueden contaminar de algunas enfermedades con hongos (fungosas). Este estado propicia la germinación de los granos, que se considera un defecto de calidad.



Figura 1.
Mazorcas maduras listas para cosechar.



Figura 2.
Mazorcas maduras y pintonas cosechadas.



Figura 3.
Mazorcas verdes con granos no aprovechables.

Por ningún motivo se deben cosechar frutos aún verdes. Los granos procedentes de mazorcas verdes son duros, no se pueden separar fácilmente y no fermentan porque el mucílago no se ha terminado de formar (Figura 3).



Figura 4.
Dispositivo para abrir las mazorcas.



Figura 5.
Operario partiendo las mazorcas maduras

La cosecha de las mazorcas se debe realizar con técnicas y herramientas adecuadas. Generalmente las mazorcas se cortan con tijeras podadoras. Sin embargo, aquéllas que no se encuentran al alcance de la mano se cortan con ganchos o media-lunas afilados sujetos a un mango largo de madera liviana. El corte se hace sin estropear la rama de donde se agarra la mazorca. Cuando se sospecha la presencia de la enfermedad conocida como "mal del machete" o "llaga macana", es recomendable desinfectar las herramientas de cosecha cada día que se vaya a realizar esta operación.

Antes de partir las mazorcas, es importante separar las sanas de las enfermas, con daños de insectos o animales. Este es el punto de partida para evitar el deterioro de la calidad pues únicamente el grano sano recuperado, puede mezclarse con el grano procedente de mazorcas sanas. El grano sospechoso de mala calidad se procesa aparte. Es importante insistir que por ningún motivo se deben mezclar granos sanos con granos cuya apariencia externa indique daños de plagas o enfermedades, ya que esto deterioraría la calidad final del producto.

Por lo general, la herramienta más usada para partir las mazorcas es el machete. Sin embargo, esta herramienta tiene varios inconvenientes: el riesgo para el operario, la posibilidad de cortar los granos y el bajo rendimiento. En algunas regiones se emplea un dispositivo muy sencillo que consiste en un machete incrustado por la parte afilada a un trozo de tabla vertical debidamente apoyado sobre un trozo de tabla horizontal (Figuras 4 y 5). Las mazorcas se abren generalmente por la mitad golpeándolas sobre el lomo del machete, sujetando la mitad con una mano y ejerciendo una ligera torsión sobre la otra mitad. Las ventajas de este dispositivo se basan en la seguridad para el operador, en la rapidez de la operación y en la disminución del daño a los granos.

Los granos se extraen con los dedos dejando la placenta pegada a la mazorca y se eliminan pedazos de corteza, hojas, etc., mezclados con los granos. Para esta operación se acostumbra utilizar un guante que evita el desgarre de las uñas.

En los sitios donde se van a desgranar las mazorcas es aconsejable colocar un plástico sobre la superficie del suelo para evitar que los granos se mezclen con tierra, hojas o mugre en general.

Es recomendable desgranar en contenedores separados los granos sanos y los de apariencia alterada (Figura 6), los cuales deben fermentarse y secarse aparte. Después de abrir las mazorcas, los granos deben fermentarse antes

de 24 horas. Por ningún motivo se pueden mezclar granos procedentes de mazorcas abiertas en diferentes días.

La masa de granos que se muestra en la Figura 7 ha sido cuidadosamente seleccionada desde la cosecha de las mazorcas y es la materia prima ideal para el proceso de fermentación.

Figura 6.
Separación de granos sanos y de aspecto externo alterado por el daño de insectos y enfermedades.





Figura 7.
Masa de granos seleccionada para llevar al fermentador.

Fermentación

Es el proceso que continua después del desgrane. Consiste en amontonar los granos durante varios días con el fin de que los microorganismos descompongan el mucílago (la pulpa blanca y azucarada que envuelve los granos), aumente la temperatura para producir la muerte del germen o embrión y se inicien los cambios bioquímicos y las reacciones enzimáticas en el interior de las almendras, que van a ser los responsables de la formación de los compuestos precursores del sabor a chocolate (Figuras 8 y 9). Este proceso, facilita además el secado de los granos.



Figura 8.
Masa de granos de cacao iniciando el proceso de fermentación

Figura 9.
Masa de granos de cacao con 4 días de fermentación.



La fermentación la realiza una sucesión de microorganismos (levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias ácido acéticas), que comienza en condiciones anaeróbicas (sin presencia de oxígeno) y termina en condiciones aeróbicas (en presencia de oxígeno). Cuando la pulpa se descompone, hay liberación de calor y la temperatura de la masa puede llegar a los 45-50ºC.

