

IMPORTE QUE PAGA EL INGENIERO AGRICOLA

BERNARDO BARRERO MORA

AL CENTRO DE CACAO

DE

INSTITUTO INTERMUNICIPAL DE CIENCIAS AGRICOLAS

DE TONTOCUALPA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO

DE

ESPECIALISTA EN CACAO

TABLA DE CONTENIDOS

	<u>Página</u>
I.- INTRODUCCION	
II.- MATERIAL DE ESTUDIO	
Descripción de la Planta	2
Sistema Radical	2
Tronco	4
Hojas	4
Cojines Florales	4
La Flor : Descripción	5
El Fruto	5
La Semilla	5
III.- CONSIDERACIONES ECOLOGICAS	
Clima	6
Precipitación	6
Temperatura	6
Suelos	7
Textura	7
IV.- CONSIDERACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL ARBOL	
Crecimiento	8
Floración	9
Polinización	9
La Autoincompatibilidad	12
El Desarrollo del Fruto	12
El Cherville Wilt	13
V.- ESTUDIO DEL MEJORAMIENTO DE LA PLANTA	
Selección	15
Producción y Vigor	15
Resistencia	15
Facilidad de Propagación	15
Rendimiento	16
Calidad	16
VI.- PROPAGACION DEL ARBOL	
Propagación por Semilla	17
Propagación Vegetativa	18
Injertos	18
Técnica del Injerto	18
Preparación del Material	18
Transporte del Material	18
Rechura del Injerto	18
Propagación por Estacas	18
Factores que Intervienen en el Enraizamiento	
Humedad	19
Temperatura	19
Luz	20

TABLA DE CONTENIDOS (2)

Página

Descripción de los Métodos de Enraizamiento	
Método de Trinidad	20
Modificación	20
Método de la Caja	20
Obtención y Preparación de las Estacas	20
Comparación de los Sistemas de Enraizamiento	21
VII.- OPERACIONES DE CULTIVO ; REACCIONES	
Poda	22
Fertilización y Aplicación de Elementos Menores	22
VIII.- ENFERMEDADES ; DESCRIPCION	
Influencia de los Tratamientos en Hlias	23
Control	24
Use de Material Genetal Resistente	24
Control por el Use de Equipo	24
La Planta Central	
Tuberías	
Pitones	
IX.- RENOVACION DE PLANTACIONES	
Poda	25
Injertos en los Chupones	25
Injertos en Plantas de Semilla	25
X.- SUMARIO	25
XI.- BIBLIOGRAFIA	26 b
XII.- APENDICE	27

Signos: Los números entre paréntesis corresponden a la bibliografía.-

INTRODUCCION

El cultivo del árbol del cacao, Theobroma cacao, Lin, es el más antiguo de Costa Rica donde ocupa en la actualidad el tercer lugar como artículo de exportación. El objeto del presente trabajo no es discurrir la historia del desarrollo del cultivo, o su influencia en los aspectos económicos y sociales en lo que al país se refiere, sino presentar un estudio de las condiciones agronómicas del cultivo; sus problemas actuales y posibles soluciones, dentro del límite de los conocimientos adquiridos después de entrenamiento y estudios verificados por un período de 18 meses en el Centro de Cacao del Instituto.

Con el objeto de mejorar las condiciones del cultivo en unos casos, en otros para resolver problemas específicos de algunas áreas hasta cierto punto, hay en funcionamiento en el Trópico, entidades dedicadas al estudio de la planta, que incluyen en sus programas el conocimiento en lo posible de las reacciones normales e anormales de ella, mejoramiento del cultivo considerado cualitativa y cuantitativamente, una más adecuada preparación del producto y teniendo como paso final el aprovechamiento posible de los subproductos.

Una de esas entidades es el Centro del Cacao del Instituto de Turrialba y es de esperar que después de algunos años, mediante la suma de las investigaciones realizadas por los distintos centros de investigación, el cultivo del cacao llegue a ser, sine el primero, uno de los cultivos tropicales mejorados y entendido en una forma más amplia, no sólo por los técnicos sino también por los cultivadores.

El programa del Cacao del Instituto tiene escasamente los 18 meses que ha durado el entrenamiento. Por consiguiente, las investigaciones realizadas hasta el momento tienen como límite el factor tiempo. Es opinión del que escribe, que un programa de mejoramiento, y en cualquier cultivo del Trópico, debe tener siempre como objetivo final, poner al alcance de los cultivadores, métodos sencillos y efectivos; materiales mejorados, mediante un trabajo de divulgación eficiente. En el caso de Costa Rica, las entidades oficiales son las que deberán poner en manos de los cultivadores los conocimientos necesarios que contribuyan al impulso, desarrollo y sostenimiento del cultivo del Cacao.

Como es sabido, en Agricultura muchas técnicas y métodos de cultivo son de valor local, dadas las variables condiciones del ambiente. Por consiguiente las observaciones y recomendaciones que se hagan a través del presente informe deben considerarse como de carácter local.

MATERIAL DE ESTUDIO

El material de estudio ha sido en este caso el árbol del cacao sometido a observación en la pequeña área plantada con Cacao en el Instituto; en la Finca Experimental La Lola y otras fincas de la región Atlántica del país. Se ha contado con toda la literatura obtenible hasta el momento en la Biblioteca del Instituto. El asesoramiento del Jefe del Programa del Cacao del Instituto, Mr. George F. Bowman, ha sido de gran utilidad. Otras miembros del personal del Instituto han ayudado sin duda alguna, a complementar el entrenamiento y conocimientos adquiridos: antes de entrar en materia debo rendir agradecimiento a la ayuda obtenida.

El área actualmente cultivada con Cacao en el Instituto se denomina "El Chino". Está a 545 metros sobre el nivel del mar. La plantación consiste en una colección de algunos de los clones seleccionados por la United Fruit Co. (Véase figura 1). Los árboles fueron plantados al final del año 1948. Ellos han suplido parte del material para adquirir entrenamiento en las técnicas de propagación. Semilleros y almácigos fueron establecidos en "El Chino", para familiarizarse con la propagación de la planta por semilla; estudio de enfermedades; ensayos de sombra, etc.

La Finca Experimental La Lola está situada en el Distrito de Madre de Dios, a una distancia de 29 millas de Limón y a una elevación de 30 metros sobre el nivel del mar. La finca mencionada tenía una área de 40 Hectáreas; recientemente ha sido ampliada. Fue plantada en el año de 1915; de modo que el cacao adulto tiene 34 años de edad.

Durante mi entrenamiento tuve en observación 20 árboles, en dos secciones distintas, diez en cada una de ellas numerados del 3 al 2. Los árboles de la sección 1 fueron podados el 28 de Abril de 1948, mientras que en la Sección 7 sólo fueron podados los números 2 y 4, el 22 de Mayo del mismo año. Además de la poda, los árboles recibieron los siguientes tratamientos:

Sección	Número Árbol	Tratamiento	Cantidad	Frecuencia de Aplicación
1	3	Poda y N-P-K	535 gms (7-7-7)	Cada mes
	4	Poda		
	5	Sulfato de Cobre	226 "	Una vez
	6	" " Zinc	226 "	"
	7	Borax	226 "	"
	8	Azufre	226 "	"
	9	Sulfato de Hierro	226 "	"
	10	Kaminel	226 "	por mes
	1	Testigo (DDT)	Solución 2%	Cada semana
	2	Poda y N-P-K	535 gms (7-7-7)	Cada mes
7	3	N-P-K	535 gms (7-7-7)	Cada mes
	4	Poda		
	5	Sulfato de Cobre	226 "	Una vez
	6	Sulfato de Zinc	226 "	"
	7	Borax	226 "	"
	8	Azufre	226 "	"
	9	Sulfato de Hierro	226 "	"
	10	Kaminel	226 "	Cada mes
	1	Testigo		
	2	Poda y N-P-K	535 gms (7-7-7)	"

REGISTRO INDIVIDUAL DE ARBOLES DE CACAO
"LA LOLA" llevado por el estudiante.....

Objetivo: Estudio del Comportamiento del Arbol.

ARBOL NUMERO:

5 Dibujos de las partes principales del árbol (Visto de arriba, del Este, del Oeste, del Norte y del Sur.

Intensidad de sombra:

Suelo y Drenaje:

Vigor del árbol:

Hierba que cubre el suelo bajo del árbol, crece o no?

Fecha que fué podado:

Altura antes de la Poda:

Altura después de la Poda:

Diámetro de la Copa antes de la Poda: { Mayor
Menor

Diámetro de la Copa después de la Poda: { Mayor
Menor

Diámetro del tronco a la altura del cinturón:

Inclinación del Tronco:

Altura de la Orqueta:

Número de ramas principales (en la orqueta):

Número de chupones maduros:

Incidencia del Phytophthora on las ramas (Cánceres):

MAZORCA: Tipo: Tamaño: Color: Grueso de la Cáscara en cms.

(Promedio sobre 10 Mazor.) No. Almendras:

Almendra: Tamaño

Color:

Rendimiento en porcentaje de Almendra seca por Mazorcas

Número de Mazorcas para una libra de Almendra seca:

Clase de Fertilizante, cantidad y fechas de Aplicación:

TABLA I

REGISTRO SEMANAL DE LOS ARBOLES DE C.A.C.O EN LA LOLA LLEVADO POR:

SECCION --- PCD. DO ---
 ARBOL --- SIN PODAR ---

Fecha	T			R			F			T			R			F			
	T	R	F	T	R	F	T	R	F	T	R	F	T	R	F	T	R	F	
1. Floración (Número flores/pie																			
2. Mazorca removida por Cherelle Wilt																			
3. Número de frutos bien desarrollados																			
4. Removidas por Phytophthora																			
5. Otras enfermedades																			
6. Daño animales																			
7. Otras causas																			
8. Total mazorcas removidas (4-7)																			
9. Fruta cosechada																			
10. Chupones removidos																			
11. Brotes: porcentaje (0-5-25-50-75-100)																			

Tratamiento:

Fecha de aplicación:

Cantidad aplicada:

Fecha de poda:

El Esminal (Essential Minor Elements) es una composición comercial de elementos menores, como sigue: Oxido de Cobre 7,81%; Oxido de Boro 0,54%; Oxido de Manganeso 18,41%; Oxido de Zinc 4,26%; Oxido Ferroso 2,85%; Cloro Traxas. Fue aplicado una vez por mes durante cuatro meses hasta hacer un total de 2 libras por árbol. El DDT fue utilizado para estudiar la influencia de los insectos en la producción.

Como se ve, el objeto de este ensayo es apreciar cómo responde el árbol del cacao a esos tratamientos y ver si alguno de ellos es económico en las condiciones de la Finca La Lola.

De cada uno de los árboles observados se hizo un esquema; visto el árbol desde cada uno de los puntos cardinales y de arriba, se tomaron los diámetros de la copa (mayor y menor); la longitud de la circunferencia a un metro del suelo, según la hoja que se adjunta. Al cabo de un año los árboles fueron dibujados de nuevo y las mismas observaciones realizadas. Los resultados obtenidos se exponen a través del presente informe.

El llevar semanalmente los datos en la tabla No.1 que se adjunta; la obtención mensual de los datos de crecimiento de los brotes, determinaciones de crecimiento, peso y volumen de las mazorcas, ha permitido formarse ciertas ideas relativas al comportamiento del árbol, que se tratan de enfocar en las páginas que siguen. En el curso de este informe se presentarán datos que fueron tomados por los otros estudiantes del curso que siguieron un entrenamiento similar, y es con objeto de reducir en algo la variabilidad existente en los datos por el reducido número de árboles observados.

Descripción de la Planta:

El árbol del Cacao pertenece según la clasificación establecida por Linneo al Orden de las Malvales; Familia Sterculiaceas; Género Theobroma y especie Cacao.

El sitio de origen de la planta ha sido y será por mucho tiempo aún objeto de discusión. Dentro de la relativa importancia que tiene este punto para el futuro del cultivo, ya que es de interés académico, puede considerarse como originario de las Cuencas del Amazonas, sitio desde el cual, se diseminó a los distintos lugares del Trópico, en donde con mayor o menor intensidad se realiza su cultivo.

Según Pittier (7), el género Theobroma es esencialmente americano y de él se conocen alrededor de diecinueve especies. Tampoco se desea entrar aquí a considerar las distintas especies, la gran mayoría de ellas silvestres, ya que su estudio corresponde a los botánicos y taxonomistas. No obstante, algunas de ellas, están siendo usadas actualmente, como material para hibridaciones. Un género de esta familia, el Herrania, está siendo sometido a estudio debido al alto contenido de aceite de la semilla, y los investigadores en Cacao han visto la posibilidad de aumentar en el Cacao su contenido de aceite cuando los trabajos técnicos que se llevasen a cabo, permitiesen el fijamiento de tal factor en plantas del Theobroma cacao.

La descripción de la planta que se da en este informe, no puede considerarse como taxonómica, se trata de dar una descripción agronómica, que permita apreciar la planta tal como crece, se propaga y rinde su cosecha.

Sistema Radical del Cacao:

En plantas de semilla a la edad de 60 días,

es posible distinguir características que luego se apreciarán también en el árbol adulto. Se observa que inmediatamente bajo el cuello de la planta se forma un piso de raíces que siguen la dirección horizontal. Luego a corta distancia del primero hay otro grupo de raíces y finalmente un tercer grupo separado también por una corta distancia del segundo.

Posiblemente los dos primeros grupos de raíces sean los más importantes en lo que a nutrición y sostén de la planta se refiere, mientras que el tercer grupo sería sólo para sostén.

El estudio del sistema radical de la planta fué hecho en un árbol de 4,30 m. de altura. La circunferencia a nivel del suelo fué de 0,54 m. y la altura a la orqueta de 1,16 m. Aunque el tronco era uncto el árbol en la parte superior crecía inclinado. El radio mayor fué de 2,15 m. y el menor de 1,72 m. La edad del árbol podía considerarse alrededor de los 30 años. Fué posible también encontrar en su sistema radical los tres "pisos" o grupos de raíces que se encuentran en la planta cuando tiene 60 días de edad, y que se procede a detallar enseguida:

a) Primer piso: La circunferencia bajo el nivel del suelo fué de 0,50 m. de este punto salen 4 raíces primarias con una circunferencia promedio en el punto de inserción en la raíz principal de 0,12 m. De las raíces primarias salen las secundarias y de éstas las terciarias. Un número reducido de éstas alcanza los 0,45 m. de profundidad.

b) Segundo piso: Estaba a una profundidad de 0,40 m. del primero, alcanzando la raíz principal en este punto una circunferencia de 0,40 m.

Salen de este punto dos raíces con una circunferencia promedio de 0,04 m. y no fué posible apreciar si envía algunas raíces a la superficie del suelo subyacente.

c) Tercer piso: Apareció a una profundidad de 0,80 m. del segundo. Se ramifica una sola vez, y la raíz principal tenía en este punto una circunferencia de 0,22 m. Sus raíces son más vigorosas que las del piso anterior, teniendo una circunferencia promedio en el punto de inserción de 0,08 m. Alcanzaron una longitud aproximada de 0,8 m. Finalmente el extremo de la pivotante se bifurca en dos raíces de 0,10 m. o más de longitud. El largo total de la raíz principal en este árbol fué de 1,52 m. aproximadamente.

Respecto al sistema radical de plantas de estaca, es muy sensible no tener una idea más clara de él, por la imposibilidad de desenraizar una planta de este tipo, ya que son material clonal del que se tiene muy poco. En el futuro se espera poder llenar este vacío. Es de suponer, que en la planta de estaca, según observaciones hechas en estacas enraizadas recientemente en los propagaderos, el sistema radical sea menos definido fisiológicamente en comparación con la planta de semillas; en ésta parece existir una división más o menos marcada entre las funciones de sostén y la de nutrición, mientras que en la planta de estaca, el sistema radical, menos definido realizaría conjuntamente ambas funciones.

La conformación del sistema radical del cacao está en relación con el tipo de suelo. Revisando los estudios hechos por Hardy (2) en Trinidad, se encuentra que las raíces finas tienden siempre a ocupar las capas superiores del suelo, en los ocho tipos de suelo, en que el estudio fué realizado durante un período de catorce meses.

El Tronco:

En plantas adultas debe considerarse como aquella parte de la planta comprendida entre el nivel del suelo y la orqueta, estando ésta formada por las ramas principales.

Las observaciones hechas en almácigos y plantaciones parecen indicar que la altura de formación de la orqueta está determinada por la cantidad de luz; en exceso de sombra la orqueta puede formarse a unos 3 metros del suelo; con una mayor cantidad de luz, la orqueta se forma a 1,20 m. aproximadamente. No se puede afirmar si a plena luz, o sea en ausencia de sombra, la orqueta se formaría una altura menor, ya que este carácter está determinado por las condiciones genéticas de la planta. Pero sí, es más marcada la influencia del exceso de sombra en relación a la altura a que se forma la orqueta, que la influencia de una mayor cantidad de luz sobre la altura a que aparece. En almácigos observados en el Instituto, con una sombra colocada a 2 metros del suelo, formada por cañas separadas entre sí 0,02 m., aunque los costados no estaban cubiertos, sobre un total de 563 plantas fué apreciada la formación de la orqueta en 120 de ellas, y medidas hechas en 32 plantas dieron una altura promedio para la formación de la orqueta de 98 cm., siendo más frecuente una altura de 91 cm. Mientras que la altura del tronco, tomando en cuenta la formación de la orqueta, está determinada en gran parte por la luz, el diámetro estaría determinado en parte por la luz, pero sobre todo por características genéticas de la planta y la fertilidad del suelo. Ocasionalmente aparece un chupón en la orqueta, que toma preponderancia y sigue creciendo, faltando luz las ramas de la orqueta mueren y una nueva orqueta es formada más arriba.

En el tronco tienen asiento otros órganos funcionales de la planta como son las hojas, los colines florales y los chupones. Estos últimos sólo se mencionan y no se hará discusión acerca de ellos.

Las Hojas:

La aparición de la orqueta es un paso muy importante para la conformación del árbol. En lo que se ha observado, en plantas de semilla en almácigos, el tronco retiene las hojas hasta la aparición de la orqueta; conforme avanza el desarrollo de las ramas de ésta, por escasez de luz, la planta va perdiendo las hojas que se encuentran en aquél. Observaciones cuidadosas deben verificarse en relación a la intensidad de la pérdida del follaje en el tronco en comparación con la rapidez de crecimiento de las ramas de la orqueta. El arreglo de las hojas en el tronco es de 3/8. Las hojas son oblongas, acuminadas, planas. Cuando recién emitidas son de color rosado, luego cambian al amafillo pálido y finalmente se tornan verdes; la intensidad del color verde en las hojas desarrolladas, varía con características genéticas. Se observan árboles con hojas de un color verde-morado. También se presenta en ciertos árboles una mancha axilar en la hoja, carácter que se aprovecha para estudios con el fin de apreciar los procesos de plinización y cruzamiento en esta planta.

Los Colines florales:

En el tronco, a los tres y medio a cuatro años de edad,

aparecen los cojines florales en los sitios donde estuvieron las hojas. Por consiguiente, el arreglo de las inflorescencias corresponde con la filotaxia de las hojas (3/8). No obstante se observa la aparición de cojines florales adventicios es decir, donde no hubo hojas. Estudios hechos en Costa de Oro (3), revelan que siguen la misma distribución en el tronco que los anteriores. El que tales cojines tengan diferencias funcionales en comparación con aquéllos que están en la base de las hojas, no se puede establecer aquí.

El número de flores en cada cojín no ha sido estimado. Es posible que varíe de acuerdo con la edad del árbol y sobre todo por características genéticas.

La Flor: Descripción.

La posición de ella en el cojín es siempre colgante. Rara vez aparece una flor a noventa grados con el cojín y es difícil que llegue a dar un fruto.

El pedúnculo floral mide de 15 a 20 mm. de largo y tiene aspecto filiforme. En él, está marcada nítidamente la llamada "Línea de abscisión de la flor". Los sépalos en número de cinco son de color blanco o rosado. Los pétalos, cinco también, tienen una conformación característica, constando de una parte basal en forma de copa, la cual se prolonga por la lámina terminada en espátula. La parte basal del pétalo es blanca o rosada, interiormente tiene dos cordones de color carmín oscuro. La parte del pétalo en forma de lámina es de color amarillo. Los estambres en número de cinco, alternan con igual número de estaminoides, unidos en la base formando un tubo. Los estambres son cortos y recurvados de modo que esconden las anteras en las copas de los pétalos. Los estaminoides están cubiertos de finísimas pelos y miden entre 5 y 10 mm. siendo de color carmín oscuro. Cada estambre posee cuatro anteras, que tienen forma de pequeñas bolitas cuando se miran con un lente de aumento. El ovario es superior y tiene cinco estigmas un poco distintos y soldados entre sí.

El fruto:

El tamaño y conformación del fruto varían de acuerdo con la variedad. La fruta tiene cinco surcos longitudinales más o menos pronunciados, estende cinco de ellos muy marcados, alternando con los otros, en los frutos que tienen sangre del Tipo Criollo. El pericarpo en los Parasteros llega a alcanzar hasta 4 cm., adelgazándose en los tipos que dominan las características del Criollo. Tiene un lecho duro en los primeros y muy poco notorio en los segundos. Observaciones hechas en 12 fincas diseminadas en la Región Atlántica, indican que no hay diferencia marcada en los tipos actuales y que el Cacao que en ella crece es en la mayor parte del tipo Amelonado y de tamaño mediano. El estudio de los tipos y subtipos, me parece, es también de interés académico, puesto que mientras estudios cuidadosos no establezcan correlaciones entre ellos y las características deseables en el cacao, se está dando importancia a aspectos que tal vez no la tienen y descuidando otros que sí pueden ser de valor para el cultivo.

La Semilla:

La obtención de la semilla, es hasta el momento, el objetivo principal de cultivar el árbol. El número de semillas en el fruto es variable, pero en términos generales se puede estimar que

oscile entre 20 y 50. Están arregladas dentro del fruto en cinco hileras y colocadas sobre un eje, rodeadas de una pulpa azucarada. El color en los tiposferasteros es púrpura o púrpura clara, señalando la opinión general a los granos con colores rosados o blancos como pertenecientes a los tipos Criollos. No hay correlación entre el color de la almendra y las características comerciales del grano.

Una cutícula rodea el grano formado por dos cotiledones irregularmente doblados, y el embrión que se encuentra en el extremo más grueso del grano.