Se forma alcohol, ácido láctico y ácido acético que permeabilizan la testa o membrana que cubre los granos. Estos compuestos y la temperatura, participan en la muerte del embrión, propiciando la disolución y difusión de los pigmentos (antocianinas) y alcaloides (teobromina y cafeína), que producen el sabor amargo del producto terminado. La muerte del embrión es indispensable para que se desencadenen los procesos bioquímicos que tienen lugar dentro del grano.

El tiempo de fermentación dependerá de las condiciones de temperatura del lugar y puede ser de 2 a 6-7 días según se trate de cacaos de origen criollo, trinitario o amazónico. Por ejemplo, en la región de Urabá, la fermentación con cacaos trinitarios no debe demorar más de 4 días. En la región de Támesis (Suroeste de Antioquia), la fermentación tarda entre 5-6 días porque la temperatura es más baja.

Es importante revolver, mezclar o voltear la masa de granos durante el proceso de fermentación con el propósito de facilitar la aireación, romper los granos adheridos ("bolas"), prevenir la formación de mohos y hacer más uniforme el proceso (Figura 10). Cuando la fermentación es muy corta (3-4 días), la masa se voltea cada 24 horas. Cuando la fermentación es más larga (5-6 días) el primer volteo se hace a las 48 horas y después cada 24 horas hasta terminar el proceso.

Figura 10.
Volteado de la masa de cacao para que la fermentación sea pareja.



La forma más simple de fermentar el cacao es colocar los granos sobre un tendido de hojas de plátano, banano o lona plástica formando una pila o montón, el cual se cubre igualmente con esas mismas hojas, sacos de yute o fique. Es recomendable utilizar sacos de yute o fique para cubrir la masa de almendras en todos los tipos de fermentadores, pues conservan el calor y mejoran las condiciones para las reacciones bioquímicas que se desarrollan dentro del grano (Figura 11).

Figura 11.
Masa de fermentación cubierta con costales de fique.



En algunas partes se emplean canastos para la fermentación, pero el sistema más práctico es el de cajones hechos de madera resistente a la humedad y que no desprenda olores fuertes. Los cajones llevan perforaciones de 1 centímetro de diámetro en el fondo separados a 10-15 centímetros para propiciar el escurrimiento de los exudados. Se colocan sobre soportes de 40 centímetros que los apartan del suelo y deben disponer de un pequeño drenaje que facilite la salida de todos los líquidos. Los cajones se colocan debajo de un cobertizo protegidos de la intemperie. Para fermentar pequeñas cantidades de cacao se acostumbra utilizar costales de fique que se cuelgan de un soporte para facilitar el drenaje de los exudados.

Para calcular el volumen del cajón de fermentación se toma como base la producción de la semana "pico" de todo el año. Esta producción representa el 12,5% de la producción anual. Para fermentar el volumen de cacao húmedo en metros3 equivalente a 1 kilogramo de cacao seco se emplea una constante cuyo valor es 0,003. Por ejemplo, el volumen de cajón necesario para fermentar el grano de la semana de mayor producción de una finca que produce 1.000 kilogramos de cacao seco al año es 1.000 X 12,5% X 0,003 igual a 0,375 metros3. Este volumen se logra con un cajón de 1 metro de largo, 0,70 metros de ancho y 0,60 metros de altura. Sin embargo, se podría construir un cajón de 4 metros de largo, 0,70 metros de ancho y 0,60 metros de altura dividido en cuatro compartimientos con divisiones móviles que facilitarían el volteo pasando simplemente la masa de granos de un compartimiento a otro (Figura 10). Siempre se debe tener en cuenta que la altura o profundidad de los cajones de fermentación no pase de 0,60 metros para favorecer la aireación y facilitar los volteos de la masa.

Un buen indicativo de que el proceso de fermentación está en marcha es el aspecto de los granos que muestran una concentración de colores púrpura (antocianas) en su superficie (Figura 12). La fermentación termina cuando el cacao ha escurrido, los granos se hinchan y se tornan de color pardo rojizo o canela.



Figura 12.
Granos de cacao con alta concentración de colores púrpura en el exterior.

Secado

Después de la fermentación el cacao se debe secar inmediatamente, no solo para sacar la humedad del grano que debe quedar al 7%, sino también, para que continúen algunas reacciones bioquímicas que finalmente producirán los precursores del sabor. Es tan importante el secado como una buena fermentación. El contenido de humedad de los granos secos no debe ser mayor al 8% por la propensión de los granos a enmohecerse, tampoco debe estar por debajo del 6%, porque los granos se vuelven frágiles y quebradizos.