CAPITULO III - CONSIDERACIONES ECOLOGICAS

La distribución geográfica del Cacao abarca 20 Grados al Norte y al Sur del Ecuador, pero el área más intensamente cultivada se encuentra a los 10 Grados a uno y otro lado de la Línea Ecuatorial.

Precipitación:

En relación a la lluvia, el cacao es una planta que requiere una precipitación entre 1905 y 2540 mm. Como en cualquier cultivo, deseable sería la mejor distribución de esa cantidad durante el año de acuerdo con las necesidades de la planta. En general, ligeras lluvias son deseables a lo sumo durante el cambio de follaje del árbol; mayor cantidad es requerida para la floración; algo menos durante el período que sigue a ella; una constante y bien distribuida precipitación parece ser requerida para el desarrollo del fruto y una época de muy pocas lluvias es deseable durante la cosecha para evitar las pérdidas por enfermedades. Muy interesante sería la determinación de las exigencias hídricas de la planta durante estados como los mencionados.

El cultivo está restringido a una elevación de unos pocos metros sobre el nivel del mar, hasta los 1.000 metros, en que se encuentra creciendo en el valle del Cauca en Colombia. En Costa Rica, en la zona Atlántica, se encuentra creciendo desde unos metros arriba del mar (Westfalia), hasta unos 250 metros (El Molino) y En Turrialba crece a una elevación de 600 metros, en la Sección 7 de la Finca del Instituto.

Según Bondar (1), el cacao creciendo en partes muy elevadas sobre el nivel del mar, fructifica mal, siendo las frutas escasas, pequeñas, afectándose desfavorablemente también el tamaño de la almendra. En Colombia, Llano (5) describe un tipo que se adapta a elevaciones entre los 400 y los 1.200 metros, e sea que también hay variación en los que se refiere a tipos adaptables a determinadas alturas.

Temperatura:

La temperatura del suelo debe ser alrededor de los 25° C., ya que ésta, es la temperatura límite entre la formación y la descomposición de la materia orgánica del suelo. En el Estado de Bahía, Brasil, se registran temperaturas mucho más altas y los técnicos del Instituto de Bahía, piensan que algunas de las molestias que ahí ocurren al cacao se deben a pérdida de la fertilidad del suelo.

Se señala una temperatura de 27° C., como la media para el cultivo del Cacao. El crecimiento y rendimiento de un cultivo, no es la resultante de un solo factor sino de un conjunto de factores que forman el clima; todos ellos variables de acuerdo con la latitud, altitud, etc., interviniendo después la mano del hombre para

separar aquellas plantas que ofrecen mejores perspectivas de rendimiento por adaptarse mejor a las condiciones ofrecidas por el medio en que crecen.

El Suelo: Textura

En la zona Atlántica de Costa Rica el cacao crece desde suelos arcillosos hasta arenosos, tal como sucede en dos fincas situadas en Pacurito. Pero se observa que el cacao muestra deficiencias muy semejantes a las señaladas para la escasez de Potasio asimilable en el suelo. En opinión del que escribe, el cacao requiere suelos pesados, siempre que tengan un drenaje aceptable, lo cual variará con otras propiedades del suelo. Dada la topografía de la región Atlántica hay fincas con capas arenosas en la parte superior del suelo (Sección 1 de La Lola) pero el suelo subyacente deberá tener un porcentaje apreciable de arcilla y limo.

Los suelos arcillosos se agrietan en épocas de marcada sequía, lo cual afecta desfavorablemente las plantas muy jóvenes cuando hay escases de sombra. En fincas recién sembradas por semilla, es fácil encontrar una pérdida de un 25% causado por el agrietamiento del suelo debido a la falta de lluvias. El contenido orgánico del suelo en lo que a la planta de cacao concierne es de gran importancia para regular las violentas fluctuaciones en el contenido de humedad del suelo.

En suelos pesados hay menos riesgo de escases de Potasio debido a la composición de la roca original. Los compuestos fosfóricos pueden estar bajos o en cantidades requeridas por el cultivo. En suelos arcillosos en épocas de fuerte precipitación, hay mucho menor posibilidad de pérdida de nutrientes por percolación lo cual es una marcada ventaja tomando en cuenta la conformación del sistema radical de la planta.

En una forma empírica, la fertilidad de un suelo para cacao podría apreciarse por la textura del suelo y el espesor de la capa orgánica de la superficie, requiriendo los suelos arenosos un contenido orgánico mayor en comparación a los pesados. Topografía plana e una pendiente muy ligera es lo más apropiado para el árbol por la facilidad de realizar las distintas fases que su cultivo envuelve.

Otro aspecto importante, en que la textura del suelo influye en el futuro de una plantación, es la capacidad de sostener la planta. En suelos pesados, los árboles adultos tienen menor riesgo de caer cuando por diversas circunstancias el árbol crece inclinado. En una finca observada cerca de Limón y algunas en la región de La Estrella (Fig. 3) en lotes de pendiente muy fuerte, creo que la textura del suelo es lo que impide el velesamiento de los árboles. En la primera, el cacao crece en una arcilla de color amarillo, con una capa orgánica en la superficie de menos de 1 cm. El peso rendimiento en esta finca se debe a la escases de materia orgánica del suelo. El árbol no prospera bien en suelos en que a pesar de tener un porcentaje de arcilla, hay abundancia de cantos redados en la capa superficial (finca Colón cerca de Madre de Dios). Esto se debe a la dificultad de establecer un sistema radical apropiado y a la pérdida de nutrientes por percolación.

El cacao presenta cierta tolerancia al agua estancada. En condiciones de fuerte precipitación, la planta puede soportar inundaciones por un período de varios días, sufriendo la pérdida de la cosecha, por falta de aereación, y descenso de temperatura en el suelo. Se ha observado en terrenos de la zona Atlántica donde el árbol crecía con una tabla de agua alta, que al bajarla con el drenaje los árboles su-

frieron y comenzaron a morir. Este fenómeno también se presenta en otros árboles frutales.

En una investigación realizada en Trinidad, Hardy (2), no encontró una tabla de agua, en ninguno de los tipos de suelo observados, aún en épocas de fuerte precipitación. Es posible que la planta del cacao transpire gran cantidad de agua, y la razón de transpiración será un conocimiento muy útil en el estudio de los requerimientos hídricos. Relacionando la textura del suelo y la retención de humedad, Hardy(2) encontró: a) que suelos arenosos mostraron adecuada e excesiva aereación, y que todo el tiempo fueron deficientes en agua.

b) Dos suelos calcáreos limosos, con una capacidad de drenaje mediana se saturaron con rapidez pero perdieron la humedad igualmente rápido durante las épocas de sequía.

c) Dos suelos arcillosos no calcáreos, con marcado grado de acidez, mostraron apreciable penetración del agua porque los lechos superficiales eran arenosos.

d) Dos tipos similares a los anteriores mostraron escasamente alguna penetración del agua, por haber sufrido erosión y ser la pendiente muy fuerte.

CAPITULO IV - Consideraciones sobre el Comportamiento del Arbol.

Crecimiento Después de emitida la orqueta, es de suponer que el crecimiento del árbol tenga dos sentidos, uno diametral del tronco, y el crecimiento que realizan las ramas de la orqueta. La razón de crecimiento diametral no puede decirse aquí cual sea, pero se ha observado un chupón, con una edad alrededor de 8 años, aumentó 2,5 cm. en la longitud de la circunferencia después de un año. La razón de crecimiento de un árbol de cacao estaría limitada por la edad, composición genética, clima y operaciones de cultivo. En los árboles observados se encontró que no hay aumento de altura al cabo de un año. En cambio ha sido apreciado un aumento en la circunferencia de la copa. En este caso, el crecimiento del árbol se ha verificado por el crecimiento de ramas superiores. El crecimiento de una rama se verifica por el desarrollo de las yemas terminales o axilares. El proceso de emisión de brotes está relacionado en su intensidad con la sombra, la precipitación, plagas de insectos y operaciones de cultivo. Entre estas últimas, la poda es la que ha sido mejor observada en relación a la producción y desarrollo de los brotes, siendo una respuesta del árbol a un mejor equilibrio entre la parte aérea y el sistema radical y a la influencia de una mayor cantidad de luz. Es sabido que las plantas de cacao que han sido desprovistas de la sombra, sufren continua defoliación y emiten brotes con mayor frecuencia que aquellas que están a la sombra. No obstante, parece haber algunas plantas que son tolerantes al sol, como es el caso del Clon 613.

Durante los meses que se observaron los árboles en la finca La Lola, se pudo notar que una mayor producción de brotes ocurre, después de que a un período de relativa sequía siguen las lluvias, lo cual ocurrió entre los meses de Abril y Mayo, preparando así la planta su follaje, lo cual irá seguido por la floración. El crecimiento promedio de los brotes de los árboles observados desde Abril de 1948 a Abril de 1949, se puede apreciar bien en el gráfico I (a2B-c-d)

construido a base de los datos presentados en el Cuadro I. (Págs. 10-11)

A partir del mes de Abril de 1948 la emisión de brotes fué más continua y persistente en los árboles podados que en los no podados. En los primeros, al menos hasta el mes de Diciembre se apreciaron dos brotaciones marcadas y una pequeña, mientras que en los segundos, sólo pequeñas e irregulares brotaciones fueron observadas.

Floración:

Cuando las plantas de cacao tienen de 3-1/2 a 4 años de edad, aparecen las flores en el tronco. En las ramas principales y secundarias aparecen en madera de 2 o más años. Aunque en las plantaciones de Cacao es posible encontrar flores en toda época, dos floraciones son las que determinan las cosechas en la zona Atlántica de Costa Rica; para la cosecha grande que se comienza a recoger en Octubre la floración sería alrededor de Junio; para la pequeña que se recoge en Abril, sería en Noviembre. Las épocas de floración señaladas varían de acuerdo con las condiciones climáticas. Es conocido que la planta del cacao produce un gran número de flores en relación al número de frutos producidos, es decir que un porcentaje relativamente bajo de flores es polinizadas. Las estimaciones del porcentaje de polinización realizadas por varios investigadores oscilan desde 2,0 (Wright) hasta 5,9 (Van Hall). Posteriormente se estudiará un factor que aunque polinizada la flor hace disminuir el número de frutos cosechados. Es de esperar que no haya correlación entre el número de flores que un árbol produce y el número de frutos obtenidos. Influyen varios factores, entre ellos uno aparentemente genético; se ha observado que algunos árboles producen muy pocas flores y fertilizan un alto porcentaje (Fig. 4). Influye también el fenómeno conocido con el nombre de "Autoincompatibilidad", que será estudiado luego.

Observaciones realizadas por el estudiante Monod Dejean (4) del curso del Cacao de este Instituto, permiten dar algunas referencias para estudiar este punto de la floración. Después de brotada la yema floral, la flor alcanza su tamaño normal entre los 16 y 22 días. Las flores tardan en abrirse entre 8 y 10 horas, y si no se fecundan, considera el que escribe, se desprenden alrededor de los 4 días de su apertura.

Polinización:

La polinización estimada por el número de frutos que aparecen, es baja cuando hay un gran número de flores, y cuando éste se reduce es más notoria. Igualmente le parece, cuando a una época húmeda sigue una seca. Esto se explicaría porque la actividad de muchos insectos disminuye en épocas de humedad. Si bien es cierto que hay factores que permiten suponer que el viento pueda efectuar una polinización en el cacao, el que escribe piensa, que el porcentaje de flores polinizadas por el viento es bajo, y que la mayor parte de la polinización se lleva a cabo por los insectos. El hecho de estar la antera cubierta por el pétalo, impide la discriminación del polen por el viento. Los colores de las flores según los biólogos atraen los insectos; el agrupamiento de ellas aumenta las posibilidades de atracción. Los insectos polinizadores varían de una región a otra y dentro de una misma, de acuerdo a condiciones climáticas y problemas biológicos característicos.

Según Posnette (8) en Trinidad, los agentes polinizadores son insectos de la familia Ceratopogonidae, (Forcypomia ingrani y Lasiohelas nana); en la Costa de Oro, el mismo investigador ha estudiado el papel de la Hormiga Crematogaster (Sp. 1267) en la polinización. En observaciones controladas, Posnette encontró que el 50% de la

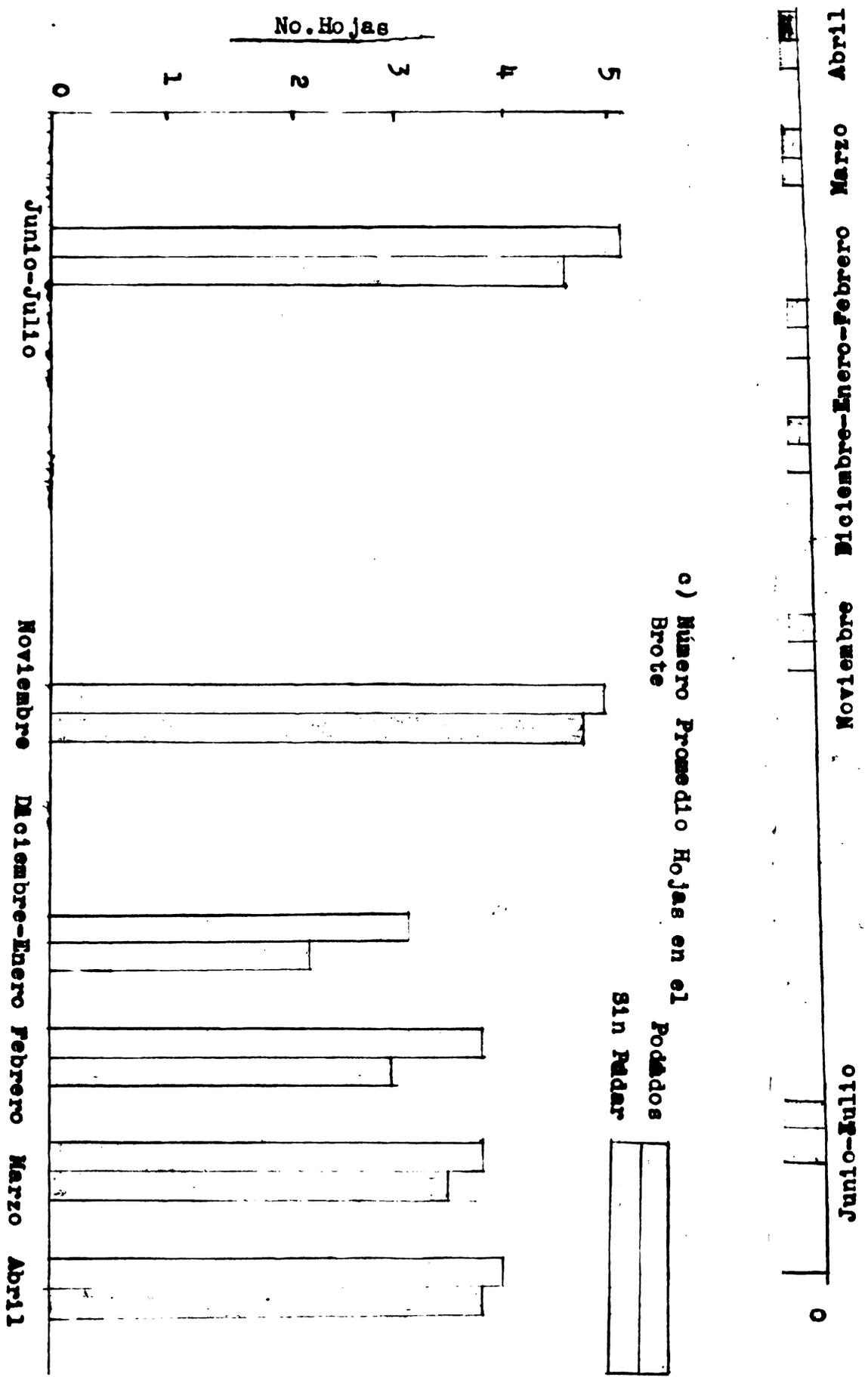
P O D A R O S				B R O T I S				N O P O D A R O S			
Fecha	Número	Medida Arbol	Prom. Hoja	Largo	Diamet.	L. Prom. Hojas	Medida Arbol	Prom. Hoja	Largo	Diamet.	L. Prom. Hojas
Feb-24-49	3	3,6	3,9	15,1	4,8	26,1	3	2,2	10,1	4,4	25,5
"	4	4,3	4,4	16,9	4,4	32,1	4	2,3	12,7	4,7	29,9
"	5	4,4	4,4	10,9	4,8	26,8	5	2,6	9,7	5,2	28,6
"	6	4,1	4,5	15,6	4,2	25,4	6	1,5	10,5	5,4	26,1
"	7	3,8	3,3	17,6	5,4	31,7	7	-	-	-	-
"	8	3,1	3,4	15,4	5,4	31,7	8	4,1	10,9	5	26,1
"	9	4,2	3,9	16,4	5,1	30,9	9	3,0	13,9	4,6	24,8
"	10	3,2	3,9	12,1	5,2	28,3	10	3,4	10,9	4,2	26,1
"	11	3,3	3,3	15,3	5,0	28,3	11	3,4	10,2	3,6	28,1
"	12	3,3	3,3	15,3	5,0	27,3	12	3,4	14,4	4,9	25,5
Totales		38,2		148,7	47,3	286,1	Totales	27,2	103,3	41,9	240,8
Promedio		3,2		14,8	4,7	28,6	Promedio	3,0	11,4	4,6	26,7
Mar-24-49	3	3,9	3,9	13,5	3,8	23,3	3	3,8	7,8	3,7	20,6
"	4	3,6	3,3	11,7	4,2	28,5	4	3,8	15,5	4,5	27,6
"	5	3,1	3,4	11,6	4,1	29,4	5	3,1	7,2	3,7	26,1
"	6	4,6	4,1	17,5	4,5	28,6	6	3,1	8,0	4,2	25,2
"	7	3,6	3,3	16,2	4,7	28,6	7	-	-	-	-
"	8	4,2	4,4	17,7	4,5	34,0	8	4,4	7,9	1	23,0
"	9	2,6	3,4	15,2	4,5	30,1	9	3,6	6,3	3,8	21,5
"	10	4,2	4,4	19,5	4,5	27,5	10	3,9	9,3	4,0	26,8
"	11	3,2	3,3	15,8	3,5	27,3	11	3,4	9,3	4,0	27,7
"	12	3,9	3,9	15,8	4,0	27,3	12	3,4	9,3	4,0	26,7
Totales		38,8		141,5	42,2	284,6	Totales	31,6	79,6	36,3	224,8
Promedio		3,2		14,1	4,2	28,4	Promedio	3,5	8,8	4,0	24,9
Abr-29-49	3	3,9	3,8	10,6	3,5	23,5	3	4,5	9,6	4,4	23,8
"	4	1,8	4,8	8,1	3,5	26,3	4	3,6	7,2	4,3	24,8
"	5	4,4	4,4	13,6	4,4	26,7	5	3,5	6,3	4,3	26,8
"	6	4,1	4,4	11,4	4,3	24,8	6	3,5	10,4	4,7	23,9
"	7	5,1	4,5	15,2	4,9	29,0	7	-	-	-	-
"	8	4,5	4,4	9,7	3,9	23,8	8	2,4	13,5	3,7	22,3
"	9	4,4	4,4	12,7	4,3	26,1	9	4,1	8,1	4,3	23,4
"	10	5,5	4,9	25,1	5,3	30,8	10	4,2	12,0	4,4	30,8
"	11	3,5	3,5	7,7	5,8	22,2	11	4,3	10,2	5,2	27,8
"	12	3,5	3,5	7,7	5,8	22,2	12	3,3	10,5	4,2	26,5

**HEPIDA CREGIHIENTO BROTES EN 19 ARBOLAS GAGAO
PODADOS**

Fecha Medida	Numero Arbol	Prom. hois Largo	B r o t e s Diamet.	L.Prom Hojas	Fecha Medida	Numero Arbol	Prom. hois Largo	B r o t e s Diamet.	L.Prom Hojas
Jun-17-48	3	4,1	5,0	24,73	Jul-22-48	3	4,4	5,2	32,4
" " "	4	7,7	9,6	38,7	" " "	4	5,5	4,0	37,7
" " "	5	5,6	5,9	27,8	" " "	5	3,0	3,4	23,3
" " "	6	14,2	4,9	24,7	" " "	6	3,9	4,2	38,8
Jul- 8-48	7	12,4	5,4	15,0	Jul-22-48	7	5,1	8,3	30,5
" " "	8	15,0	5,4	15,0	" " "	8	4,2	4,8	25,5
" " "	9	x	5,8	x	Jul-27-48	9	10,1	5,4	25,3
Jul-27-48	10	7,5	5,8	32,2	" " "	10	6,0	6,1	26,8
" " "	11	15,3	5,2	25,2	" " "	11	4,9	5,8	33,3
" " "	12	12,2	5,2	37,3	" " "	12	4,9	5,5	34,9
" " "		13,7	4,8	29,3			4,7	3,5	34,9
Totales		45,5	55,1	257,6			40,2	48,4	278,1
Promedios		5,0	6,1	28,6			4,5	4,7	30,9

x) Arbol fuertemente podado-no fué pos. medir brotes.

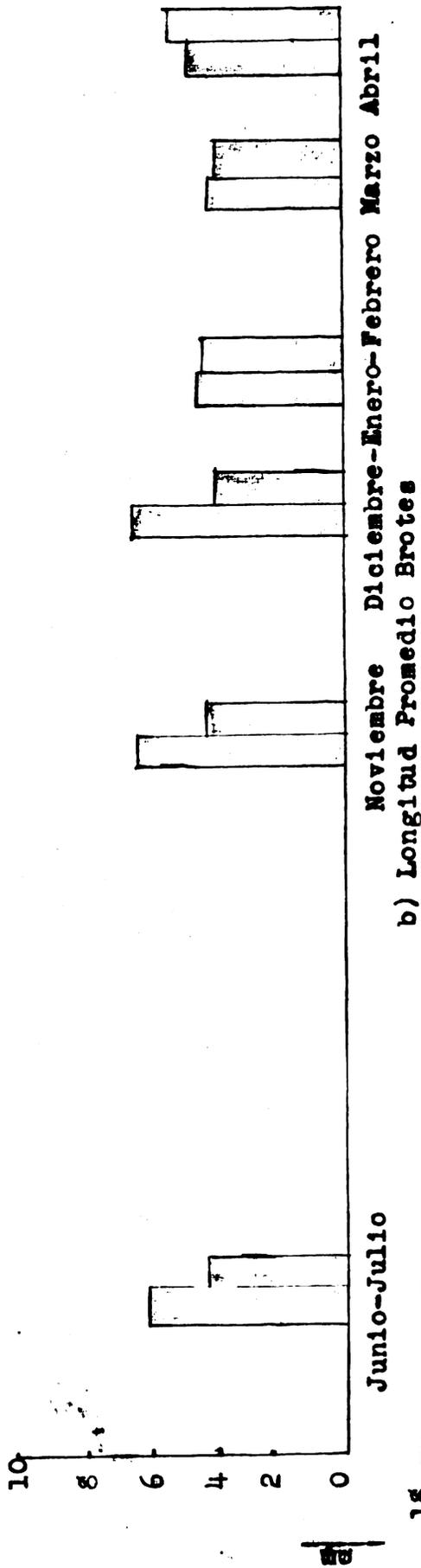
Oct-14-48	3	5,2	8,5	27,2	Oct-14-48	3	5,2	8,5	27,2
" " "	4	3,5	5,8	36,1	" " "	4	3,5	5,8	36,1
" " "	5	22,2	2,1	23,4	" " "	5	22,2	2,1	23,4
" " "	6	3,2	4,1	23,9	" " "	6	3,2	4,1	23,9
" " "	7	-	-	27,3	" " "	7	-	-	27,3
" " "	8	4,0	8,8	24,9	" " "	8	4,0	8,8	24,9
" " "	9	3,8	5,4	29,6	" " "	9	3,8	5,4	29,6
" " "	10	3,4	10,4	26,8	" " "	10	3,4	10,4	26,8
" " "	11	3,7	8,4	30,5	" " "	11	3,7	8,4	30,5
" " "	12	3,5	5,0	23,7	" " "	12	3,5	5,0	23,7
Totales		32,5	67,3	274,3			32,5	67,3	274,3
Promedios		3,6	6,8	27,4			3,6	6,8	27,4
Nov-28-49	3	3,0	9,2	27,1	Nov-28-49	3	3,0	9,2	27,1
" " "	4	3,1	12,9	29,2	" " "	4	3,1	12,9	29,2
" " "	5	1,4	7,7	17,7	" " "	5	1,4	7,7	17,7
" " "	6	1,5	9,9	27,9	" " "	6	1,5	9,9	27,9
" " "	7	-	-	25,1	" " "	7	-	-	25,1
" " "	8	0,8	11,3	30,7	" " "	8	0,8	11,3	30,7
" " "	9	3,3	16,2	32,7	" " "	9	3,3	16,2	32,7
" " "	10	1,4	11,7	27,2	" " "	10	1,4	11,7	27,2
" " "	11	1,6	13,7	28,0	" " "	11	1,6	13,7	28,0
" " "	12	1,7	11,7	21,7	" " "	12	1,7	11,7	21,7



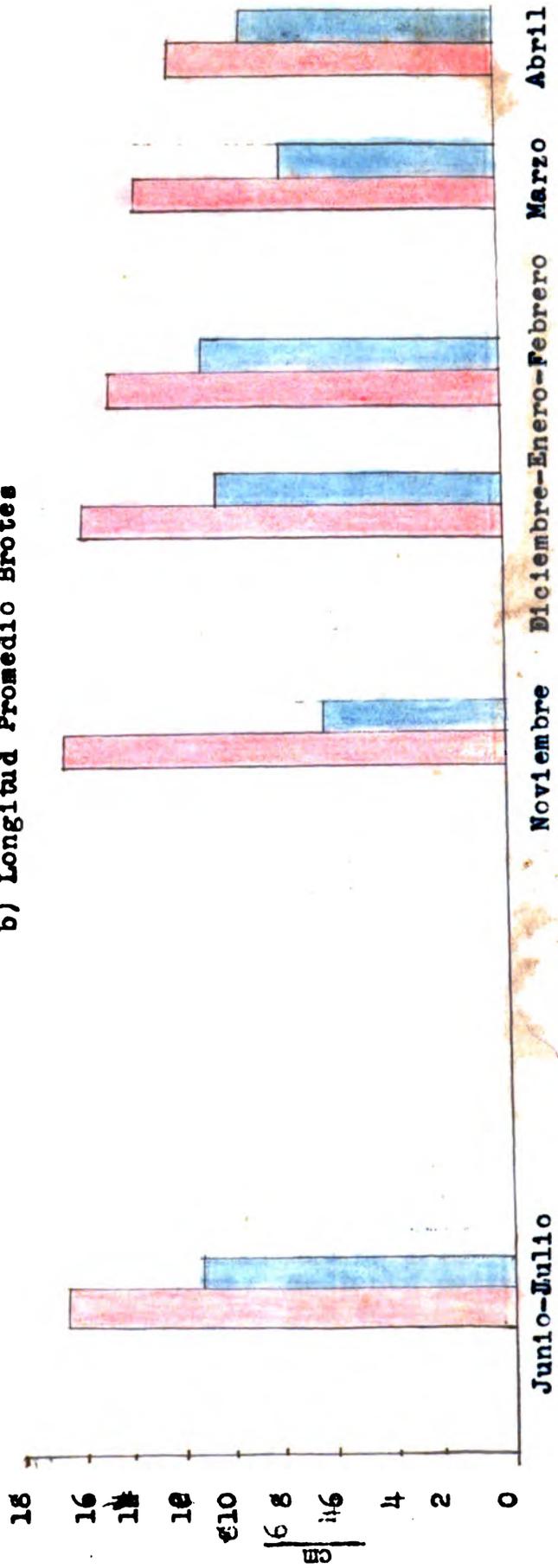
4

GRAFICO I: a) Diámetro Promedio Brotes

Podados
sin Podar



b) Longitud Promedio Brotes



polinización obtenida es llevado a cabo por esta hormiga y que el 50% queda a ser realizado por otros insectos y agentes. Observaciones hechas en La Lola durante el mes de Enero mostraron la presencia en un 66% de las flores de un insecto pequeño, de 1 a 2 mm., de abdomen aguzado, que encorva con facilidad, dando pequeños saltos, que pertenece a la familia Thripidae; un díptero se encontró en un 8% de los casos y en otro 2% un pequeño himenóptero. Observaciones realizadas el 6 de Mayo de 1949, indicaron la presencia del primer insecto en un 73% de las flores y sólo en un caso se encontró una pequeña hormiga. Observaciones preliminares en el laboratorio, no indicaron la presencia de granos de polen en parte alguna del cuerpo del insecto. No obstante, el examen de los insectos fué hecho dos días más tarde y el polen podría haberse desprendido por haberse secado. Este insecto parece que es muy sensible a la falta de alimento pues muere en término relativamente corto.-

Si se usó de D.D.T. al 2% (en el árbol 1, Sección 1, de La Lola) para ver si manteniendo el árbol libre de insectos por aplicaciones semanales, hay o no producción de frutos. Si bien es cierto, no se ha encontrado insectos, el insecticida causa la caída de las flores, clorosis en el follaje y caída de las hojas, con emisión frecuente de brotes. Este hecho se aprecia en el cuadro N° I, donde se observa que este árbol, entre los pedados es el que tiene un número promedio menor de hojas en los brotes. Mayores observaciones deberán ser hechas para estudiar el valor de los posibles agentes polinizadores en la zona Atlántica de Costa Rica.

La Autoincompatibilidad:

Este fenómeno fué observado por Pound en Trinidad; varios investigadores han tratado de estudiarlo y determinar sus causas. El concepto de "Autoincompatibilidad" se comprende mejor cuando se observa una plantación clonal del 613, una de las selecciones de la United Fruit Co. Cuando se hace una siembra pura de este clon, casi no hay producción de mazoreas. Sombreado en se sola con otros clones sí produce mazoreas en cantidad considerable. De modo pues, que hay un factor o factores que impiden que el polen del árbol sea fértil para los óvulos de sus flores. El conocimiento de este fenómeno es de una importancia comercial grande, ya que puede evitarse, no sembrando en plantaciones puras, clones que lo presenten.

Ha sido observado un tipo de Incompatibilidad, que podría llamarse "Funcional". Ilustra este punto las observaciones realizadas en el árbol número 10, Sección 1 de La Lola. Este árbol tiene un tronco de 10 pies (3 metros); sus ramas principales crecieron con mucho vigor, pero el follaje en relación al árbol era reducido. Fué podado el 28 de Abril de 1948. Durante todo el año no produjo fruto alguno a pesar de tener abundancia de flores. Mediante polinizaciones a mano, fué posible obtener 9 frutos, de los que sólo 2 alcanzaron a madurar. Pero a la fecha de escribir este informe, el árbol está produciendo frutos, teniendo 5 pequeños y 2 desarrollados.

En toda forma el comportamiento de árboles como el señalado debe seguirse con suma atención. La fig. 5, muestra la conformación del árbol.

El desarrollo del Fruto:

Dentro del lapso de una semana, es posible apreciar si una flor ha sido o no fecundada. El fruto necesita entre

4-1/2 y 5 meses para alcanzar la maduración. Una vez desarrollado puede mantenerse verde durante varias semanas si el tiempo se mantiene seco. La precipitación es un factor de importancia en el desarrollo del fruto, pues se ha observado que no crece cuando el tiempo está seco. Durante el año 1948, fueron hechas medidas semanales en relación al crecimiento del fruto. (Véase cuadro II en pag. 14)

El cuadro II, indica esas medidas y el gráfico II (a-b-c-d) trata de dar una idea de ese crecimiento. No obstante es conocido que la mancha en cierta época de su desarrollo tiene un crecimiento diametral cuya razón parece ser mayor que el longitudinal; medidas volumétricas permitirán apreciarlo mejor. Influyen también en el desarrollo del fruto, características genéticas, y la posición del fruto (tronco, rama o ramilla) parece influir en la razón de crecimiento.

El Cherelle Wilt:

Este es un fenómeno que se presenta en los frutos en desarrollo y al cual se le ha prestado atención en el estudio sobre el comportamiento de la planta de cacao. Cuando el fruto alcanza un tamaño promedio entre 3 y 8 cm. y una edad entre 40 y 56 días respectivamente, en el término de una semana el fruto se amarilla; y en la semana que sigue ya está muerto. La intensidad de la pérdida de frutos por esta causa se puede apreciar en el siguiente cuadro:

CUADRO III. Pérdidas de Frutos por "Cherelle Wilt" de Junio de 1948 a Abril 1949

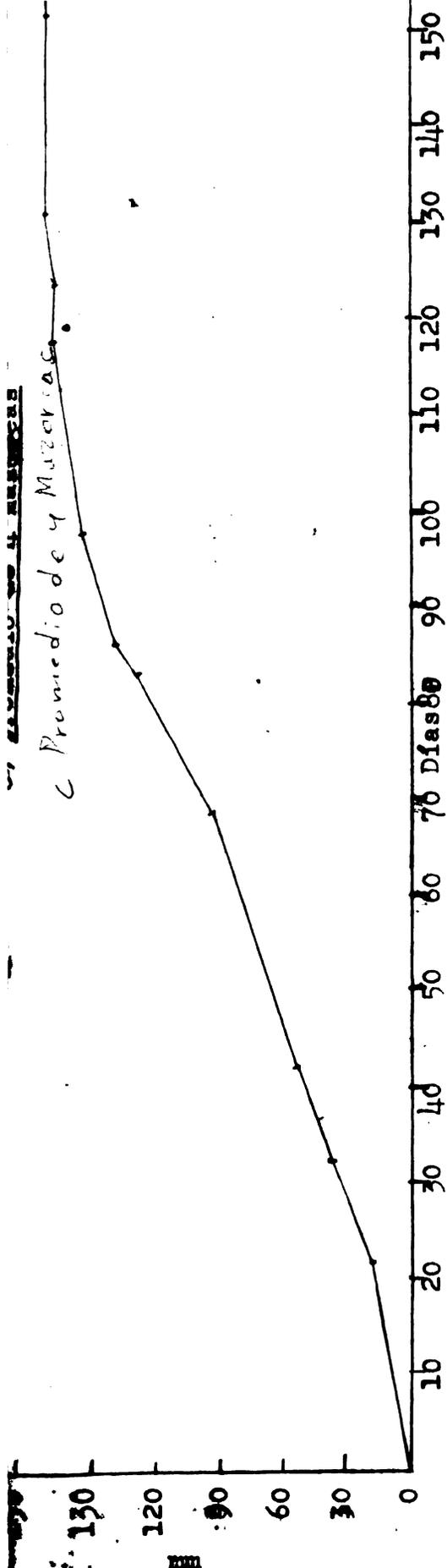
ARBOLES PODADOS		ARBOLES SIN PODAR	
No. Arbol	Frutos perdidos	No. Arbol	Frutos perdidos
3	42 (x)	3	68 (x)
4	14	4	17
5	5	5	22
6	39	6	30 (x)
7	11	-	-
8	39 (x)	8	50
9	24 (x)	9	62 (x)
10	6	10	94 (x)
1	16	1	51 (x)
2	8	2	7
Totales		401	
Promedio		44,5	

Considerando las pérdidas en 90 árboles observados del 1 de Enero al 30 de Abril, el suserito ha encontrado:

ARBOLES PODADOS -		PROMEDIO		ARBOLES SIN PODAR -		PROMEDIO	
Cherelle Wilt	Tronco	108	1,20	130		1,44	
"	" Ramas	259	2,88	327		3,63	
"	" Ramitas	151	1,67	302		3,35	
TOTALES		518		759		8,43	
Promedio		5,75		8,43			

Según el cuadro anterior el mayor porcentaje de pérdida ocurre en ra-

x) Arboles mal conformados



d) Promedio de 4 Muzorcas

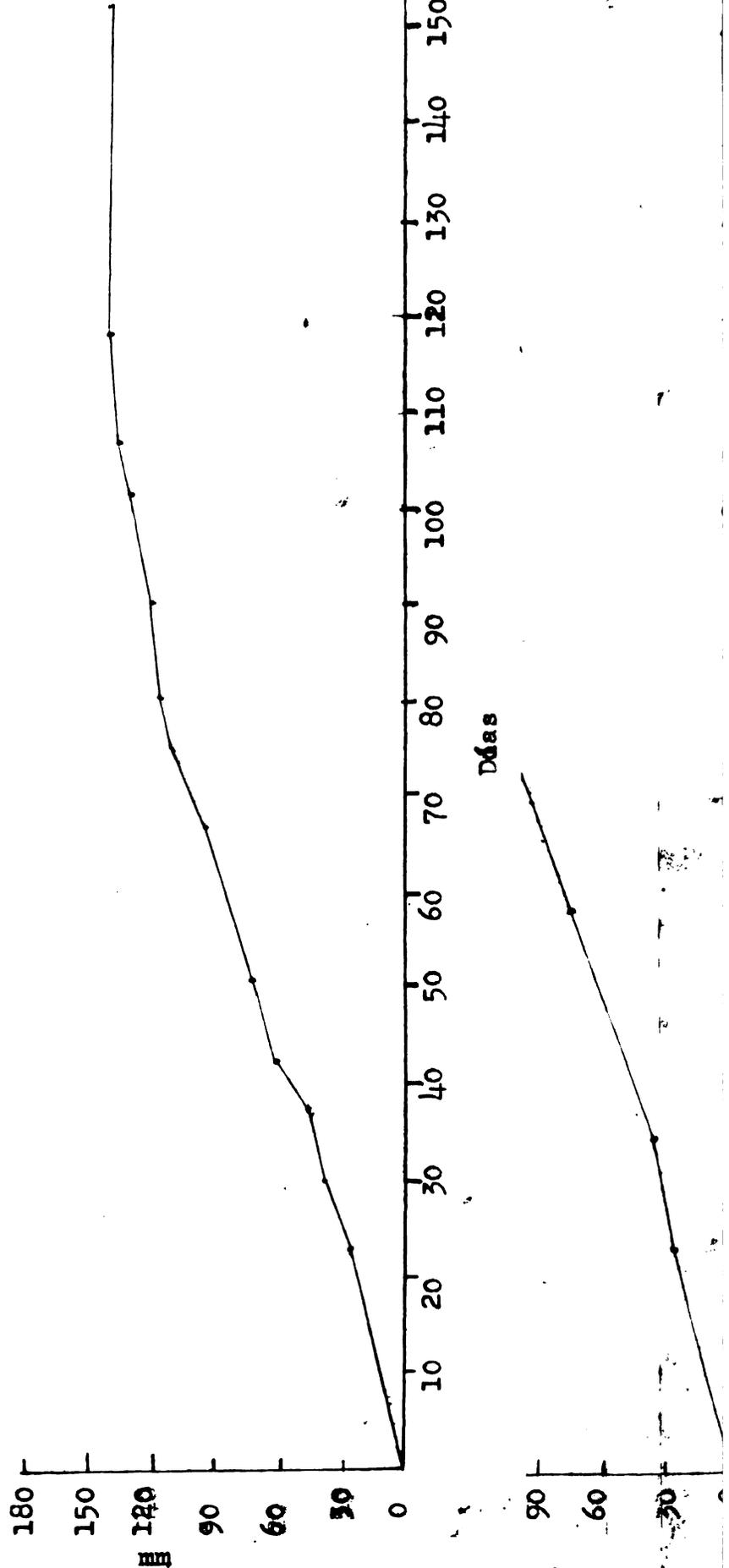
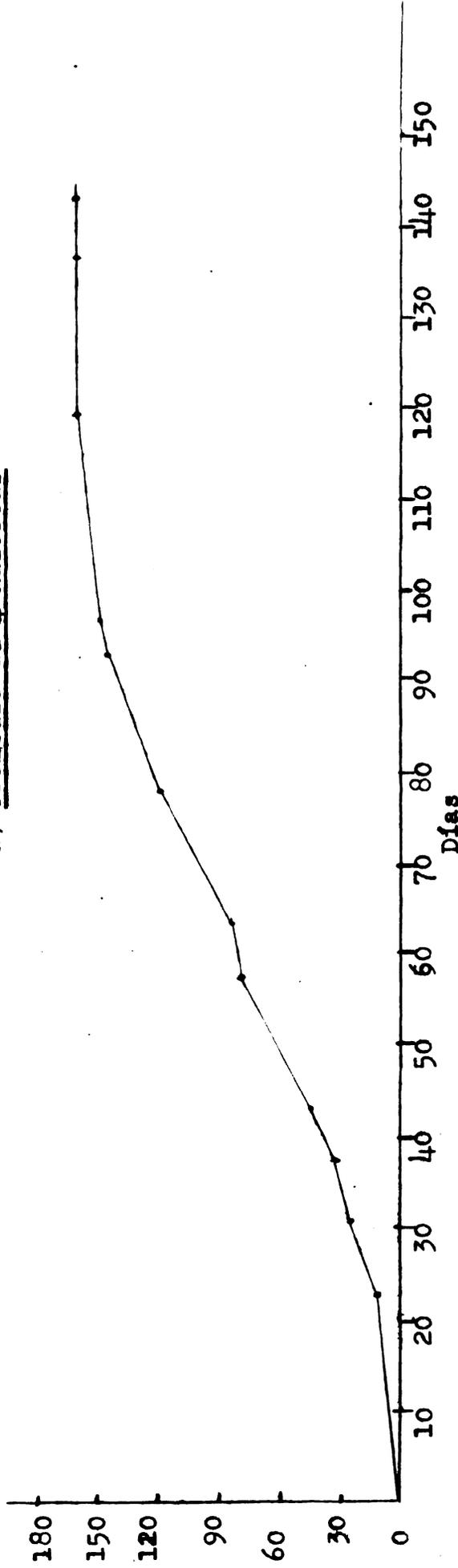
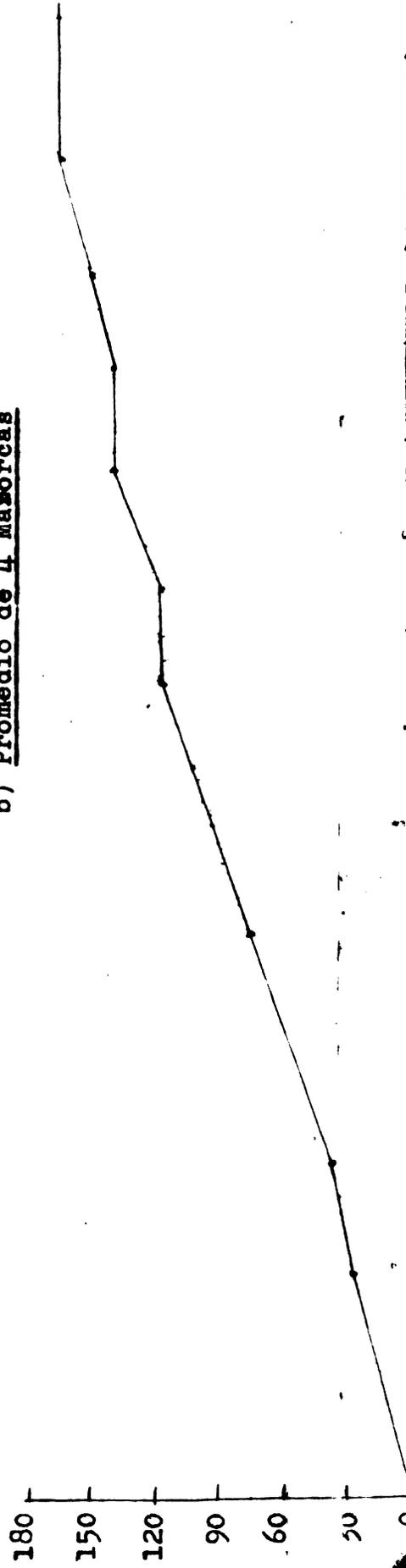


GRAFICO II: Crecimiento Longitudinal de la Mazorca

a) Promedio de 4 Mazorcas



b) Promedio de 4 Mazorcas



mas y ramillas. Se piensa que hay una relación entre la conformación de la planta y la intensidad de la pérdida de frutos. Cuando el árbol ha formado un tronco muy alto, o bien no ha formado un sistema de ramas principales bien distribuido, el árbol tiende a producir ramas secundarias y terciarias a partir de las principales, en una forma notoria. Por consiguiente, la mayor parte de la floración ocurre en ramas e ramillas de poco vigor, lo cual no permite que los frutos puedan ser nutridos durante el desarrollo de los mismos, por consiguiente, frutos formados últimamente son eliminados por la fuerte competencia de nutrición que efectúan aquellos que tienen un grado de desarrollo más avanzado. La diferenciación entre ramas y ramillas se ha establecido cuando el diámetro es menor de 2,5 cm. para las últimas, pero hay muchas ramas con diámetro algo apenas mayor que los 2,5 centímetros. Ha sido observada una pérdida intensa de frutos por esta causa en plantas de estaca del Clon 221 de las selecciones de la United.