Secado natural

El secado se realiza normalmente al sol sobre plataformas de madera (Figura 13). Para que el proceso sea uniforme, el primer día los granos se deben revolver con poca frecuencia y en los días siguientes con mayor frecuencia hasta terminar el proceso (Figura 14). La mejor señal de que el secado ha terminado es el resquebrajamiento o crujido que se siente al apretar un puñado de los granos en las primeras horas de la mañana. Al terminar el secado, en el interior de los granos se desarrolla la estructura arriñonada y el color pardo típico del cacao bien beneficiado (Figura 15).

Figura 13.
Grano de cacao recién puesto a secar al sol



Figura 14.
Remoción del grano para que el secado sea uniforme



Según las horas de sol y la intensidad de los rayos solares, el secado demora normalmente entre 3 y 9 días. Se aprovecha la operación de secado para remover los granos planchos, arrugados, negros, mohosos, pequeños, pegados, dañados por insectos, partidos y todo el material extraño que se encuentre.

La superficie de secado se calcula teniendo en cuenta la producción de cacao seco de la finca en la semana pico para lo cual se multiplica la producción por 0,1 que es el factor de conversión de metros2 por kilogramo.



Figura 15.
Estructura y color de un grano de cacao bien beneficiado.

Secado artificial

En algunas regiones (Arauca, por ejemplo), la época de cosecha coincide con la temporada de invierno y bajo condiciones naturales es difícil secar el cacao debido la escasa luminosidad. En ese caso hay que emplear un sistema de secado artificial porque de lo contrario el secado al sol sería muy prolongado y los granos correrían el riesgo de contaminarse de hongos deteriorándose su calidad.

Para este tipo de secado se emplea aire caliente. El secador artificial más simple es básicamente una plataforma permeable (de madera, metálica o una lámina de aluminio perforada) empotrada horizontalmente sobre una cámara provista de un quemador de carbón o combustible acoplada a un tubo metálico con su extremo posterior unido a una chimenea cuyo diámetro debe ser mínimo el 10% del diámetro del tubo. En la lámina perforada los huecos deben tener una separación de 3 centímetros y su diámetro o longitud no debe pasar de 1 centímetro.

El aire caliente sale por la plataforma y seca los granos de cacao. Como el extremo posterior de la plataforma calienta más que el lado del quemador, es necesario voltear la masa de granos intercambiando gradualmente su posición para que el secado sea lo más uniforme posible.

Para facilitar el secado, el espesor de la masa de granos debe ser de unos 12 centímetros. La temperatura del aire caliente no puede ser mayor de 60 ºC con el fin de evitar la inactivación de reacciones enzimáticas fundamentales e indispensables en la formación de los precursores del sabor. Las temperaturas elevadas anticipan el proceso de tostado o tostión de los granos, los cuales se vuelven frágiles y quebradizos. Con una temperatura de 55 – 60 ºC el proceso de secado se completa en 30 – 34 horas.

En caso de que se requiera construir un modelo de secador, se puede consultar las referencias descritas en la bibliografía (Cadbury Brothers Ltd. 1963 y Wood and Lass, 1985).

Selección

Después del secado, hay que someter los granos a una minuciosa limpieza eliminando todos los materiales extraños mezclados con ellos (pedazos de corteza, placenta, etc.), granos negros, mohosos, dañados por insectos, quebrados, arrugados, pegados, pedazos de cascarilla y polvo. Normalmente se emplean tamices que permiten hacer la separación y ventiladores para soplar el polvo y pedazos de cascarilla (Figura 16).

Figura 16. Selección y limpieza del grano fermentado y seco.



Clasificación

La frecuencia de granos planos y muy pequeños (menos de 1 gramo por grano) en un lote de cacao varía de acuerdo con el material de siembra y las condiciones de crecimiento. El examen de una muestra dirá si es necesario emplear tamices para separar esos granos. Cuando sea necesario, el grano se pasa por zarandas o tamices específicos para separar el cacao de primera calidad (Figura 17) de la "pasilla" (granos con menos del 50% de almendra, Figura 21). Para este efecto se acostumbra la zaranda No. 6 que es especial para cacao. El cacao de primera calidad está compuesto de granos enteros con un margen amplio de tamaño.



Figura 17. Grano clasificado como de primera calidad

Empaque

El grano seco, limpio y clasificado se empaca en sacos o costales de fique o yute nuevos o en perfecto estado, que no se hayan empleado antes para empacar productos con olores penetrantes (pescado, por ejemplo). Después de empacar el grano se pesa de tal manera que el peso neto de un saco sea de 62,5 kilogramos o sea 16 sacos por tonelada métrica.

Almacenamiento

El almacenamiento de granos de cacao en las fincas tiene serios inconvenientes. Generalmente no se dispone de bodegas adecuadas y seguras, y cuando los granos no se han secado apropiadamente, están propensos a invasión de mohos y a infestarse de insectos. En el trópico el cacao soporta períodos de almacenamiento de 2 a 3 meses sin asumir riesgos en su calidad. Lo más aconsejable es comercializar el grano inmediatamente después de su empaque en los mercados locales o en las agencias directas de los fabricantes.