Si hubiese una relación entre la conformación de la planta y la pérdida del fruto, tal fenómeno podría evitarse mediante la poda para equilibrar el árbol, hecho que es de valor comercial sin duda alguna.

Otras razones se han dado para explicar la pérdida del fruto: a) Deficiencia de elementos asimilables; b) factores genéticos y c) factores climáticos. Es de pensarse que si no hay un equilibrio entre la parte productora y la elaboradora, no evitaría la pérdida una abundancia de elementos asimilables.

El descenso de la temperatura, que se ha tomado como factor climático para explicar la pérdida debe interpretarse en función de la nutrición de la planta, puesto que al descender la temperatura disminuye la asimilación de la planta, y, unida al desequilibrio por la conformación del árbol, resulta en la pérdida de frutos apuntada.

No obstante, mayores observaciones deben ser hechas para tener una idea más clara del fenómeno.

CAPITULO V.- Estudio del Mejoramiento de la planta.-

Selección: El conocer con la mayor precisión el comportamiento de la planta y las características deseables en ella para obtener material que propague vegetativamente permita mejorar las condiciones económicas del cultivo, es uno de los pasos fundamentales para los técnicos que se dedicarán al mejoramiento de esta cosecha. Las características que deben considerarse son: a) Producción y vigor; b) Resistencia; c) Facilidad de Propagación; d) Rendimiento; e) Calidad. A continuación se tratará de estudiar dichas características.

a) Producción y Vigor: estos factores deben tomarse en cuenta porque los árboles vigorosos y de alta producción transmiten estas características al material que de ellos se obtenga.

Teóricamente, este factor está en razón inversa al tiempo requerido para que la planta alcance su producción. Es notorio el vigor con que crece el clon 613, sin necesidad de sombrero.

b) Resistencia: Es factor, que aunque cuya naturaleza pueda ser genética o mecánica, es de gran importancia, porque el material que se seleccione en Costa Rica debe ser resistente en lo posible al Phytophthora, que además de dañar el fruto, ataca los brotes, chupones, etc., causando pérdidas de consideración como será estudiado luego. Es lógico, que en cada región se buscaría material resistente a las enfermedades locales.

c) Facilidad de Propagación: Es conocido que hay una amplia variación en el porcentaje de enraizamiento de los distintos clones. Por ejemplo, el 613 a pesar de reunir las mejores cualidades deseables,

tiene un bajo porcentaje de enraizamiento cuando se propaga en bóvedas o cajas cerradas. En cambio el 667, tiene un porcentaje de enraizamiento mucho mayor en las mismas condiciones. En lo que se refiere a la propagación por injertos se ha observado que el 667 prende con facilidad y que el 676 tiene un porcentaje de prendimiento mucho menor. Considerado que el cultivador debe contar con un material que se pueda prepagar sin mayores dificultades, este punto debe tomarse en consideración.

d) Rendimiento: es conocido que alrededor de un 80% de la producción es obtenido del 20% de los árboles de una plantación y que el 20% de la cosecha se obtiene del 80% de los árboles. Este hecho en que se señala un porcentaje de plantas para obtener un porcentaje de la cosecha, está siendo tomado en consideración para el estudio de las progenies obtenidas por cruzamientos controlados. La cantidad de cacao que un árbol produzca está formada por dos factores: 2 a) número de mazorcas producidas; b) número de mazorcas necesario para obtener una libra de cacao seco. Esto último se conoce como "Índice de la Mazorca". El número de mazorcas necesario para obtener una libra de cacao seco depende del grueso de la cáscara y del tamaño de la mazorca. La relación expresada como porcentaje del peso de la almendra seca al peso de la mazorca se denomina rendimiento de la mazorca. Para determinar el peso de la almendra seca de una mazorca con propósitos de selección, se hace uso del factor 0,35 (Peso almendra seca igual a peso de la almendra húmeda x 0,35)

En el lenguaje usado para el mejoramiento de la planta se expresa el valor de un clon por el número de mazorcas necesarias para obtener una libra de almendra seca.

e) Calidad: La calidad está constituida por varias características entre ellas color, olor, aroma, acidez volátil, etc. del chocolate obtenido. Siempre se pensó por los cultivadores que almendras blancas son de calidad inmejorable, pero no es posible aceptar este concepto puesto que todo depende de características genéticas. Aunque recientemente se ha obtenido medios para mejorar la calidad del producto, la característica de calidad debe tomarse en cuenta en una planta que se seleccione.

En general, la mejor forma de obtener árboles prometedores es mantenerlos bajo observación durante tres años como mínimo. Durante este lapso se llevarán todos los registros necesarios. No obstante, cuando se comienza a trabajar en programas de mejoramiento podría tomarse algún material de los árboles en observación, propagarlo y mantenerlo perfectamente identificado, con el objeto de que si el árbol del cual se tomo, resultase prometedor se habría ganado algún tiempo en el desarrollo del programa.

Inoculaciones artificiales con esporas del Phytophthora, trabajo que no debe ser problema para un técnico, pueden dar rápidos a la selección de plantas resistentes.

CAPITULO VI - Propagación del Arbol.

Durante mucho tiempo ha consistido la propagación del cacao en el uso de semillas, con un criterio indefinido en lo que se refiere a la posible selección de ellas, entendiéndose aquí por selección la forma de aumentar la producción en la unidad de área. La propagación por semilla parece ser muy prometedora en la Costa de Oro, debido a que según opinión de varios entendidos, se está ante la posibilidad de contar con una línea pura. En países como Costa Rica, donde el cacao bajo cultivo es una mezcla de características genéticas, el problema difiere un poco. No obstante, aunque la propagación vegetativa llegará con el tiempo a ponerse en manos de los cultivadores, la propagación del árbol por semilla se efectuará durante algunos años más.

Una gran mayoría de los cultivadores de la zona Atlántica de Costa Rica, acostumbra sembrar la semilla en canutos de bambú, los cuales están abiertos longitudinalmente, manteniendo unidas sus partes mediante una amarra. En estos canutos llenos de tierra, se siembra la semilla. Una vez desarrollada la planta son llevados los canutos al campo, colocados dentro del agujero hecho para recibir la planta; la amarra es removida y la planta colocada en el sitio definitivo. La forma más corriente es sembrar en el sitio definitivo cuatro semillas y después que han desarrollado se eliminan las más raquílicas. Algunas veces mezclan la semilla con ceniza para ahuyentar las hormigas que causan considerable daño. La costumbre de hacer semilleros y luego almacigos es práctica desconocida en Costa Rica.

En ensayos realizados en el Centro de Cacao del Instituto, se ha encontrado que con la remoción de las envolturas de la semilla, se permite distinguir cómo sembrarla, evitando crecimientos defectuosos de la raíz; y se ha encontrado que existe un porcentaje de germinación más alto y que se obtiene un mejor crecimiento. Otros ensayos están siendo realizados para ver si una simple rotura de la continuidad de las envolturas (corte con una cuchilla) produce un efecto similar, lo cual ahorraría tiempo cuando es grande el número de semillas a sembrar. El trasplante de plantas de almacigos al campo, o a otros almacigos con fines de propagación ha sido ensayado en parte. Plantas fueron llevadas del almacigo del Instituto a la finca La Lola. En el mes de Diciembre de 1948, fueron llevadas 1,014 plantas podadas en "escoba". Un recuento, hecho en Marzo de 1949, dió un 65% de plantas vivas. El alto porcentaje de fallas se debió a que: a) tiempo excesivamente seco siguió al trasplante y que el riego fué insuficiente; b) unas 100 plantas fueron usadas como patrones para injertar al mes de trasplantadas lo cual fué contrario al objetivo que se perseguía; c) plantas llevadas de una sombra muy densa murieron en considerable cantidad, cuando se colocaron en el almacigo donde la sombra era menor.

Es pues de esperar que si suficiente lluvia sigue al trasplante, y las plantas han sido endurecidas previamente, el 35% de pérdida observado puede ser disminuido. Ensayos más cuidadosos están siendo verificados en el Centro de Cacao para ver la mejor manera de trasplante al campo; remoción o no del follaje; corta parcial del mismo, etc.

Propagación Vegetativa - Injertos.-

Cuando se efectúa la selección de árboles de cacao en las plantaciones, hay el inconveniente de que los árboles viejos carecen de material para obtener estacas, y si lo tienen, el porcentaje de enraizamiento obtenido es bajo. Una manera de "renovar" estos árboles viejos para obtener material en condición apropiada para propagar por estacas, es injertar sus yemas en patrones preparados en almácigos, o en chupones de los árboles en la plantación. Seis u ocho meses más tarde es posible obtener de estos injertos material apropiado para la propagación por estacas. Aunque el injertar en almácigo facilitaría luego las operaciones de propagar las estacas, el injertar en los chupones de los árboles en una plantación, es un buen medio de probar la resistencia del material ya que está expuesto a inoculaciones naturales.

Técnica del Injerto:

Para cubrir el injerto se ha usado venda parafinada de unos 2 cm. de ancho, que se prepara sumergiendo las vendas en una mezcla caliente hecha con dos partes de parafina y una de cera de abejas. El proceso de injertar requiere varios pasos que serán descritos como: a) Preparación del material; b) Transporte del mismo; c) Hechura del Injerto.

Preparación del material:

Consiste en suprimir las hojas y el crecimiento terminal de la rama de donde van a obtenerse las yemas con 8 ó 10 días de anticipación. Esto causa la acumulación de materias alimenticias en las yemas y facilita la obtención de ellas porque la corteza se separa con facilidad de la madera.

Transporte del Material:

Si el material debe llevarse lejos, una vez obtenido se sumergen los cortes en parafina fundida, se coloca en musgo o aserrín húmedo y se empaca convenientemente.

Hechura del Injerto (Figs. 6 & 7):

Se hacen en el patrón dos cortes longitudinales unidos por uno transversal. Se obtiene la yema de un tamaño aproximado al área señalada en el patrón. Rápidamente se prepara y separa la yema; se remueve hacia abajo la corteza del patrón y se inserta la yema procurando que haya el mayor contacto entre los tejidos de la yema y el patrón. Al cortar inferiormente la corteza separada del patrón y bajo la yema, se deja una pequeña porción para que ayude a sostenerla mientras se amarra el injerto. Una vez hecho, se poda el patrón unos 10 cm. arriba de la yema injertada. Si esto no se hace la yema, o muere o desarrolla muy lentamente debido al crecimiento de las yemas del patrón que se encuentran sobre ella. La yema no debe obtenerse demasiado pequeña. Un tamaño bueno es de 2 x 2 cm. e injertando en patrones que tengan un diámetro lo más aproximado posible al de la madera que dió la yema, pero yemas pequeñas injertadas en chupones del grueso de un lápiz no prenden con facilidad. Con suficiente práctica es posible obtener un 90% de prendimiento, habiendo obtenido el suscrito, alrededor del 60%.

Propagación por Estacas:

El método de enraizar estacas de cacao fué originalmente obtenido en Trinidad. Consiste en hacer enraizar las estacas en arena y bóvedas de cemento cerradas donde hay humedad todo el tiempo, habiendo sobre las bóvedas una media sombra. (Fig. 8)

Tal método es usado en Trinidad en gran escala y en Costa Rica por la Compañía Bananera. Recientemente la Compañía ha cambiado la arena por aserrín. El señor Geo. F. Bowman hizo la modificación de enraizamiento de estacas en camas de arena descubiertas y con riego continuo. Este método es muy valioso para la propagación del Clon 613, cuyo porcentaje de enraizamiento es muy bajo en las bóvedas cerradas. Finalmente ha sido empeño del Programa de Cacao del Instituto obtener un método económico que permita a los cultivadores enraizar sus propias estacas. Este método que podría llamarse el Método de la Caja es en el que se ha trabajado más para obtener el entrenamiento en las técnicas de propagación.

Sería deseable resumir lo más posible este informe; pero dada la importancia de la propagación vegetativa para el futuro del cultivo, los métodos mencionados serán descritos con algún detalle, para que tal información vaya dando desde ahora un mejor conocimiento de los métodos que permitan un mejor éxito cuando ellos se apliquen.

Factores que intervienen en el enraizamiento:

Sen humedad, temperatura y luz. Cómo intervienen en el proceso del enraizamiento?
a) Humedad: Teóricamente sería deseable que cuando se toman estacas para poner a enraizar no sufran pérdida alguna en su contenido de agua. Manteniendo constante la humedad en el ambiente, la cual estaría próxima al punto de saturación se evitaría la deshidratación de los tejidos de la hoja de la estaca. Para obtener enraizamiento en el cacao es indispensable que la hoja se mantenga verde. La forma de comportarse una estaca sin hojas hace suponer que las estacas no almacenan carbohidratos en el tallo pasando las sustancias rápidamente de las hojas a los lugares donde se formarían las raíces. Cuando las estacas pierden sus hojas, o no forman raíces, o las que forman son tan raquíticas que son incapaces de sostener la planta durante el aclimatación o en el campo. Mientras que en los medios de arena el mantenimiento de la humedad (de la arena y del aire), se hace por riegos continuos, en el método que se trata de obtener, el mantenimiento de la humedad del ambiente se realiza al colocar la caja bajo una sombra alta, algo mayor que un 50% y por el uso de madera descompuesta que a la vez que mantiene húmeda la base de la estaca, ayuda a mantener el aire húmedo dentro de la caja.

Temperatura:

En Trinidad se encontró que durante el enraizamiento de las estacas la temperatura no debe subir de los 30° C. Durante el día en las bóvedas la temperatura era algo más baja que la del ambiente, sucediendo lo contrario durante la noche. En el "método de la caja" cuando el tiempo es muy seco, hemos encontrado en el Chino a la una de la tarde una temperatura de 41° C. en el interior de las cajas. Esto ocurrió debido a un tiempo sumamente seco, sin haber llovido por lo menos una semana después de que se colocaron las estacas. Se observó que cuando la temperatura alcanza estos niveles, el amarillamiento de la hoja de la estaca es muy rápido observándose una marcada deshidratación en la base de ella. Sin embargo tomando en cuenta la temperatura señalada como óptima para el enraizamiento, durante los meses de Febrero y Marzo de 1948 se registraron temperaturas de 14,6 y 16,6 grados centígrados. En esa época se tenían enraizando estacas en camas abiertas bajo riego continuo (Fig. 9) y el tiempo para el inicio del enraizamiento fué de 36 días. Bajas temperaturas pues, influyen en retardar el enraizamiento, pero no causan la muerte de las estacas. En el momento de escribir este informe se tiene una

caja de estacas en El Chino con magnífico porcentaje de enraizamiento (Alrededor de 90%). Se han registrado durante el tiempo del enraizamiento en Abril, las siguientes temperaturas medias; 29° C, como máxima y 17,5° C. como mínima; hubo una precipitación de 6,25 mm. Para el mes de Mayo hasta el momento de escribir este informe los datos correspondientes son; Máxima 29° C- Mínima 20° C; Precipitación 3,5 mm. Resumiendo diríase que las estacas enraizaron con una precipitación de 9,75 mm y una temperatura máxima de 29° C, y una mínima de 17,5° C. Por consiguiente vemos que la precipitación es necesaria aún en el método de la caja para bajar la temperatura e impedir la muerte de la hoja de la estaca.

Luz:

Es conocido que características genéticas hacen variar el factor luz en lo que se refiere al clon 613. En el método de Trinidad, además de la sombra sobre las bédedas, los periódicos colocados sobre las ventanas y en el interior de la bédeda, reducen la cantidad de luz. La luz se regula por la cantidad de estacas que se colocan. Si se coloca un gran número habrá competencia de luz entre ellas; igual cosa sucede en el "método de la caja". En este último, debe buscarse que la luz afuera de la caja sea difusa, obtenible de una sombra alta. Sombra baja es indeseable porque en días de escasa luminosidad hace que el interior de la caja sea demasiado oscuro. La falta de luz provoca la caída de las hojas en forma rápida, diferenciándose de la alta temperatura en que no se observa deshidratación en el pedúnculo de la hoja.

Es necesario mayor observación de estos factores, para determinar su influencia en lo que se refiere al éxito de enraizar estacas de cacao siguiendo el "método de la caja."

Descripción de los métodos de Enraizamiento

a) Método de Trinidad (Fig. 8)

Las bédedas son preparadas en la siguiente forma: se coloca en el fondo una capa de piedra gruesa de unas 25 cm. de espesor; luego una capa de grava de 20 cm. y finalmente una de arena lavada de 25 cm., dejando una luz de 20 cm. entre la ventana y la arena.

b) En la misma forma se prepara para enraizar bajo riego continuo (Fig. 9)

c) Método de la caja: Consiste en colocar sobre una era (Fig. 10) en la cual se ha mezclado el suelo con un 75% de madera descompuesta (proveniente de urrá), una caja que es la bédeda de enraizamiento con dimensiones: 2,50 m. x 0,20 m. x 0,90 m. La tapa que la cubre está cubierta por "Cello-glass o Cello-cloth"; tiene forma triangular y en su parte media tiene una distancia de 0,15 m. a la parte superior de la tapa.

Obtención y preparación de las estacas:

Como la técnica de preparar y plantar las estacas es igual en cualquiera de los tres métodos, se describe una sola vez. Deben obtenerse de plantas que tengan de 2-1/2 a 3 años de edad, aunque se ha dicho que de injertos se obtienen a los 8 meses. La madera de la estaca no debe ser tierna ni muy leñosa. Lo primero se evita no empleando brotes que no hayan madurado sus hojas y lo segundo no usando estacas que tengan más de 1,5 cm de diámetro. En general, el grosor de un lápiz es el más aceptable. El largo de la estaca puede ser de 0,15 a 0,20 m. La estaca tendría en-

tences entre 3 y 5 hojas, que son cortadas a una tercera parte para aumentar el número de estacas a colocar en la bóveda. Los cortes de las estacas deben ser lisos, evitando desgarramientos en la corteza, lo cual sólo se obtiene con una cuchilla bien afilada. Si se observa la presencia de insectos chupadores en las hojas, las estacas se sumergirán en una solución de 25 cc x mil de Sulfato de Nicotina. Un estimulante para el crecimiento de las raíces será colocado en la base de la estaca. Ácido Indolbutírico (comercialmente Hormodin No.2, Merck) es el más usado. Mucho es lo que hay que investigar todavía en el uso de estimulantes para el crecimiento de las raíces. La necesidad de hacer el corte bajo el agua no parece indispensable, aunque sí se ha visto la conveniencia de mojar las estacas para evitar deshidrataciones durante su preparación. El secar el corte antes de aplicar el Hormodin es necesario para evitar desperdicios de esta sustancia por humedecimientos.

La Compañía Bananera usa el siguiente sistema; riego de las bóvedas a las 6 de la mañana; a las 12 del día y a las 3 de la tarde. Exteriormente las bóvedas se mantienen todo el tiempo húmedas. Las estacas comienzan a enraizar en arena, a los 21 días; se hacen dos inspecciones a los 28 y 35 días para poner en los acimatadores las estacas enraizadas. Anteriormente las estacas enraizadas eran puestas en canastas hechas de cáscara de banana. Ahora se colocan en acimatadores, en un medio de suelo y madera descompuesta. Ahí se mantienen las estacas una semana; luego se les va dando luz gradualmente y al cabo de 14 días las estacas están listas para ir al campo. En el método de la cama abierta, las estacas se endurecen bajo riego. El método de la caja suprime el uso de los acimatadores, puesto que una vez enraizadas las estacas, se van endureciendo gradualmente al permitir que una mayor cantidad de luz vaya entrando a la caja. Las estacas enraizan de los 35 días en adelante (Fig.10), pero como no se toman en cuenta los 7 días en que las plantas están a oscuras en los acimatadores, no hay gran diferencia en el tiempo que las estacas duran para estar listas para el campo. Si se remueve la caja una vez endurecidas las estacas, éstas pueden dejarse en la era durante algún tiempo hasta que alcancen un tamaño apropiado para ir al campo, evitando así la competencia por las malas hierbas.

El cuadro siguiente trata de resumir lo referente a la Propagación de las estacas de Cacao.-

CUADRO IV - Comparación de los Sistemas de Enraizamiento.-

Metodo de Trinidad		Cama Abierta	Metodo de la Caja
Riego	Atención Continuo	Riego continuo	Cada 2 días (1 vez)
Tiempo Enraizamiento-	Desde 21 días*	21 días *	Desde 35 días
Aclimatación	Bóvedas canastas	Eras bajo riego	En la misma caja.
Período Aclimatación	14 días	14 días	7 días
% Enraizamiento	85-90 *	85-90 *	60
% Pérdida Aclimat.	5	5	5

* En arena (Quepos & Zent)-Porcentajes estimados.

CAPITULO VII -

Operaciones de Cultivo y
Reacciones observadas en la
Planta.

La Poda:

Ha sido el tratamiento en el cual se ha observado efecto más notorio en lo que se refiere al crecimiento de la planta, estimado en el largo y diámetro de los brotes, y número promedio de hojas en ellos. Como puede verse en el cuadro I y Gráfico I, las dimensiones de los brotes y número promedio de hojas es mayor en los árboles podados que en los no podados, excepte en la del diámetro en el último mes, lo cual atribuye a que midiérense brotes de ramas de chupenes que siempre son más vigerosas. Al chequear los esquemas hechos de los árboles, un año después, se encontró que los podados tienen una mayor cantidad de follaje, a tal punto que no se puede apreciar el interior del árbol; no ha habido aumento en la altura de los árboles podados, aunque sí parece notarse un crecimiento lateral del diámetro menor del árbol, tendiendo a aproximarse al mayor. En los no podados tampoco hay aumentos de altura; los diámetros están sin cambio, sólo se observan las condiciones apuntadas en las dimensiones de los brotes y en el número promedio de hojas de estos. El número de mazorcas cosechadas en 100 árboles podados fué de 520 y 523 de Junio a Diciembre y 819 en los no podados. De Enero a Abril los números son 825 y 1,219 respectivamente. No obstante, no se puede afirmar aquí que la poda bajo la producción del año siguiente, porque fué notoria la producción en los árboles podados, que estaban más expuestos al mercedo a la orilla de la línea férrea que los no podados en la Sección 7.-

Fertilización y aplicación-Elementos Menores:

De los datos obtenidos, en los 10 árboles estudiados, he confeccionado el siguiente cuadro:

CUADRO V - Mazorcas cosechadas en 10 árboles
de Junio de 1948 a Abril de 1949-

ARBOLES PODADOS			ARBOLES NO PODADOS		
Nº Arbol-Tratamiento	Elementos	Mas. cosechad.	Nº Arbol-Tratamiento	Elementos	Mas. cosech.
3	N-P-K	31	3	N-P-K	58
4	Testigo	7	4	Podado	13
5	Cobre	29	5	Cobre	37
6	Zinc	69	6	Zinc	29
7	Bórax	24	-	-	-
8	Azufre	28	8	Azufre	55
9	Hierro	62	9	Hierro	66
10	Esminel	2	10	Esminel	61
1	Testigo(D.D.T.)	26	1	Testigo	55
2	N-P-K	5	2	N-P-K	51

Los datos anteriores son insuficientes para considerar si los tratamientos en lo que se refiere a la aplicación de elementos menores ha tenido alguna influencia en la producción. En los árboles podados los números 4, 10 y 2, no son comparables con los correspondientes no podados, por ser el primero y el último árboles jóvenes de unos 10 años de edad, mientras que el segundo era un árbol fisiológicamente incompatible como se señaló en el capítulo de la Autoincompatibilidad.

En el árbol No. 4 (Testigo de los no podados) podría pensarse en la influencia desfavorable de la poda en la producción. Según el cuadro anterior la poda podría haber afectado desfavorablemente los tra-

tamientos hechos con elementos menores, exsepto en el árbol 6, cuya producción fue más del doble de la del correspondiente no podado; no obstante el factor genético de alta producción podría estar presente en el árbol 6 podado. Resumiendo, la influencia de elementos menores en la producción debe estudiarse a base de mayor número de árboles y usando material clonal. -

CAPITULO VIII.- Enfermedades: descripción, influencia de los tratamientos en ellas y Control.

La pudrición negra de la mazorca, causada por el hongo *Phytophthora palmivora* Butl., constituye hasta el momento la enfermedad que causa mayores pérdidas en los sacacatales de la zona atlántica de Costa Rica. En los árboles bajo observación en La Lola la pérdida por esta causa ascendió entre los meses de Junio y Diciembre de 1948 a un 28% de las mazorcas cosechadas. Este porcentaje es relativamente bajo, explicable por la poca precipitación y la variación de la cosecha. De Enero a Marzo de 1949, las pérdidas ascendieron a un 34% de las mazorcas cosechadas, considerando los datos obtenidos en 180 árboles. El aumento en la incidencia de la enfermedad se debe a la cosecha, que comenzó a fines de Marzo, habiendo ocurrido un período seco en el mes de Abril. En épocas de cosecha y fuerte precipitación las pérdidas oscilan entre 50 y 75% de la cosecha.

El hongo causal, ataca las mazorcas en cualquier estado del desarrollo, y cuando la precipitación que le favorece coincide con las épocas de cosecha, el porcentaje mayor de mazorcas enfermas se observa entre las desarrolladas por ser las más abundantes. Es también sabido que el hongo ataca los chupones y retoños jóvenes, los que llegan a constituir una fuente de infección. Mucho podría escribirse del hongo y su biología, pero la idea fundamental es considerar la enfermedad desde el punto de vista de los tratamientos hechos y un mayor énfasis se hará sobre su control. El cuadro siguiente sumariza las pérdidas observadas por la enfermedad en 19 árboles

CUADRO VI - Mazorcas removidas por causa del *Phytophthora* en comparación de los tratamientos hechos de Junio de 1948 a Abril de 1949. -

ARBOLLS PODADOS			ARBOLLS NO PODADOS		
Nº	Arbol-Tratamiento	Maz.Removidas	Nº	Arbol-Tratamiento	Maz.Remov.
3	N-P-K	8	3	N-P-K	9
4	Testigo		4	Podá	8
5	Cobre	0	5	Cobre	7
6	Zinc	5	6	Zinc	18
7	Bórax	0	-	-	-
8	Azufre	0	8	Azufre	16
9	Hierro	14	9	Hierro	14
10	Esminel	0	10	Esminel	13
1	Testigo(D.D.T)	6	1	Testigo	25
2	N-P-K	5	2	N-P-K	28
TOTALES		38			136
PROMEDIOS		3.8			15.3

Según el cuadro anterior, la poda es el tratamiento que muestra re -

tamientos hechos con elementos menores, excepto en el árbol 6, cuya producción fue más del doble de la del correspondiente no podado; no obstante el factor genético de alta producción podría estar presente en el árbol 6 podado. Resumiendo, la influencia de elementos menores en la producción debe estudiarse a base de mayor número de árboles y usando material clonal. -

CAPITULO VIII.- Enfermedades: descripción, influencia de los tratamientos en ellas y Control.

La pudrición negra de la mazorca, causada por el hongo *Phytophthora palmivora* Butl., constituye hasta el momento la enfermedad que causa mayores pérdidas en los cacacetales de la zona atlántica de Costa Rica. En los árboles bajo observación en La Lola la pérdida por esta causa ascendió entre los meses de Junio y Diciembre de 1948 a un 28% de las mazorcas cosechadas. Este porcentaje es relativamente bajo, explicable por la poca precipitación y la variación de la cosecha. De Enero a Marzo de 1949, las pérdidas ascendieron a un 34% de las mazorcas cosechadas, considerando los datos obtenidos en 160 árboles. El aumento en la incidencia de la enfermedad se debe a la cosecha, que comenzó a fines de Marzo, habiendo ocurrido un período seco en el mes de Abril. En épocas de cosecha y fuerte precipitación las pérdidas oscilan entre 50 y 75% de la cosecha.

El hongo causal, ataca las mazorcas en cualquier estado del desarrollo, y cuando la precipitación que le favorece coincide con las épocas de cosecha, el porcentaje mayor de mazorcas enfermas se observa entre las desarrolladas por ser las más abundantes. Es también sabido que el hongo ataca los chupones y retoños jóvenes, los que llegan a constituir una fuente de infección. Mucho podría escribirse del hongo y su biología, pero la idea fundamental es considerar la enfermedad desde el punto de vista de los tratamientos hechos y un mayor énfasis se hará sobre su control. El cuadro siguiente resume las pérdidas observadas por la enfermedad en 19 árboles

CUADRO VI - Mazorcas removidas por causa del *Phytophthora* en comparación de los tratamientos hechos de Junio de 1948 a Abril de 1949. -

ARBOLES PODADOS			ARBOLES NO PODADOS		
Nº	Arbol-Tratamiento	Maz.Removidas	Nº	Arbol-Tratamiento	Maz.Remov.
3	N-P-K	8	3	N-P-K	9
4	Testigo		4	Podá	8
5	Cobre	0	5	Cobre	7
6	Zinc	5	6	Zinc	18
7	Bórax	0	-	-	-
8	Azufre	0	8	Azufre	16
9	Hierro	14	9	Hierro	14
10	Esminel	0	10	Esminel	13
1	Testigo(D.D.T)	6	1	Testigo	25
2	N-P-K	5	2	N-P-K	28
TOTALES		38			138
PROMEDIOS		3,8			15,3

Según el cuadro anterior, la poda es el tratamiento que muestra re -

sultados más favorables en el control de la enfermedad. La mayor incidencia de la enfermedad en el arbol No. 9 (podado) se explica por estar bajo un arbol de sombra muy densa. El bajo porcentaje en los no podados se debe a la eliminación del foco de infección por remover cada semana las masorcas.-

Control de la Enfermedad:

Del cuadro anterior se obtiene que la poda por dar una mayor luz y aereación, causa un descenso en la incidencia de la enfermedad. Indudablemente que también una regulación de la sombra donde fuese posible, ayudaría ventajosamente.-

En lo que se refiere a plantaciones clonales ya se ha visto la importancia que se le da a la posible resistencia que debe tener el material seleccionado.

Control por el Uso de Equipo:

Ha sido probado que los compuestos de cobre controlan la enfermedad. Así la Compañía Bananera ha aumentado su producción de 400 a 1,000 libras por acre por el uso del caldo bordelés. Compuestos de Cal y Azufre se ha encontrado que son de valor en el control de la enfermedad. Para el finquero en pequeño, el control consistiría en podas livianas y en contar con un equipo de atomizar pequeño, que podría ir en un carro tirado por una mula, consistiendo esencialmente en una pequeña bomba de motor y aplicando cuando la cosecha está a medio desarrollar o con intervalos de 60 días. Se podría hacer una aplicación de fórmula 5-5-50 y luego bajar la proporción a 2-1-50.- Para plantaciones grandes, si se cuenta con medios económicos puede instalarse un equipo (Fig. 12), como el que usa la Compañía Bananera y que se describe a continuación. Consta de:

- Planta Central -
- Tuberías-
- Sprayers (pitones)

La planta central: Consta de cuatro tanques: uno para suspender la cal, otro para disolver el Sulfato de Cobre y los otros dos tanques con capacidad para 2,000 gls. cada uno para mezclar la cal y el sulfato y obtener el fungicida conocido como caldo bordelés.-

En el tanque pequeño se coloca la cal en unos 300 gls. de agua, siendo disuelta mediante un agitador colocado en el fondo del tanque; se deja la suspensión de cal en reposo por unos cinco minutos con el objeto de permitir la sedimentación de las materias extrañas que irían a obstruir las diferentes partes del equipo. La solución de cal, antes de echarla al tanque mezclador se hace pasar por un tamiz. En el otro tanque pequeño se hacen disolver 200 lbs. de sulfato de cobre, el cual una vez disuelto se agrega a la cal con abundancia de agua, o sea con los 1,700 galones que faltan para formar los 2,000, capacidad del tanque mezclador. El usar mucha agua para disolver el sulfato es la única manera de obtener un fungicida bien preparado, pues si se agrega el sulfato de cobre sin diluir a la cal, se produce una coagulación indeseable que afecta la efectividad del fungicida. Una bomba situada convenientemente hace llegar el agua para el trabajo de la planta central. A la salida del tanque mezclador hay un sedimentador con una llave que permite eliminar los residuos que podrían haberse pasado a través del tamiz. El fungicida va a una bomba con 6 embolos de donde sale con una presión de 750 lbs.

La Tubería:

Los tubos principales son de 2" de diámetro. Los tubos secundarios son de 1-1/4" y están separados por una distancia de 1,000 m. En los tubos de 3/4"-separados cada 100 m., a cada 50 m. hay una boquilla para conectar las mangueras. Con la presión indicada salen por el pitón 5 galones por minuto. La operación de atomizar debe ser

realizada rápidamente en una forma tal que el fungicida forme una delgada película sobre la parte donde se aplica, pues si hay formación de gotas, el fungicida cae por gravedad, siendo su efecto casi nulo, ya que el efecto de un fungicida está determinado por una relación muy simple; efecto del fungicida = $\frac{\text{igual a}}{\text{tiempo que el fungicida se mantenga en contacto con los hongos o sus formas de propagación}}$. Dos hombres atienden la planta central y otros dos por cada manguera, trabajan en la aplicación del fungicida, y atomizan cuatro acres en ocho horas de trabajo. Por lo tanto, el personal necesario para usar el equipo en su totalidad, es de 30 hombres.-(este dato es aproximado). El costo de atomizar un acre con intervalos de 60 días es de 30 dólares por año aproximadamente.

CAPITULO IX - Consideraciones sobre la Renovación de las Plantaciones.-

Indudablemente el primer paso a dar para renovar una plantación es aplicarle una poda racional. En lo que se refiere a ésta, hay entre los finqueros, sobre todo los de color, una verdadera ignorancia como practicarla. Muchas veces se observa con sorpresa cómo eliminan las ramas principales para evitar que se acerquen a otro árbol, cuando lo indicado sería cortarles la porción terminal. En general es deseable en el cacao tratar de obtener un árbol que se acerque al crecimiento natural de la planta: un tronco y sus ramas principales. Dada la posibilidad de que la poda afecte la producción del siguiente año desfavorablemente es preferible hacer podas muy livianas. Otro aspecto que se toma en cuenta en la renovación es la siembra de plantas en los lugares vacíos. Para ello sería deseable utilizar plantas de almácigo de unas 0,45m. de alto, para evitar pérdidas en el replante debido a las malas hierbas. En Trinidad la idea imperante es renovar la plantación mediante la siembra de estacas de material seleccionado. Indudablemente es una buena medida y factible intentarla en Costa Rica. Ha sido mencionado en el Capítulo del Injerto, el posible uso de ellos para renovar las plantaciones. En efecto, injertando en los chupones situados lo más abajo posible en los árboles, permitiría que el injerto se desarrolle y luego paulatinamente se poda el árbol viejo. En esa forma podría evitarse el descenso de la cosecha en una forma brusca y los árboles viejos se eliminarían cuando el injerto está cercano a la producción. El uso de semillas para renovar las plantaciones, es factible, aunque cuesta mucho que las plantas crezcan bien por la falta de luz, pero si están situadas convenientemente podría injertarse en las plantas de semillas y obtener así una plantación clonal renovada por injertos a partir de una plantación vieja. Posteriormente se haría la corta de los árboles que no tenían chupones en el momento de injertar, para que se desarrollen y poder injertarlos más tarde.-

CAPITULO X - S U M A R I O -

El informe anterior comprende la mayor parte de los conocimientos adquiridos durante un entrenamiento de 18 meses en el Programa de Cacao del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Uso liberal sobre la materia ha sido hecho de la literatura disponible en la biblioteca del Instituto. Los conocimientos en el campo se han adquirido por observaciones directas realizadas sobre el comportamiento de la planta en la plantación experimental del Instituto y en la finca La Lola. El material de estudio, lo ha constituido pues, la planta

misma. Se da una descripción de ella tal como se ha observado, prescindiendo de las descripciones botánicas clásicas.

Las consideraciones ecológicas que intervienen en el habitat de la planta, en la zona atlántica de Costa Rica, se hacen a base de las visitas realizadas a diferentes fincas.

Se hace una referencia al comportamiento natural del árbol desde su crecimiento hasta la cosecha. Se estudian los factores que deben tomarse en cuenta para el mejoramiento de la cosecha. Siendo la propagación vegetativa de la planta un paso importante en el futuro del cultivo en la zona atlántica de Costa Rica, se hace énfasis en los métodos usados; mejoramiento de ellos y la posibilidad de un nuevo método. Se estudian también los factores que determinan el enraizamiento de las estacas.

En las operaciones de cultivo y la reacción de la planta ante ella, se ha encontrado que la poda, usando el llamado tipo de Costa Rica, parece que es el tratamiento que muestra una mayor respuesta, tomando en cuenta el crecimiento de la planta, follaje, longitud y diámetro de los brotes producidos y el número promedio de hojas en cada brote. El uso del zinc y la poda podrían tener un efecto favorable en la cosecha, excepto que haya factores genéticos envueltos. Mayores repeticiones serán necesarias para formar un mejor criterio. El D.D.T. usado para estudiar el efecto de los insectos en la producción, tiene un efecto desfavorable sobre las flores, el follaje y en resumen sobre el vigor del árbol.

La poda también parece mostrar un efecto desfavorable en relación a la producción, y dentro del límite del año que siguió a la poda aunque mayores observaciones son también necesarias. Un efecto inverso si se ha observado en el control de la enfermedad de la mazorca. Las atomizaciones con caldo bordelés controlan la enfermedad aumentando a algo más del doble la cantidad de cacao obtenido por acre.

Finalmente se hacen algunas consideraciones sobre la renovación de las plantaciones viejas, mediante el uso de injertos sobre chupones e injertos en plantas de semilla.-

BIBLIOGRAFIA

- Bondar, Gregorio** (1) A Cultura de Cacao Na Bahia, Instituto de Cacao da Bahia, Boletim Technico No. 1 - pp 49-50; 79-83, 1938
- Chenery, E. M.
Hardy, F.** (2) The Moisture Profile in Trinidad Foresty Cacao Soils, Tropical Agriculture 22 (3)-100-115, June, 1945 -
- Dado, H. A.** (3) Origin and Spiral Arrangement of Cushions in Cacao, Department of Agriculture, Gold Coast Bulletin No. 16 pp 147-150, Year-Book, 1928
- Dejean, Monod** (4) Floración del Cacao, Boletín Informativo del Cacao, Instituto Ciencias Agrícolas - Turrialba, 1(13) 1948 -
- Llane, Gomez, E.
MacFie, J. W. S.** (5) El Cultivo del Cacao, Ministerio Economía - Bogotá, Colombia, pgs. 37 © 1947, Geratopogonidas Collected in Trinidad from Cacao Flowers, Bulletin of Entomological Research 35(3)297-300, 1944
- Montgomery, E. G.
Taylor, Alice M.** (6) World Trade in Cacao, pag. 1, 1947
- Pittier, H.** (7) El Cacaotero, Apuntes Históricos y Botánicos - pag. 1, Julio 1931
- Peanette, A. F.** (8) Natural Pollination of Cacao Theobroma Lio-carpa, Bern. on the Gold Coast II, Tropical Agriculture (19)(10) : 188-191, 1942
- West African Cacao
Research Institute** (9) Quartely Report No.15, Tafo Gold Coast-1948

- APENDICE -



Fig. 1 Vista Parcial
Plantación Clonal
" El Chino "

Fig. 2 Sistema Ra-
dical Arbol de Cacao
descrito en este In-
forme.-



Fig. 3 Terreno Pen-
diente Cultivado de
Cacao Región de La Es-
trella.



Fig. 4- Arbol que tiene un alto porcentaje de Polinización

Fig. 5 Esquema Conformación Arbol 10, Sección 1.

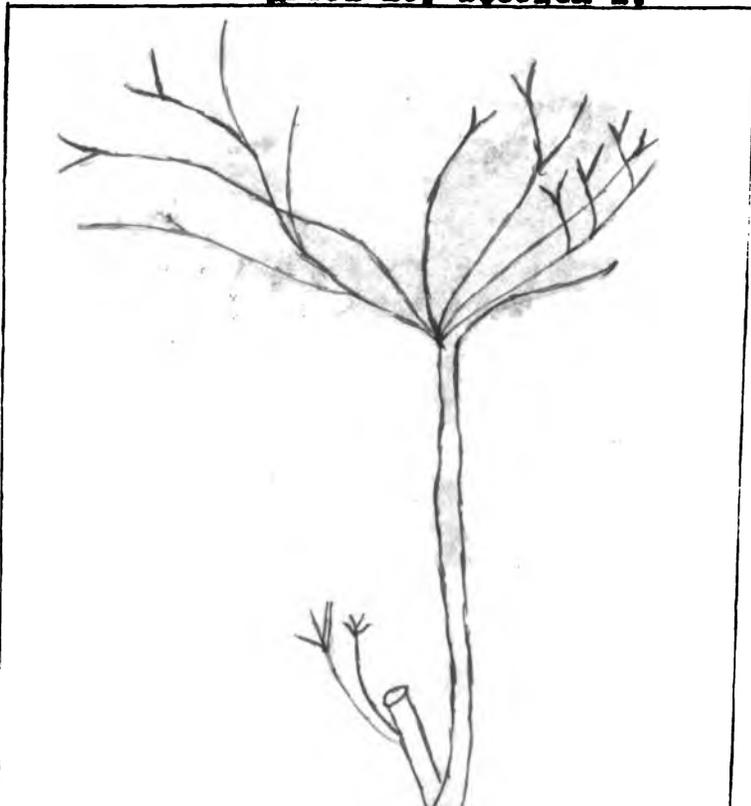


Fig. 6 Plan-
tas de Almací-
go Injertadas.



Fig. 7 - Injerto Cre-
ciendo, hecho en Plan-
tas mostradas figura
anterior.-



Fig. 8 - Bóvedas en construcción para propagar estacas según el método de Trinidad.-



Fig. 9 Cama para enraizar estacas bajo riego continuo.



Fig. 10 - Vista de "La Caja para enraizar estacas.





Fig. 11 La caja abierta mostrando estacas enraizadas en ella.



Fig. 11 b Estacas enraizadas en la caja.-



Fig. 12 Vista de la Planta Central para la aplicación de caldo bordelés.-

**FACONES QUE ATUEN LA CALIDAD DEL CACAO
PRODUCIDO EN VARIAS ZONAS DE LA ZONA AGRICOLA
RICA DE GUATEMALA**

Por **Herberto Buzquero Mora**



**INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS
TURKEYVILLE, VIRGINIA, U.S.A.**

Año 4 (19)

**FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL CACAO
PRODUCIDO EN VARIAS FINCAS DE LA ZONA ATLAN-
TICA DE COSTA RICA**

Tesis

**Presentada al Comité de la Facultad como
requisito parcial para optar el grado de**

Magister Agriculturne

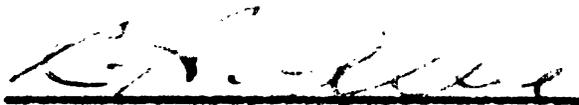
En el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Aprobado:


Consejero


Comité


Comité

Fecha:

Julio de 1949

Agradecimientos

El autor desea expresar su reconocimiento a las siguientes personas: Mr. George F. Bowman, por su ayuda y sugerencias durante el desarrollo del Proyecto; Dr. L. R. Holdridge, por su asesoramiento para la preparación del manuscrito; Ingenieros don Manuel Elgueta y don Ernesto H. Casseres, por su valiosa asistencia y facilidades otorgadas para mantenerse fuera del Instituto, permitiendo con ello la realización del estudio. Al Dr. J. O. Morales por la información y asesoramiento otorgados debe expresar su agradecimiento; asimismo debe hacerlo con el señor don Jorge León. A la señorita Angelina Martínez, Bibliotecaria del Instituto, debe agradecer su valiosa ayuda y su finura para poner a su alcance muchos de los datos bibliográficos utilizados para la confección del presente trabajo.

Presenta también sus agradecimientos a los manufactureros de cacao, señores Raul Odio, José Sotés, Claudio Hernández y Victoriano Carballo, por las informaciones facilitadas que permitieron la localización de las fincas donde fue realizado el estudio.

A los siguientes finqueros: señores Francisco y Plácido Pereira, Arturo Figuls, Miguel Guardia, Hernán Garrón, Asis Esna, J. C. Grant, Z. Farguharson, Derby Hyman, Leopoldo Smith, Thomas Hamilton, Cirilo Ward, Carlos Werther y Charles Mason, por la información suplida, ayuda y atenciones dispensadas durante las visitas realizadas a las distintas fincas.

Al Ing. don Jorge Alvarado Arroyo, le agradece su oportuna ayuda en la obtención y envío de algunas muestras. El señor José L. Vargas, Gerente de la Compañía Cacaotera Nacional en Puerto Limón, ayudó grandemente al autor al ponerlo en contacto con algunos de los propietarios de las fincas que se tenía interés en estudiar.

Algunos datos biográficos del autor

Nació en Sabánilla de Alajuela el 31 de Diciembre de 1920.