Normas de calidad

Los granos de cacao deben cumplir con ciertos criterios que satisfagan las necesidades del comprador. El cacao debe estar adecuadamente fermentado y seco (7% de humedad), libre de olores y de cuerpos extraños, no debe superar los límites en los contenidos de granos pizarrosos (sin fermentar o sub-fermentados), en el contenido de granos planchos, dobles, quebrados, mohosos, infestados de insectos o germinados. El límite inferior del peso de un grano debe ser de 1 gramo.

El método normal empleado para evaluar la calidad de los granos es la "prueba de corte". Consiste en cortar longitudinalmente 100 granos procediendo a examinar la mitad de cada uno de ellos para contar el número de granos defectuosos. Es una prueba que sirve, además, para evaluar el grado de fermentación.

Es importante conocer las definiciones de los granos defectuosos empleados en los estándares internacionales. Las siguientes son las más importantes:



Figura 18. Grano pizarroso.

Granos pizarrosos: Se reconocen por su característico color pizarra y textura de queso (Figura 18). El chocolate preparado con estos granos es de color gris oscuro, extremadamente amargo y astringente y ausente de sabor. Son granos que se secan antes de que se haya iniciado cualquier proceso de fermentación. Ocurren cuando hay una mezcla inadecuada de la masa de almendras,



Figura 19. Grano con moho interno.

Granos mohosos: Los mohos internos constituyen uno de los defectos más graves porque, aún en pequeña proporción, dan lugar a malos sabores (rancio, pasados o a rincón) (Figura 19). Algunos mohos pueden originar sustancias dañinas para la salud pública (micotoxinas). Los mohos generalmente se forman cuando el secado es lento o muy prolongado, cuando no se revuelve bien o cuando su contenido de humedad es mayor del 8%.



Figura 20. Granos germinados.

Granos germinados: Es un defecto que se origina antes de la fermentación y normalmente ocurre cuando las mazorcas se cosechan sobremaduras (Figura 20). Los granos ya están germinados o se germinan al comienzo de la fermentación. El germen del grano se desprende y deja un hueco redondo en la testa o cascarilla. El grano queda predispuesto a ser invadido por hongos o al ataque de insectos.



Figura 21. Granos planchos o arrugados ("pasilla").

Granos planchos o arrugados: Son granos imperfectamente desarrollados con muy poco contenido de almendra (se conoce comercialmente como pasilla) (Figura 21). Su presencia merma el rendimiento y es necesario separarlos por medio de zarandas o máquinas clasificadoras.



Requisitos de calidad

En Colombia, el cacao corriente debe cumplir con unos requisitos mínimos de calidad para que su comercialización no tenga inconvenientes o rechazos de parte de los fabricantes. Esos requisitos son los siguientes:

Humedad: 7%.
Peso de 100 granos: Mínimo 105 gramos.
Granos bien fermentados: Mínimo 65%
Granos regularmente fermentados: Máximo 35%
Granos pizarrosos: Máximo 3%
Granos mohosos: Máximo 3%
Granos germinados, planchos e infestados por insectos: Máximo 3%.

Bibliografia

Consultative board on the world cocoa economy. 2007. Overview of "best known practices" in cocoa production. ICCO Offices. London.

Hardy, Frederick. 1961. Manual de cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica.

Lopez, Alex S. 1986. Chemical changes occurring during the processing of cacao. Procceedings of the symposium cacao biotechnology. Edited by Paul S. Dimick. The Pennsylvania State University.

Dimick. The Pennsylvania State University.

Santana, Carlos A.M. 1981. Beneficiamento e padronização do cacau. Deped-Emarc-Ur-Nagri. Urucuca, Brasil.

Schwan, Rosane Freitas. 1998. Cocoa fermentations conducted with a defined microbial cocktail inoculum. Applied and environmental microbiology.

Schwan, Rosane and Alan E. Wheals. F. 2004. The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality.

The cocoa, Chocolate and Confectionery Alliance. 1984 Cocoa beans Chocolate Manufacturers' Quality Requirements. 3th edition. London.

Velloso, Luis Fernando. 1985. Manual do beneficiador de cacau. Ceplac. Bahia, Brasil.

Vivas, Jorge y Humberto Reyes. 1972. Cacao Fermentación y Secado. Ministerio de Agricultura y Cría. Estación Experimental de Caucagua, Estado Aragua, Venezuela.

Wood, G. A. R. and R. A. Lass. 1985. Cocoa. Fourth edition. Tropical Agriculture Series. Longman Group Limited. Longman Inc., New York.