Realizó sus estudios en la escuela primaria de Marce de 1928 a Diciembre de 1933. En 1934, inició sus estudios de enseñanza secundaria en el Liceo de Costa Rica, y obtuvo su título de bachiller en Ciencias y Letras el 17 de Diciembre de 1938.

En Marzo de 1939, ingresó a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica. En el año de 1941 obtuvo el premio en un concurso en la misma facultad sobre el mejor trabajo en la "Fijación simbiótica del nitrógeno". Desde el 8 de Diciembre de 1941, hasta el 15 de Marzo de 1942, estuvo realizando estudios sobre el cultivo del hule y sus problemas en the U.S.D.A. Rubber Station, Turrialba. El 7 de Noviembre de 1942 finalizó sus estudios universitarios, habiendo optado el título de ingeniero agrónomo el 7 de Febrero de 1943, previa presentación de su tesis de grado titulada "Ganadería y ganado de engorde en Costa Rica" y después de sustentar el examen de grado ante el respectivo comité de la facultad. Desde el 8 de Noviembre de 1942 hasta el 30 de Noviembre de 1947, desempeñó el cargo de Assistant Manager en las plantaciones de cinchona de la Experimental Plantations Inc., en Buena Vista de San Carlos. El 12 de Diciembre de 1947 fué llamado a ocupar el cargo de estudiante asistente en el Programa del Centro del Cacao de este Instituto y a realizar su entrenamiento en el cultivo del cacao.

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
I.- INTRODUCCION	4
II.- LITERATURA	6
Conceptos de calidad	8
Factores que afectan la calidad	10
Consideraciones generales sobre la cura del cacao	12
III.- LUGARES DEL ESTUDIO	17
Ubicación de las fincas	17
Selección de las fincas	18
IV.- METODOS DE TRABAJO	19
Obtención de la información acerca de las fincas	19
Obtención de las muestras	21
V.- OBSERVACIONES Y RESULTADOS	22
Factores ambientales	24
Condición de las fincas y sistema de cosechar	28
Factores en la preparación del producto	30
Comparación del producto obtenido	34
Resultado de la prueba de catación	36
VI.- DISCUSION DE LOS RESULTADOS	38
Agrupación de las fincas	38
Consideraciones sobre el aspecto externo	39
Consideraciones sobre el aspecto interno	40
Factores ambientales y condición de las plantaciones respecto al valor del sabor	43
Factores en la preparación y manipulación del producto	45
VII.- CONCLUSIONES	48
VIII.- SUMARIO	51
IX.- BIBLIOGRAFIA	64
X.- APENDICE	67



I. INTRODUCCION

Buena calidad es una de las condiciones deseables en cualquier producto agrícola. En lo que al cacao se refiere, es de importancia básica para el manufacturero, por que de ella depende en parte la clase de producto que se pueda ofrecer al consumidor y en lo que concierne al productor, la obtención de una calidad aceptable o mejor aún, buscada con empeño por los manufactureros en el mercado, es de suma importancia en los próximos años, en que habrá la tendencia de diferenciar calidades en los mercados.

Hasta el momento, no es posible afirmar que distintas calidades tengan diferencias de precio en los mercados, dado que en general, los cacaos que se despachan de Costa Rica a los mercados son mezclas heterogéneas formadas por el cacao de distintas fincas. Los cacaos finos como Arriba, Puerto Cabello, etc., han tenido siempre un premio por características inherentes, cuyo origen según unos es genético, y según otros producto del ambiente.

Para cacaos como el de Costa Rica, que según opinión se encuentra en el límite entre los cacaos finos y los bases, deben existir factores, algunos posiblemente controlables, que determinen una calidad aceptable o no del producto obtenido.

El Centro del Cacao del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas consideró cuán importante sería tratar de apreciar esos factores.

No obstante que la mayor parte de las plantaciones de cacao de Costa Rica parecen consistir del mismo complejo de tipos o variedades de cacao, en proporciones más o menos uniformes, hay

una amplia variación en el sabor del chocolate cuando es hecho del cacao procedente de las distintas fincas.

La calidad de una determinada finca parece ser muy consistente de una estación a otra. Puesto que es consistente, se podría separar al menos por el momento, el efecto de las enfermedades, drenaje y prácticas culturales, ya que estas condiciones^{es} varían año con año en la mayor parte de las fincas.

Es conocido, que el cacao de mejor sabor, no viene de los grandes beneficios, sino de algunos de los pequeños cultivadores y los métodos usados por ellos podrían ser adoptados por el resto sin mayores gastos.

Un proyecto de estudio para investigar la variación en calidad y determinar sus causas fué elaborado por el Jefe del Centro del Cacao; se encargó al suscrito de su realización; sus observaciones y resultados son dados a conocer a través de las siguientes páginas.

El objeto fundamental de este estudio, es tratar de apreciar los factores causantes de tal variación con la esperanza que resulte de ello una mejor comprensión en lo que al manejo del producto se refiere. Hay la posibilidad, que sistemas más o menos uniformes entren en uso para la obtención de calidades deseables para el mercado. Si este estudio llenara los fines que se persiguen, entre ellos estaría sin duda alguna, la posibilidad de una más rápida y mejor adaptación a los nuevos sistemas, por un mejor entendimiento del concepto de calidad; de los factores que la influyen en uno u otro sentido, y lo importante sería que su control esté en manos del finquero.

II. LITERATURA

La revisión de la literatura disponible, con el propósito de obtener información lo más completa posible sobre los factores que afectan la calidad del cacao fué realizada. En este aspecto se pudo distinguir tres escuelas:

- a) Está constituida por un grupo de investigadores, que realizaron sus observaciones en la Costa de Oro, haciendo hincapié en la apariencia externa de la almendra, grado de llenamiento, y sobre todo tratando de determinar factores que impidiesen el daño por mohos e insectos en las almendras despachadas al mercado. Estos investigadores aparecen en la correspondiente bibliografía, en los informes anuales y otras publicaciones hechas por los Departamentos de Agricultura de los países del Africa Occidental (1,2,3,5,6,7,8,9,11,13,19,20,27,29,32,y 33). La literatura consultada no permite señalar si las observaciones y estudios de ese grupo de investigadores se prolongan más allá de 1930.
- b) Esta escuela, la más amplia de las tres, está constituida por un gran número de investigadores, la gran mayoría de ellos autoridades en los campos de la Bioquímica y Química del Carbono. Las observaciones realizadas aparecen desde 1900, hasta 1941, (10,15,16,17,18,21,22,24,30,31). En resumen, ellos trataron de obtener métodos para mejorar la calidad del cacao en el laboratorio, por las más variadas formas, manteniéndose sí, dentro de métodos y apreciaciones lógicas. En 1935, Knapp (18) publicó un trabajo detallado que se inicia

con observaciones hechas en las fincas del Africa Occidental y Trinidad, hasta la apreciación en el laboratorio de características buscadas por los manufactureros en el interior de las almendras de cacao,

- e) Esta escuela, que es la más reducida de todas, la constituyen investigadores holandeses, que trabajando en Java desde 1936 a 1943, trataron ya de obtener idea de los factores que afectaban la calidad del cacao producido en las distintas fincas, (26). Indudablemente, el estudio detallado de estas investigaciones sería de gran valor para el presente trabajo, y a pesar de haberse estudiado un resumen en inglés obtenido del original en holandés, no es posible para quien escribe, apreciar todo el valor del estudio realizado por el Dr. Reelofsen y colaboradores. El presente estudio, tiene el propósito de poder incluirse dentro de esta última escuela, esto es, aprovechando las observaciones hechas en las anteriores, poder formar un cuadro simple de observaciones, fácilmente comprensible para el finquero de las actuales plantaciones en Costa Rica, de modo que sin mayores gastos logre un mejoramiento del producto obtenido.

Concepto de Calidad:

Según la definición aprobada por The Council of the International Office of the Manufacturers of Chocolate and Cocoa (15), una almendra de calidad aceptable debe ser:

"Un grano con el interior de color pardo (caoba clara a pardo de acuerdo con el origen), seco, de textura abierta debido a la buena fermentación. Debe ser frágil cuando se le presione entre los dedos.

Por otra parte, granos defectuosos serían los que presentan; a) mohos; b) insectos adultos o sus larvas; c) colores en su interior violeta o pizarra. La proporción de granos defectuosos no debe ser mayor del 10%".

Como puede observarse la anterior definición no incluye ciertas características que actualmente se toman como base para juzgar la calidad, tales como el color, sabor y aroma del licor de chocolate obtenido, debiendo agregarse además el grado de acidez de ese licor. Siguiendo a Knapp (15), es posible señalar aquí desde un punto de vista comercial, las características deseables en un cacao: almendras sanas, tamaño uniforme, llenas, con la cutícula también sana. Esta deberá ser áspera, quebradiza, aunque no muy frágil, y deberá estar separada de los cotiledones. Al presionar el grano entre los dedos debe desmenuzarse. El olor debe ser puro, agradable, característico, usualmente como de vinagre y no deberá tener traza de olor extraño (mohoso, rancio o de humo). Los fragmentos deben tener sabor a grasa, ser refrescantes al paladar, no muy amargos ni astrigentes. También deben estar desprovistos de sabores extraños. Al cortar el grano longitudinalmente, por el centro, deberá ser más o menos suelto y el

color de la sección puede ser canela, pardo oscuro, pardo púrpura, según la variedad, pero deberá ser brillante y libre de colores oscuros o pizarra.²

Un factor muy importante en la calidad el cacao es el aroma. Es sabido que no hay una correlación entre la intensidad del aroma de un grano crudo y después de tostado, siendo apreciado el aroma después de que se somete al tostamiento (26). El conocimiento de ciertos hechos en el proceso de cura ha permitido a los manufactureros regular ciertas características del cacao con fines industriales, tales como fijar un grado de acidez que es necesario para la elaboración de ciertos productos.

Es conocido también que el aroma está influenciado por ciertos factores durante el proceso de curado, y si las sustancias precursoras del aroma no se desarrollan por un buen curado, es posible que el manufacturero no pueda obtener el aroma deseado. Por consiguiente: Debería agregarse a los conceptos anteriores tomados de Knapp (15), el aroma como una de las características de calidad deseables en un cacao.

Pero, aun si se hace excepción de los granos dañados por mohos e insectos y basándose en los conceptos anteriores, no es posible obtener en las fincas de la zona Atlántica de Costa Rica un cacao de calidad perfecta. Los cacaos finos (Arriba, Puerto Cabello, Caracas, etc.), llegan al mercado conteniendo un cierto porcentaje de granos no curados. El aspecto externo de la almendra, lleno o arrugado, no es posible constituya un índice de la calidad, puesto que los granos arrugados están relacionados con la velocidad del secado (26).

Se supone, que si el cacao no ha sido lavado, la limpieza externa

debe formar parte principal en la apreciación de la calidad, porque almendras con restos de la pulpa adheridos a la cutícula, podría ser indicio de un proceso de fermentación defectuosa o malo; proceso que parece tener influencia notoria en la calidad del producto obtenido.

También este es uno de los objetivos de presente estudio: podría estimarse parcialmente la calidad de un cacao por la apariencia externa de las almendras?

Factores que afectan la calidad:

En una forma general, los factores que podrían influenciar la calidad son: a) Genéticos; b) Ambientales, entre los que deben incluirse la condición actual de las plantaciones en lo que concierne al presente estudio y c) Manejo de la cosecha y obtención del producto.

Como ha sido mencionado anteriormente, el aroma famoso de los cacaos finos, se ha atribuido a características genéticas, y especialmente en el caso del cacao Arriba, se ha considerado que el suelo y el clima, sean determinantes del aroma y hasta cierto límite, de la buena calidad observada. Sin duda alguna, una apreciación de los factores genéticos y la posible influencia del clima, sólo puede ser hecha en base firme mediante el uso de material clonal, abarcando diferentes áreas para su ubicación. En pruebas preliminares de catación, se obtuvo una ligera diferencia en el aroma a favor del Clon 221, crecido en Turrialba a una elevación algo mayor de 500 metros, en comparación con el mismo clon crecido en Zent y Almirante a una ele-

vación alrededor de 10 metros sobre el nivel del mar (4).

Es opinión de muchos de los investigadores que se han dedicado en mayor o menor grado al estudio del posible mejoramiento del producto, que ellos no disponían de método alguno, por lo tanto menos aún el finquero, para obtener un cacao de calidad aceptable de una cosecha en condiciones inadecuadas, hablando en casos extremos, mazorcas verdes o dañadas por enfermedades o insectos. No obstante, se señala (26) la posibilidad de mejorar una cosecha de cacao, usando métodos especiales, en la necesidad de mantener la economía de la cosecha, ante el daño que causan plagas específicas. Pero es de suponer, inversamente, que una cosecha aun reuniendo condiciones adecuadas, el producto obtenido de ella sea de calidad inferior, si no fué manejado dentro del óptimo de condiciones que son inherentes para obtenerlas.

Los factores ambientales y aquellos que incluyen la obtención de la cosecha se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO I. Factores que afectarían la Calidad.

<u>AMBIENTALES</u>	<u>OBTENCIÓN DE LA COSECHA</u>
Elevación	Tipo de Cacao Cultivado
Topografía	Frecuencia de la cosecha
Suelo	Estado de madurez de las mazorcas
Drenaje	Tiempo transcurrido para abrirlas
Sombra	
Enfermedades	

En las fincas de la zona Atlántica de Costa Rica, asimismo en las distintas regiones de los países productores, existen variaciones en la forma de preparar el producto, comprendiendo la pre-

paración dos procesos: a) fermentación y b) secado.

Los distintos investigadores han llegado a establecer un término, que da idea cabal del objeto perseguido con el primero de los dos procesos mencionados y que se conoce como "Cura del cacao". El término cura es utilizado también en otros productos donde la calidad es de importancia básica, por ejemplo en el té y el tabaco. Debido a esas variaciones apuntadas, los factores que influirían en la preparación del producto, se exponen en el cuadro que sigue:

La preparación CUADRO II. Factores de la preparación del producto que influirían en su calidad.

FERMENTACION	SECADO
Tamaño recipiente	Tipo
Cantidad de almendras	Manejo del producto
Espesor de la masa	Temperaturas durante el secado
Volteos de la masa	Horas de secado
Horas de fermentación	

Consideraciones generales sobre la cura del cacao:

Quando las almendras son removidas de la masa están rodeadas de una pulpa azucarada. El contenido de azúcar (26) en dicha pulpa oscila del 10 al 15%, estando dos tercios de este azúcar en forma de monosac. En los frutos apenas maduros el contenido de azúcar en la pulpa es 2,5% mayor que en las bien maduros, pero sólo una tercera parte del azúcar lo constituyen las monosac (26).

La remoción de esta pulpa, que en método recientemente desarrollado se hace por lavado, en los usados en las finas se realiza, mediante el proceso conocido como "fermentación". Para que esta pulpa se disuelva es necesario que ocurran una

serie de cambios de carácter bioquímico. La intensidad con que tales cambios se verifiquen estaría relacionada con la cantidad (masa) de almendras; por la relación de la superficie de esa masa a su volumen, por la acreación de ella, etc. En términos generales puede considerarse, según lo expresan varios autores, la remoción de la pulpa según los métodos empleados en las fincas como "fermentación externa", dando el nombre de "fermentación interna" a los cambios que ocurren en el interior de la almendra debido a factores obtenidos en la primera.

La remoción de la pulpa es verificada por la acción de varios microorganismos, cuya presencia y actividad son indispensables para que tal proceso se realice en las condiciones corrientes de las fincas. Estos microorganismos son levaduras, bacterias, y algunos hongos (26). Según el estudio mencionado algunas levaduras, y no las bacterias del ácido láctico o acético, producen una enzima la cual disuelve las células de la pulpa permitiendo la remoción de ésta. Hay indicaciones al revisar el trabajo de los varios investigadores, que las levaduras aparecen en la pulpa muy poco tiempo después de haber sido abiertas las mazorcas y extraído las almendras. Durante las primeras 15 horas concurren muy diversas clases de levaduras, pero más tarde muchas de ellas son eliminadas. De las 24 a las 48 horas, algunas veces más tarde, predominan las bacterias del ácido láctico y luego bacterias del ácido acético. Condiciones de clima afectan la secuencia y la actividad de los procesos realizados por los microorganismos, y están influenciados principalmente por el bajo pH de 3.7 en la pulpa fresca, permitiendo sólo el crecimiento de hongos y levaduras. Cuando el pH sube a 4.0 las bacterias del ácido

lístico toman la preponderancia, probablemente también favorecidas por la alta temperatura y la baja provisión de oxígeno. Las bacterias del ácido acético que prefieren un pH mayor de 4,0 dependen para su crecimiento del alcohol, el cual debe ser producido primero por las levaduras. La producción de alcohol y CO_2 a partir de los azúcares es una reacción exotérmica, (18, parte II). La oxidación del alcohol, con la consiguiente formación de ácido acético y agua produce una cantidad de calor considerablemente mayor.

Cuando se alcanza una temperatura entre los 40° y los 50° (21), las células de las almendras mueren con liberación de enzimas oxidantes. Al mismo tiempo el embrión ha perdido su vitalidad. Puede considerarse que en ese punto se inicia la "fermentación interna", los taninos son oxidados y el licor de la pulpa penetra en la cutícula, separa los estiletones haciendo a la almendra hincharse, condición que luego se manifiesta en la facilidad de "quebrarse" la almendra. La presencia de aire es necesaria para que se realicen los procesos oxidativos. El desarrollo del aroma (18, Parte IV) no se inicia sino hasta que ocurre la muerte de la almendra. Esto significa, no sólo que pierda su capacidad de germinación, sino la muerte de las células de los estiletones en el sentido bioquímico, produciendo cambios que impiden la difusión a través del sistema de células de sustancias solubles en los líquidos de las almendras.

Las oxidases son las más importantes enzimas del secado, (18, Parte V). Ellas actúan mejor en medios neutros o alcalinos (pH de 7 a 10) y son inhibidas por la acidez (pH de 2 a 3). Debido a la acción de las oxidases se forma el colorante "peróxido

de cacaoⁿ, proveniente de la oxidación de los taninos, que dará el aspecto de canela al interior de las almendras, índice de un grano bien curado. La cantidad de tal colorante depende de la clase y cantidad de los taninos presentes, la intensidad de la oxidación y de la variedad de cacao. Dicho colorante no es afectado por las altas temperaturas del tostado (135° - 145° C).

Determinado colorimétricamente el pH (26) en la pulpa durante la fermentación aumenta firmemente desde 3,6 (pulpa fresca) como sigue:

Horas de fermentación	15	23	37	45	60
pH	3,6-3,9	3,7-4,1	4,0-4,2	4,0-4,6	4,4-4,6

Es conocido que el pH de la pulpa va ascendiendo y el de los granos disminuye. Después de 96 horas de iniciada la fermentación, el pH vuelve a subir en los granos hasta entrar en equilibrio con el pH ascendente de la pulpa. Cuando esto ocurre, comienzan a actuar los organismos de la putrefacción produciendo características indeseables (sabores y olores) en la calidad del producto.

No es posible abarcar en un ensayo de esta índole todos los pasos que ocurren durante el proceso de fermentación. Pero sí, es posible resumir los hechos más notorios observados, (18 Parte III); el primer día la pulpa es blanca o manchada de salmón; el segundo pardo-salmón pálido; el tercer día pardo salmón; el cuarto ligeramente parda y el quinto, parda. Este último color es debido a la oxidación de un tanino, en presencia de una oxidasa y debería ser la principal guía del plantador para determinar el punto correcto de la fermentación. Externamente, alrededor del quinto día se observa un completo llenamiento de las almendras.

Internamente los cambios son más intensos. Considerados bioquímicamente serían: muerte de la almendra y del embrión por efecto del ácido acético ayudado por la temperatura, acción de las enzimas (oxidación de los taninos, lo cual disminuye el amargo y la astringencia de las almendras originales), desarrollo de las sustancias precursoras del aroma, y desarrollo del "pardo de cacao", que es la característica de una almendra bien curada.

Según Knapp (15), durante la fermentación deben controlarse: a) la temperatura; b) distribución de la humedad; c) la aereación y d) los microorganismos.

Laycock (20), da algunas consideraciones sobre la fermentación y su influencia en el aspecto externo del grano obtenido: fermentación prolongada produce granos negros, mohosos, con la cutícula rota por la presión de los líquidos de la almendra, a la vez tales granos son más livianos. Cuando la fermentación se ha realizado anaeróbicamente, se producen granos duros,, apretados, que se amuchean con facilidad. Como Laycock estaba empleando varias cajas para pasar sucesivamente las masas en fermentación con el objeto de aerearlas, agrega que el paso debe hacerse rápidamente para evitar pérdidas de calor. Holland (13) encontró que hay un descenso en la temperatura de $3,5^{\circ}\text{C}$, cuando se pasan las almendras de una caja a otra. Señala también que almendras oscuras externamente indica que tienen buena fermentación y relaciona el color externo con el grado de madurez de las masas. La textura de las almendras es un buen índice y almendras arrugadas están bien fermentadas. El paso final para la obtención del producto es el secado de las almendras. Durante éste (26) continúan

algunos de los cambios en el interior de aquéllas. No obstante, la influencia de la velocidad del secado sobre la oxidación interna de los taninos no es muy grande. Tal oxidación llega a ser mejor, generalmente, con un secado inicialmente rápido, hasta que 60 a 70% del agua haya sido evaporada, seguido luego de un secado lento. La peor oxidación interna es obtenida cuando se hace un secado lento al principio y luego uno rápido. En las fincas de la zona atlántica de Costa Rica donde el secado se hace al vapor, el producto que se obtiene muestra una cutícula de color pardo oscuro brillante (pulido), mientras que cuando se seca al sol es rojo pardusco. En cacao con fermentación corta (26), el color rojo predomina, en cambio en cacao con fermentación larga predomina el color pardo en la cutícula de las almendras. La formación de las almendras arrugadas comienza durante el secado cuando un 45% del agua se ha evaporado y al final del secado hay un aumento del número de almendras arrugadas (26). Según este mismo trabajo, un secado rápido da menos almendras arrugadas, pero también menos almendras pardas. Como se dijo anteriormente, no es posible obtener en las fincas un ciento por ciento de almendras pardas, pero sí, según el manejo del material el porcentaje de ellas varía, variando asimismo la calidad obtenida.

LUGAR DEL ESTUDIO: Ubicación de las fincas.

El estudio fué realizado en doce fincas de la región atlántica de Costa Rica, situadas dentro del área cultivada con cacao. Con el mapa adjunto se da idea de la distribución de las fincas estudiadas y de su ubicación dentro de la actual zona caocera.

Selección de las fincas

Para seleccionar las fincas se trató de obtener información con industriales que se han dedicado, por más de 20 años a la manufactura de productos de cacao: cacao para bebidas (panecillos y tabletas), chocolates, bombones, etc., sobre la calidad estimada por ellos del cacao producido por las distintas fincas. También se obtuvo información de las bodegas del Banco Nacional en Limón, ya que a través de ellas se moviliza una gran parte de las cosechas producidas en la zona. En el proyecto, se establecieron tres categorías: buena, mediana, y mala calidad. Durante los meses de febrero, marzo y abril de 1948, fueron entrevistadas las mencionadas fuentes de información. En esta forma fué posible obtenerla sobre la calidad del cacao producido por 35 fincas. Hecha una lista con ellas se escogieron cuatro fincas en cada una de las categorías señaladas, dando preferencia a aquéllas en que a juicio del autor, había una mayor y más consistente información. Para las fincas de la primera categoría, cuatro de los industriales fueron capaces de señalar diferencias externas del cacao y características del licor de chocolate. Para la finca número 2, y dos industriales para la finca número 3; mientras que en las otras categorías, industriales y la bodega del Banco, sólo se basaron en características externas, principalmente en el grado de limpieza de la cutícula y comportamiento observado durante el almacenaje. El cuadro siguiente señala la calificación de las fincas escogidas, dada por las fuentes de información.

CUADRO III.-

Calidad del cacao producido por doce fincas de la región atlántica de C.R.

Número de la finca	Industriales				Bodega del Banco Nacional
	1	2	3	4	
1	En fincas con un tamaño mayor de 20 hectáreas, se pudo apreciar todos los datos que más adelante se indicarán.				Buena
2	Buena	Buena	Buena	Buena	
3	Buena	Buena	entre del tiempo disponible para cada visita. Aun en fincas		
4	que, por la necesidad de una segunda visita por los motivos de la cosecha no fue posible estudiar los factores en				Buena
5	Mediana	preparación y obtención del producto. Al desarrollar el pro-			
6	ducto, se trató de dar preferencia y obtener el mayor número de				Mediana
7	datos posible en una de las fincas de cada categoría mediante dos				Mediana
8	visitas. En general, en la primera visita se obtenía la información				Mala
9	de los factores mencionados y cuando fue posible, sobre				Mala
10	fue como el propietario obtenía su producto. En la segunda				Mala
11	visita sólo se pudo obtener el dato que se hubiese emitido en los				Mediana
12					Mediana

IV.- MÉTODOS DE TRABAJO

Obtención de la información en las fincas:

A partir del mes de setiembre de 1948, se inició la visita e inspección de las fincas, habiendo sido estudiadas la última en el mes de marzo de 1949. El lapso transcurrido entre la calificación y selección de las fincas a estudiar se debió a que no era aconsejable iniciar el estudio en mayo por estar terminando la cosecha pequeña de cacao. Iniciando el estudio como se hizo, era posible observar mejor el comportamiento de las fincas y estar completamente relacionado con las actividades de las mismas con el objeto de obtener los datos requeridos.

Diversas condiciones influyeron en determinar el número de visitas a las fincas, siendo las más notorias las siguientes: a) Tamaño de la finca; b) Condiciones de la cosecha y c) Categoría de la finca.

En fincas con un tamaño mayor de 20 hectáreas, no fué posible apreciar todos los datos que más adelante se indicarán, dentro del tiempo disponible para cada visita. Aun en fincas pequeñas, hubo necesidad de una segunda visita porque debido a las condiciones de la cosecha no era posible estudiar los factores en la preparación y obtención del producto. Al desarrollar el proyecto, se trató de dar preferencia y obtener el mayor número de datos posible en una de las fincas de cada categoría mediante dos visitas. En general, en la primer visita se obtenía la información sobre los factores ambientales y cuando fué posible, sobre la forma como el propietario obtenía su producto. En la segunda se adquiría algún dato que se hubiese omitido en los factores ambientales y se constataba la obtención de la cosecha y la manipulación del producto.

Para obtener una información de esta índole era necesario contar con la confianza del finquero. Se consensó por visitar finqueros que tienen una mejor cultura. Luego se lograba que ellos hablaran sobre los objetivos de este estudio a otro menos ilustrado. En algunos casos, se obtuvo cartas de presentación y recomendación de un finquero a otro, con el objeto de evitar que por mal entendimiento un finquero evitara dar la información requerida. Siempre se hizo ante el finquero hincapié en el objetivo del estudio; se contestaron todas las preguntas hechas al respecto; se le convenció del carácter confidencial del estudio y en ningún caso se hizo referencia de la calificación dada por el industrial a su

fincas. Se mencionó el nombre del industrial, sólo para despertar la confianza del finquero y tratarlo con cierta familiaridad; algunas veces para constatar la identidad del finquero, ya que sobre todo entre los propietarios de color algunos tienen el mismo apellido.

Por consiguiente, usando el método de trabajo descrito, el autor está satisfecho de la información obtenida y de la forma cómo cooperaron los finqueros para llenar el objetivo del estudio.

Atención de las muestras:

Se tuvo especial cuidado al obtener las muestras que el finquero hubiese manejado las almendras en la forma cómo siempre lo había hecho. De las doce fincas bajo estudio, en nueve de ellas las muestras fueron tomadas personalmente por el autor; en las restantes contando con la cooperación del finquero, fueron enviadas a Limón, donde se recogieron inmediatamente. Las muestras se tomaron de las plataformas de secado, en donde la operación se hace al sol y de cacao recién secado en las dos fincas donde se hace al vapor. El lote de cacao del cual se tomó la muestra fue previamente mezclado para tratar de obtener una muestra promedio. Aunque la cantidad requerida de cada muestra era de una libra, siempre se tomaron muestras de tres libras, para conservar un duplicado caso de extravío al enviarlas y también para los correspondientes estudios en el aspecto externo e interno del producto como se podía apreciar más adelante.

Fue encontrado al estudiar los procesos de preparación del producto que aún en una misma finca, el propietario usaba más de un método. Para tratar de obtener una idea sobre ellos,

algunas muestras adicionales fueron tomadas, haciendo un total de 26 muestras obtenidas de las doce fincas bajo estudio.

La finca número 2 está formada por dos fincas contiguas, En una de ellas el secado se hace al vapor (2a), en la otra al sol (2b). El hecho de estudiarlas conjuntamente obedeció no sólo a posibles comparaciones entre los métodos de secado, sino a que fueron calificadas por los industriales en conjunto y en una forma consistente como productoras de un grano de buena calidad.

V.- OBSERVACIONES Y RESULTADOS

Factores Ambientales:

Algunos de los factores ambientales, en una forma global, fueron mencionados en el Cuadro I.

La elevación de las distintas fincas sobre el nivel del mar, fué obtenida por medio de la Northern Railway Co., elevación que corresponde a la línea férrea. A partir de esa elevación se hicieron los ajustes para las correspondientes fincas.

En las fincas donde la topografía no era plana, se obtenía la gradiente en una forma muy aceptable, usando el barreno para estudiar los suelos en forma de una niveleta.

La inspección del suelo se realizó mediante un barreno de una longitud de 1,00 m. La textura del suelo se determinó al tacto, por el sistema corriente de tomar una muestra de suelo entre los dedos pulgar e índice.

El drenaje natural se estimó por la clase de suelo y la topografía del terreno.

Referente a la sombra, sólo la finca 8 b tenía una sombra bien distribuida formada por Ingas y Erythrinas, mientras

que en las otras fincas la intensidad de la sombra osciló desde la ausencia de ella, (finca número 3), a porciones bien o regularmente sombreadas. En el cuadro IV, la sombra se expresa en una forma estimativa considerando su distribución a través de la finca.

Durante el tiempo que duró el estudio de las fincas, debido a la relativa escases de lluvias, la incidencia de las enfermedades prevalentes en la zona fué mínima, encontrándose enfermedades por deficiencia posiblemente de potasio, en las fincas 8 y 12. El cuadro siguiente resume las observaciones hechas en este aspecto de los "factores ambientales":

ANEXO IV

FACTORES AMBIENTALES EN LAS DOCE PINAS ESTUDIADAS

Número Pina	Elevación (en metros)	Topografía	Textura de la corteza	Tipo de drenaje	Sombra	Enfermedades
1	29	Pendiente Pesada	Pesada	Arcilloso	Buena	Nada
2	22	Plana	Pesada	Arcilloso	Regular	Phytoph.
3	173	Plana	Franca	Arcilloso	Ninguna	Nada (1)
4	146	Plana	Franca	Arcilloso	Regular	Phytoph.
5	143	Plana	Pesada	Arcilloso	Regular	Phytoph.
6	55	Plana	Franca	Arcilloso	Densa	Phytoph.
7	12	Plana	Pesada	Arcilloso	Mediana	Phytoph.
8	147	Pendiente Pesada	Pesada	Arcilloso	Buena	Nada
9	8	Pendiente Pesada	Franca	Arcilloso	Buena	Toxic.
10	55	Pendiente Pesada	Pesada	Arcilloso	Regular	Phytoph.
11	8	Pendiente Pesada	Pesada	Arcilloso	Regular	Phytoph. Cortic.
12	146	Pendiente Pesada	Franca	Arcilloso	Regular	Phytoph. Cortic.

Nota: El número en paréntesis bajo cada factor indica excepciones que se aclaran en las páginas 25 a 27.-

4

Para tener una idea más clara de los factores ambientales en las distintas fincas bajo estudio, se hace necesario hacer algunas aclaraciones sobre el cuadro anterior:

Topografía:

En la finca 1, todo el casco se encuentra sembrado en terreno pendiente, siendo ésta aproximadamente del 8%. La finca número 8 presenta un lote de gradiente fuerte (a) y otro que puede considerarse como plano (b). La finca número 9, también presenta dos lotes: uno plano y el otro con gradientes entre el 10 y el 15% (V. fig. 1 del Apéndice).

La finca 12, asimismo, está formada por dos lotes: el primero con gradiente del 4%, el otro con una de 15%. Los lotes que forman las tres fincas antes citadas aparecen señalados respectivamente en la correspondiente columna. La finca 10 es la más pendiente de todas las fincas estudiadas, mostrando gradientes entre el 10 y el 30%, mientras que en la número 11, no exceden del 7%.

Textura y tipo de suelo:

El color del suelo después de la capa orgánica, es el chocolate variando su intensidad de claro a oscuro, excepción hecha de las fincas 1 y 9 (lote pendiente), en que lo constituye una arcilla de color amarillo. En las fincas donde se señala una textura franca, ésta se debe a un alto contenido de arena muy fina, excepto en la finca 4, donde lo franco del suelo se debe a un alto porcentaje de arena fina y a la abundancia de cantos rodados con diámetro de 2 hasta 5 cm.

Las fincas 8, 9, y 12 están formadas por terrenos de dos condiciones: a) arcilla, señalándolas como de textura pesada y

b) terrenos arcillo-arenos muy finos, de textura franca.

Espesor de la capa orgánica: Para la finca 4, es menor de medio centímetro, para la finca 5, no fué posible estimarlo, por ser inferior al anterior. Para las fincas 9 y 12, el espesor se refiere al lote cuyo suelo es arenoso, mientras que en el arcilloso es menor de medio centímetro.

Igual ocurre en las fincas 5 y 8, donde no pudo apreciarse el espesor de la capa orgánica, por ser muy reducido.

Drenaje Natural:

En todas las fincas estudiadas el drenaje natural es bueno, excepción hecha de las siguientes: finca 2, donde se encontró agua libre a 1,00 metros de profundidad en un tiempo seco; la 5, por estar muy cerca del nivel del río Madre de Dios; la 12 por tener un lote al pié de una pendiente donde se estanca el agua y la número 6 en la cual en un lote la arcilla de color rojizo, presenta gran resistencia a la penetración del agua.

Sombra:

Para intentar apreciar este factor, se ha debido subdividirlo en la forma siguiente: a) Buena, se entiende una sombra bien distribuida, b) Mediana, es la sombra que aunque escasa presenta una distribución aceptable; c) Regular, es sombra escasa irregularmente distribuida a través de la finca; d) Densa, sombra compacta que hace aparecer el ambiente dentro de la plantación muy sombreado, aún en días de fuerte sol; e) Ninguna, es la ausencia de sombra.

Las fincas 8 y 9, presentan una sombra buena en el lote de textura franca, mientras que tienen una regular en el de textura pesada.

Enfermedades:

Se ha establecido anteriormente, que durante el tiempo en que el estudio fué realizado y debido a la poca precipitación, la incidencia de la pudrición negra de la mazorca fué mínima, presentándose una mayor infección en las fincas 6, 10, y 11. Una infección por Botrytis pudo observarse en las fincas 9 y 11, siendo más intensa en esta última. En la finca 5, debido a la remoción de la sombra, la planta muestra continua defoliación y emisión de brotes, causando una pérdida del vigor. En las fincas 8 y 12, en lugares cercanos a los ríos Pacuare y Pacuarito respectivamente, el cacao muestra quemadura del margen de las hojas, fragilidad de éstas al presionarlas entre los dedos; la madera de los crecimientos terminales y ramitas muy frágil, lo que pareciera indicar una deficiencia de potasio en el suelo.

Para una mejor comprensión del Cuadro V, deben hacerse las siguientes consideraciones:

a) Edad: El número de la columna correspondiente se refiere a las áreas más viejas de la finca, mientras que el número entre paréntesis expresa que hay otras áreas de menor edad, la cual es de 10 años para la finca 2; 13 años para la 4; 7 años para la 5; 25, 10, y 8 años para la finca 6; 5 años para la finca 8; 9 años para la finca 9; 15 años para la finca 10 y 20 años para la finca 12. Debe entenderse que el bulto de la cosecha se obtiene de estas áreas con mayor edad que son las más extensas.

b) Tipo de cacao cosechado: Los porcentajes se obtuvieron por la inspección de la cosecha en los árboles y observación de los montones de mazorcas.

c) Frecuencia de las cosechas: Varias condiciones influyen sobre

este punto: una de ellas es el tamaño de la finca. En las fincas (1, 2, y 3) que son relativamente pequeñas, no por el área sino en el número de árboles, debido a las muchas fallas, de acuerdo con las condiciones de trabajo imperantes el propietario sigue más o menos ese ciclo. La otra es la situación de la finca. Con el objeto de evitar pérdidas por el merodeo, los propietarios de las fincas 4, 5, 6, 8, 10 y 12, cosechan semanalmente obteniendo proporcionalmente un número menor de mazorcas completamente maduras; mientras que la finca 11 la cosecha semanal se debe al manejo propio de la finca.

En relación al grado de madurez de las mazorcas cosechadas, la finca 11 es la que se observó cosechar el menor número de mazorcas maduras por corta. Como es sabido (27), cuando las mazorcas permanecen cortadas sin abrirse, ocurre un maduramiento artificial. Por lo tanto, es de suponer, aunque no fué posible determinar los distintos porcentajes de mazorcas maduras y no maduras, en aquellas fincas donde las mazorcas tardan varios días para ser abiertas habrá un porcentaje mayor de mazorcas maduras.

Los cuadros VI y VII, indudablemente de los más importantes para este estudio, necesitan alguna consideración sobre los varios factores en ellos considerados. En el cuadro VI, de la izquierda a derecha y bajo el título de Fermentación deben considerarse:

- a) Horas que dura la fermentación. Su número para cada una de las fincas está expresado en la correspondiente columna. Para la finca 11, el número de horas que dura la fermentación es cero.
- b) Recipiente en que se realiza la fermentación: 1) Se mantiene

Cuadro VI.- Factores en la preparación y manipulación del producto.

Finca No.	Horas	Tipo	S E C A D O					
			Situación (1)	(2)	Dimen. (m) (3)	Kgs (4)	(5)	Espesor cm (6)
1	36	Vapor (F.3)	Bajo techo	Buena		480		
a	38	Vapor (F.8)	Bajo techo	Buena		480	10	2,5
2		Sol	Boucan sencillo	Buena	11,0x2,6 (F.9)	660	10	2,5
	38	Sol (Lavado)	Descubierta y bajo techo	Buena	3,65x2,4 (F.11)	125	10	1,9
3	45	Sol (No lavado)	Boucan sencillo	Buena	7,2x4,2 (F.13)	700	4	3,5
4	50	Sol	Boucan sencillo	Buena	4,0x2,9 (F.15)	150	10	5,0
5	45	Sol	Boucan sencillo	Buena	4,4x3,5 (F.17)	200	10	3,5
6	45	Sol	Boucan Compost.	Buena	9,7x2,9 (F.19)	300	5	3,5
7	45	Sol	Boucan sencillo	Buena	2,9x3,5 (F.21)	125	2	5,0
8	45	Sol	Boucan sencillo	Buena	3,5x3,5 (F.22)	200	10	5,0
9	45	Sol	Boucan sencillo	Buena	4,2x3,25 (F.24)	275	3	3,5
10	45	Sol	Boucan sencillo	Buena	5,0x2,5 (F.26)	230	3	3,5
11	45	Sol	Boucan sencillo	Buena	3,2x2,3 (F.28)	350	4	2,5
12	45	Sol	Boucan sencillo	Buena				

Otras explicaciones del cuadro aparecen en el texto.

Los números entre paréntesis con la letra F. corresponden a las figuras del apéndice.

Para la finca 1, las figuras del apéndice para el secado al sol se dan a modo de ilustración.

bajo techo, sin cubrir, en un galerón bien protegido en la finca 1. En la 2a, se mantiene también bajo techo, no obstante más expuesto que en la anterior. En la finca 3, la situación del fermentador es muy similar a la de la 2a, y se le mantiene cubierta todo el tiempo que dura la fermentación con una gruesa capa de hojas de banana. Para las fincas 4, 5, 6, 10 y 12, lo mantienen cubierto durante el día y la noche con una lámina de hierro para techo, no muy buena. Está mejor protegido el fermentador en la finca 4, pues se cubre con tablas de 2 cm. de grueso sobre las cuales se colocan láminas de zinc. La finca 10, es la que mantiene el fermentador en condiciones más expuestas: uno está colocado a la intemperie, el otro cerca de uno de los aleros de la casa donde el agua de lluvia podría alcanzarlo. En la finca 8 a, el cacao se amontona y lo cubren con hojas de banana (F.20), mientras que en la 8b, lo mantienen para que "fermente" en un saco de gangoche. En las fincas 1 y 2 (a y b), el fermentador tiene agujeros distribuidos regularmente en el fondo, mientras que en el resto de las fincas, aunque no los tienen hay algún drenaje por las grietas que dejan entre sí las tablas y prácticamente no hay ninguno en aquellas fincas donde se amontona sobre y cubierto con hojas de banana. Hay un drenaje más notorio en la caja de la finca 4, debido al espacio que dejan las tablas que la forman (grietas de 5 mm. a intervalos de 15 cm.)

3) No hay diferencia notoria en el grado de limpieza de las cajas en las distintas fincas. En todas ellas con intervalo de unos 3 meses, acostumbran rasparlas para remover los restos de la pulpa adheridos a las paredes. Estos, cuando la caja no está en uso, se van desprendiendo por sí solos, y los que quedan ad-

heridos salen con el cacao durante la manipulación de las almendras en la caja.

7) Requiere aclaración para las fincas 1, 2 (a y b) y la finca 3. En la finca 1, sólo dan una volteo a las 48 horas de estar la masa fermentando. En la 2 (a y b) dan una volteo a las 24 y otra a las 36 horas de haber puesto las almendras en el fermentador. En la 3 es donde se da un mayor número de volteos: la primera a las 24 horas, luego 2 (una por la mañana y la otra por la tarde) diariamente hasta las 90 horas de haberse puesto el cacao en la caja de fermentación, cubriéndose nuevamente la caja con las hojas de banano.

En el cuadro VII, bajo el título de Secado, encontramos que el cacao es secado a vapor en la finca 1, aunque a veces también lo secan al sol dando 54 horas para este fin. Durante la época de la recolección de las muestras, no fué posible obtener una de cacao secado al sol. En las fincas 1 y la 2a, el secado a vapor se hace mediante una secadora Gordon, de cuatro compartimientos, con capacidad para 480 kilos de cacao húmedo. El secado se hace en la finca 1, a una temperatura de 70°C, durante las primeras 30 horas, manteniéndose luego la temperatura a 65°C, hasta el final del proceso. El grado apropiado de secado se determina cuando el peso promedio de 5 muestras de 100 gramos es de 127 gramos. Para la finca 2a, no fué posible obtener las temperaturas de secado, por no funcionar el termómetro. Como puede observarse, el número de horas para el secado es algo mayor que la finca 1.

Es muy importante considerar la situación y tratamiento

de la plataforma de secado durante la noche.

(1): en la 2b, la secadora (bucan sencilla) tiene muy buen techo y se mantiene cubierta por éste.

En la finca 3, las plataformas se mantienen descubiertas, bajo techo en un galerón sin protección a los lados. Las fincas 4 y 7, tienen plataformas en grupo (bucan compuesto), de las cuales sólo la superior tiene techo; las otras están protegidas por el fondo de la inmediata superior, pero tienen el perímetro descubierto dejando entre ellas un espacio de 15 cm.

2) El estado de limpieza de la plataforma no difiere en ninguna finca pues en todas ellas las barren inmediatamente antes de poner el cacao a secar y con un intervalo de tres meses las raspan y las barren.

5) Respecto al número de volteas que reciben las almendras durante el secado, en la correspondiente columna se indica el número de ellas durante los 4 ó 5 días que dura el secado. El número de volteas indicado puede considerarse como regularmente distribuido durante el día de secado que es alrededor de 8 ó 9 horas.

Comparación del producto obtenido por las distintas fincas:

En lo que se refiere al aspecto externo de las almendras, una vez terminada la fermentación podrá notarse que se toma en consideración (Cuadro VI, columna 9), el grado de llenamiento de la almendra, el olor y el color de la pulpa, no apreciándose cambios notorios en el aspecto externo de las almendras como se indica para las fincas 7, 9 y 11. Hay que señalar que en las almendras del fermentador en la finca 10, fué la única donde se encontraron mohos creciendo superficialmente. Estos sólo

penetraban a una pulgada de profundidad, lo cual se explica por la baja temperatura de esa capa, y tal vez un contenido de humedad relativamente alto debido a la situación del fermentador (Véase fig. 23 *ibidem*).

Comparación del producto obtenido: Estudio del aspecto externo.

Es posible establecer comparaciones entre las distintas fincas con base en las muestras obtenidas. Tales comparaciones se harán considerando los aspectos externo e interno.

El estudio del aspecto externo, igualmente el interno, fué hecho tomando una muestra de 300 granos, excepto para la finca 10 que sólo se dispuso de 85 granos. En relación al aspecto externo, considerando la limpieza de la cutícula se establecieron tres categorías: 1) almendras limpias, aquéllas completamente libres o con menos de $1/3$ de su superficie cubierta de restos de la pulpa; 2) almendras medio limpias, aquéllas con más de $1/3$ pero menos de $2/3$ de la superficie cubiertas con los restos de la pulpa; 3) almendras sucias, desde este último límite hasta estar completamente cubiertas con restos de la pulpa.

Para el grado de llenamiento se consideraron tres categorías: 1) almendras llenas (hinchadas); 2) almendras planas, que no sufrieron hinchamiento ni arrugamiento; 3) almendras arrugadas, aquéllas que muestran una contracción notoria de la cutícula.

Estudio del aspecto interno:

Con base en el color mostrado por las almendras al ser cortadas longitudinal y centralmente, hubo de establecerse cinco categorías: 1) blancas; 2) pizarra; 3) púrpura; 4) pardo-púrpuras y 5) pardas. El cuadro IX, resume el resultado del estudio conjunto de las distintas muestras al considerar el aspecto externo e interno.

de ellas.

CUADRO VIII.- Aspecto externo e interno de las muestras consideradas en conjunto y expresado como porcentaje del total

Almendras Limpias	Blanco 222	Fine- 172	Purpu- ras	Pardo Pur- uras	Pardas	Total
Llenas	.21	.30	6,80	6,76	2,37	16,44
Planas	.23	.69	17,22	3,76	.90	22,80
Arrugadas	.36	.13	9,23	4,20	.79	<u>14,71</u>
Total						51,95
Almendras Medio Limpias						
Llenas	.13	.17	4,18	2,98	2,50	9,96
Planas	.23	.44	6,83	2,39	1,17	11,06
Arrugadas	.55	.03	6,05	3,20	.52	<u>10,35</u>
Total						22,37
Almendras Sucias						
Llenas	.07	.09	1,94	1,88	1,31	5,29
Planas	.02	.05	2,02	1,00	.92	4,01
Arrugadas	.11	.05	3,08	1,25	.54	<u>5,03</u>
Total						14,33
TOTALES						
Llenas	.41	.56	12,92	11,62	6,18	31,69
Planas	.48	1,18	26,07	7,15	2,99	37,87
Arrugadas	1,02	.21	18,36	8,65	1,85	<u>30,09</u>
GRAN TOTAL	1,91	1,95	57,35	27,42	11,02	99,65

Resultado de la prueba de catación:

Las muestras obtenidas de las diferentes fincas fueron enviadas a The Walter Baker Chocolate and Cocoa Co. de Boston

Mass., U.S.A. para su catación. El 5 de Junio del corriente año se recibió el resultado de esa prueba. La casa manufacturera citada anteriormente no tenía cacao de Costa Rica en sus bodegas del cual preparar una muestra que sirviera de base de comparación para las muestras enviadas. Preparé entonces una mezcla con las distintas muestras, la cual se evaluó según la escala usada que va de 0-10, con 10 divisiones para cada unidad, correspondiendo el 0 para el peor sabor y 10 para el óptimo. La mezcla recibió una valoración de 4.8.

Los valores obtenidos para las distintas muestras se indican en el cuadro que sigue, ordenados en forma descendente:

CUADRO IX. Resultados de la prueba de catación. Base de referencia: 4.8

<u>Finca No.</u>	<u>Evaluación</u>	<u>Observaciones</u>					
4a	7.2	Tomada	8	días	después	de	secada
3a (Lavada)	7.0	"	90	"	"	"	"
8a	7.0	"	1	"	"	"	"
10	7.0	"	1	"	"	"	"
9a	6.3	"	1	"	"	"	"
3b (Lavada)	6.3	"	8	"	"	"	"
1	6.0	"	1	"	"	"	"
3c	6.0	"	8	"	"	"	"
4b	6.0	"	90	"	"	"	"
9b	6.0	"	1	"	"	"	"
9c	6.0	"	1	"	"	"	"
5	5.6	"	1	"	"	"	"
7	5.3	"	1	"	"	"	"
2a	4.6	"	1	"	"	"	"
8b	4.5	"	1	"	"	"	"
2b	4.4	"	1	"	"	"	"
6	4.0	"	1	"	"	"	"
12	4.0	"	1	"	"	"	"
2c	3.6	"	90	"	"	"	"
11	3.2	"	8	"	"	"	"

Aunque para dar los resultados de la prueba de catación, se toma en cuenta la evaluación de las muestras dada por otros manufactureros, no fué posible obtenerlas a tiempo, por lo cual los resultados del cuadro anterior deben considerarse como la evaluación dada por The Walter Baker Chocolate and Cocoa Co., Boston, Mass, U.S.A.

VI.- DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Agrupación de las fincas:

Para el presente estudio tomando en cuenta los valores de la prueba de sabor, se consideran como de buena calidad aquellas fincas cuyo valor está arriba de 6.0; de mediana aquellas cuyo valor está sobre 4.8 hasta 5.9 y de mala calidad las que caen bajo el valor de la mescla (4.8). En las páginas siguientes será posible observar el por qué de separar las fincas en las tres calidades mencionadas tomando sólo en cuenta el resultado de la prueba de sabor.

Como se mencionó al principio, uno de los más importantes objetivos de este estudio era tratar de apreciar la calidad de un lote de cacao por el aspecto externo. Para considerar este punto se agruparon las fincas y se estudiaron conjuntamente en lo que se refiere al aspecto externo e interno. (Véase cuadro VIII); además se agruparon las fincas tomando en cuenta el valor obtenido para las respectivas muestras y obtenido el promedio de sus valores, se consideraron las fincas bajo dos aspectos: a) calificación dada por las fuentes de información y b) calificación obtenida según la valoración de las muestras. El cuadro X, muestra la forma de agrupar las fincas y los resultados obtenidos.

Consideraciones sobre el aspecto externo:

El mayor porcentaje de almendras limpias se encuentra entre las planas, (Cuadro VIII). Es sabido que la remoción y disolución de la pulpa se debe a levaduras a cuya acción sigue la de las bacterias (26). Observaciones hechas en las fincas parecen indicar que la acción de las levaduras es muy intensa cuando la temperatura de fermentación es baja (alrededor de 40°C), debido a que la masa en fermentación es pequeña, ocurriendo una aereación proporcionalmente mayor si se compara con masas mayores de cacao sometidas a fermentación. Las almendras situadas superior e inferiormente no sufren la acción de las bacterias, por consiguiente en masas de almendras en fermentación de poco espesor (menos de 0,50 m) todas las almendras están expuestas a una acción intensa de las levaduras, lo cual ocasiona una mejor limpieza de la cutícula, no habiendo ocurrido cambios notorios en el aspecto interno de las almendras por causa de la baja temperatura (Cuadro X), finca 8b). Se observa en el cuadro VIII, en las almendras medio limpias, una uniformidad en los porcentajes de los distintos grados de llenamiento, mientras que hay sólo una ligera diferencia a favor de las almendras llenas (5,29) en la correspondiente columna de las almendras sucias. Aunque el mayor porcentaje de almendras pardas se encuentra entre las llenas y éstas entre las sucias, por factores que luego se estudiarán, no puede afirmarse que un lote de cacao con alto porcentaje de almendras llenas y sucias tenga un mejor sabor. En el cuadro X, considerando los promedios, parece mostrarse una tendencia entre el porcentaje de almendras arrugadas y los valores del sabor. Pero tampoco el porcentaje de estas almendras puede considerarse como indicio

del valor del sabor.

Al estudiar las fincas en el cuadro X, dentro de ninguna de las dos agrupaciones se muestra una tendencia del aspecto externo a influir en el valor del sabor.

Fácil es notar también que no hay un acuerdo entre la valoración de las fincas según las fuentes de información y los valores obtenidos en la prueba de sabor. Por consiguiente el estudio comparativo de las fincas se ha considerado más sensato basarlo en la agrupación de ellas según el valor obtenido en la prueba de sabor.

Consideraciones sobre el aspecto interno:

En el Cuadro X, bajo el título de "Aspecto Interno", pueden observarse los resultados obtenidos al estudiar las muestras según el color mostrado por las almendras al cortarlas. No se muestra una tendencia entre los resultados al estudiar el color y los correspondientes del sabor. Considerando la razón entre los porcentajes de almendras púrpuras a pardas; púrpuras a pardo-púrpuras; pardo-púrpuras a pardas, no aparece una tendencia a que tales razones influyan sobre el sabor. Pero al considerar la razón entre almendras púrpuras a pardo-púrpuras sumadas a las pardas si hay una tendencia aceptable que influye en los valor del sabor, (última columna del Cuadro X). Discrepancias aparentes para afirmar esta tendencia serán comprendidas mejor al estudiar las almendras de color "pizarra". La presencia de estas almendras indica defectuosa o ninguna fermentación (26). El mayor porcentaje de ellas se encuentra en las almendras planas (Cuadro VIII), esto es, almendras que no fueron afectadas durante el proceso de fermentación. Según las investigaciones de Rowlofsen y colaboradores (26)

el color pizarra después del secado indica que la almendra no ha muerto, lo cual se debe a que hubo cambios en la cutícula pero no en el interior de la almendra. Durante el secado no hay un movimiento del agua de la cutícula hacia el interior de la almendra, que ayudaría a la oxidación de los taninos, a cuya presencia se debe el color pizarra, teniendo estas almendras un muy mal sabor. El porcentaje de almendras pizarra parece afectar desfavorablemente el sabor en el caso de la finca 11, posiblemente debido a que la razón del porcentaje de almendras púrpuras a pardo-púrpuras sumadas a las pardas es la más alta entre todas las fincas. Cuando dicha razón es baja hay la posibilidad de aminorar el efecto desfavorable de las almendras color "pizarra", (finca 8a), y parece afectarlo desfavorablemente en el caso de la finca 2e, debido al número de horas de fermentación relativamente corto (48 horas). El porcentaje de almendras pizarra guarda una relación inversa con el número de horas de fermentación (obsérvense cuadros X y XI al respecto).

Es interesante considerar, desde un punto de vista ilustrativo, la presencia en las muestras de almendras blancas. Al observar el cuadro VIII, se encuentra que el mayor porcentaje de almendras blancas se encuentra entre las arrugadas. Tal hecho parece estar en armonía con la opinión de varios autores que señalan tales almendras como resultantes de aquéllas que no alcanzaron un grado completo de desarrollo. Algunas de estas almendras blancas muestran ligera coloración parda, pero en modo alguno púrpura, carecen del sabor de chocolate y son de textura caseosa. Las sustancias colorantes en los forasteros son antocianinas (17), mientras que en los criollos, ausentes en apariencia se hacen notorias por una sencilla técnica de laboratorio,

denominándose por sus características leuco-antocianinas. Es opinión de varios autores que tales sustancias presentes en almendras no fermentadas influyen grandemente la apariencia de los productos manufacturados y están asociadas con importantes diferencias en sabor. Las mencionadas sustancias cambian durante el curado de las almendras a otras identificables en el laboratorio. La ausencia de estas últimas en almendras blancas como las obtenidas en las muestras estudiadas confirmaría la hipótesis que son almendras no desarrolladas.

Factores ambientales y condición de las plantaciones respecto al valor del sabor:

Para una mejor comprensión de este punto, los cuadros IV y V, se ha reunido en uno solo (Cuadro XI), adicionando en éste el valor de la prueba de catación para las distintas fincas ordenado en una forma descendente. La columna correspondiente al grado de madurez de las mazorca cosechadas (Cuadro V) no ha sido incluida para confeccionar el cuadro XI. Al considerar este cuadro, se encuentra que no hay una tendencia de cualesquiera de los factores a influir en el valor del sabor, con posible excepción del tipo de cacao para las fincas 8a y 8b, y la 9a, 9b, y 9c; condición que en el caso de la finca 8b, parece estar desfavorablemente influenciada por el manejo de las almendras, además de tener una menor variación en el tipo-comparada con la finca 8a. Interesante es notar que el tiempo transcurrido en abrir las almendras después de cortadas en la finca 2a, 2b y 2c, no afecta favorablemente el valor del sabor, por factores que se discutirán más adelante.

Factores en la preparación y manipulación del producto:

Los cuadros VI y VII, también se han agrupado en uno solo (Cuadro XII), ordenando las fincas en forma descendente según el valor del sabor. El factor que muestra una marcada tendencia a influir en el valor del sabor es el número de horas de fermentación. No obstante parece estar relacionado con la superficie de exposición del fermentador y el espesor de la masa en fermentación. Se observa la influencia de estos factores en la finca 2a, mientras que en la 2a y 2b, el número de horas de fermentación relativamente corto, es de suponer sea la causa del bajo resultado en el sabor. Además está influenciado el número de horas de fermentación por el tipo de cacao, fincas 8a y 8b, finca 9a, 9b y 9c y además por el manejo de las almendras. Tal es el caso de la finca 8a, donde el cacao se mantiene cubierto con hojas de banano durante 50 horas, bajando el valor del sabor en la 8b, debido al exceso de aereación. El número de volteas de la masa en fermentación no influye en el valor del sabor, pero como éste depende del número de horas de fermentación y la influencia de esta última sobre aquél, depende de la temperatura alcanzada, lógico es suponer que las volteas pueden ser necesarias. Observaciones controladas deben determinar el tiempo de la primer volta y la óptima frecuencia de ellas. El hinchamiento de la almendra durante la fermentación favorece los cambios en el interior de las almendras y alguna aereación es necesaria para tal proceso. Además la oxidación de los taninos en la cutícula, a la que se debe el color pardo de ésta aumenta la permeabilidad, lo cual facilitaría el secado (26), (véase el Cuadro XII, Columna 9,

Fincas 4, 3, y 1).

En el Cuadro XII, bajo el título de Secado puede observarse que el número de horas para el secado de las almendras no varía mucho en las distintas fincas excepto para el caso de la finca 1 y la finca 2c, donde el secado se realiza al vapor. Llama la atención que la última de las dos fincas anteriormente citadas a pesar de tener el porcentaje más alto de almendras pardas, tiene un valor para el sabor muy bajo, (Véase Cuadro X). El porcentaje de almendras pardas en este caso, podría estar influenciado por el secado, pero puede ocurrir que todas las almendras pardas no estén curadas, lo cual parece lógico si se toma en cuenta el corto período de fermentación (48 horas); la poca profundidad y una área de exposición del fermentador relativamente grande y la poca protección de éste a los cambios bruscos del ambiente. Para la finca 3 (a y c), el tiempo de secado de 38 horas se debe haber sido lavado las almendras, mientras que en la 3b, éstas no lo fueron, siendo el tiempo de secado para estas últimas de 50 horas. El lavado de las almendras podría favorecer el sabor, a condición de que el tiempo de fermentación hubiese sido lo suficientemente largo para afectar favorablemente las almendras.

En la última columna del Cuadro XII, se manifiesta la tendencia de que un mayor espesor de la masa en la plataforma de secado influye favorablemente en el sabor, lo cual sería explicable si se considera que durante el secado las almendras pueden mejorar, siempre que hayan sido afectadas por la fermentación. En este caso, el mayor espesor de la masa durante el secado, ocasionaría un lento secamiento de las almendras, siendo el porcentaje de humedad,

CUADRO XII.- Factores en la preparacion

		F E R M E N T A C I O N								
		R e c i p i e n t e								
No. Fines	V. Muestras	Pro-medio	Horas	1	2	3	4	5		
10	7.0	7.0	66	Mal cubier-ta	Pobre	Buena	.91x.91x.91		800	
8a	7.0	7.0	50	Mon-ton	Pobre	-	1.0x.75		170	
4 a y b	7.2-6.0	6.6	96	Cubier-ta	Buena	Buena	1.27x.91x1.27		800	
3 a-b y c	7.0-6.3-6.0	6.4	96	Cubier-ta bajo techo	Buena	Buena	2.62x.67x.62		2,000	
9 a-b y c	6.3-6.0-6.0	6.1	48	Mon-ton	Pobre	-	.50x.25		60	
12	6.0	6.0	96	Bajo techo	Buena	Buena	2.0x1.42x.40		480	
5	5.6	5.6	60	Cubier-ta	Pobre	Buena	1.5x.90x.62		225	
7	5.3	5.3	24	Mon-ton	Pobre	-	4.0x1.5		700	
8 b	4.5	4.5	50	Saco	Buena	Buena	1.0 x.70		60	
2a y b	4.6-4.4	4.5	48	Cubier-ta	Buena	Buena	1.15x.75x.59		264	
6	4.0	4.0	36	Cubier-ta	Buena	Buena	.90x.60x.60		750	
12	4.0	4.0	40	Mal cubier-ta	Buena	Buena	1.75x1.25x.95		1,000	
2a	3.6	3.6	48	Bajo techo	Buena	Buena	1.8x.82x.62		330	
11	3.2	3.2	0	-	-	-	-		-	

* Espesor de la masa en fermentación calculado
 Explicaciones: ver Cuadro 6 y 7

(estudios recientes muestran que el óptimo es el 15%) favorable al curado de algunas de las almendras.

VIII. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos al estudiar doce fincas productoras de cacao en la región Atlántica de Costa Rica, se puede deducir que:

- 1.- La elevación sobre el nivel del mar desde 8 hasta 173 metros no afectó el valor del sabor para el cacao producido por esas fincas.
- 2.- La topografía, textura, espesor de la capa orgánica, tipo y drenaje natural del suelo no mostraron tendencia a afectar ese valor.
- 3.- Sombra, enfermedades prevalentes, edad de los árboles, no mostraron tampoco tendencia a afectarlo.
- 4.- El grado de madurez de las masorcas cosechadas, horas transcurridas para abrirlas después de cortadas, no influenciaron el valor del sabor para el cacao producido por las distintas fincas.
- 5.- Dada la relativa uniformidad del tipo de cacao cosechado en las fincas estudiadas es de presumir que el valor del sabor está influenciado por el tipo de cacao cosechado en dos de las fincas estudiadas.
- 6.- Entre los factores incluidos en la manipulación y preparación del producto la fermentación, expresada en horas, mostró ser el factor más importante respecto al valor del sabor. Dado que su función primordial es la producción de una temperatura lo más alta posible (alrededor de la mínima favorable

para el curado de las almendras (50° a 65° C), es de suponer esté influenciada por la superficie de exposición del fermentador; el espesor de la masa en fermentación; y el manejo de las almendras durante ésta.

- 7.- No es posible juzgar la calidad de un lote de cacao por el aspecto externo e interno de las almendras usando muestras pequeñas, ya que el primero no guardó relación con el valor del sabor. Respecto al segundo dato que se juzgó por el color de las almendras al cortarlas y como tiende a estar determinado por la razón entre el porcentaje de almendras púrpuras a la suma de los porcentajes de las pardo-púrpuras y las pardas en las muestras obtenidas, tampoco una muestra pequeña podría permitir juzgar la calidad de un lote de cacao. Por lo tanto, la prueba del sabor es indispensable para juzgar la calidad.
- 8.- El porcentaje de almendras pardas no indica el valor del sabor. El porcentaje más alto de ellas aparece en una finca con un valor de sabor muy bajo, en la cual el tiempo de fermentación fué de 48 horas y donde la situación y forma del fermentador favorecen la pérdida de calor. Es posible afirmar aquí, que no todas las almendras pardas tuvieron un buen curado.
- 9.- El propósito básico de este estudio fué determinar la posibilidad de un mejoramiento económico de la calidad. Según los resultados obtenidos puede afirmarse que tal mejoramiento se obtendrá si la fermentación se realiza por un período de 70 horas como mínimo cuando se usa un fermentador de forma cúbica con una arista de 91 cm. Para fermentadores rectangulares el tiempo para la fermentación deberá ser de 96 horas.

Si se cambiase la forma del fermentador buscando la cúbica, sin cambiar su volumen, es posible reducir el número de horas de fermentación. Tales modificaciones no son costosas y pueden aplicarse en todas las fincas de cacao de la zona Atlántica de Costa Rica, ofreciendo la posibilidad más prometedora para mejorar la calidad del cacao producido.

10.- Además es conveniente que el fermentador esté protegido de las pérdidas de calor por una cubierta de tablas y láminas de zinc y colocado bajo techo, todo lo cual reducirá el tiempo requerido para la fermentación, obteniéndose siempre un cacao con un valor de sabor alto.

11.- La mejora de la calidad es un problema básico para el futuro de la industria del cacao en Costa Rica. Por consiguiente mediante la cooperación entre el Centro del Cacao del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas y la Sección del Cacao del Ministerio de Agricultura, debe continuarse el programa de mejoramiento en la calidad del cacao producido en Costa Rica; mejoramiento que ya se ha iniciado al obtener resultados como los indicados anteriormente.

VIII.- RESUMEN

La obtención de cacao de buena calidad, es el problema más importante, que se visualiza para los años próximos. Productores, manufactureros y consumidores están directamente afectados por tal problema.

Para el cacao producido en Costa Rica, no es posible aún hablar de calidades, pues el producto es altamente heterogéneo, dada la variación en los medios para obtenerlo. Los cacaos finos tienen preferencia en los mercados dada su relativa escasez en comparación con los tipos bases y algunas características deseables que ellos reúnen.

Es sabido que hay una amplia variación en el sabor del chocolate hecho con el cacao producido en las distintas fincas. El cacao de mejor sabor no viene de las más grandes fincas, sino de algunas pequeñas. Como hay una relativa uniformidad en el tipo de cacao cultivado en la zona atlántica de Costa Rica, es posible intentar la determinación en la finca misma de algunos de los factores causantes de la variación en el sabor del chocolate obtenido.

En enero de 1948, fué elaborado un proyecto por el Centro del Cacao del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de Turrialba, para emprender el estudio del por qué varía el sabor del chocolate hecho con el cacao de las diferentes fincas.

Al revisar la literatura el autor encontró tres tendencias: a) apreciación de la calidad por el aspecto externo; b) estudios en el laboratorio con equipo y métodos variados, aunque lógicamente realizados buscando obtener un mejor producto y c) una tendencia relativamente nueva desarrollada por los holandeses en Java

para tratar de mejorar la calidad por el control de los métodos usados en las fincas. Sin duda alguna, el proyecto elaborado y cuyo desarrollo dió origen al presente trabajo, debe incluirse en la última de las tendencias mencionadas, lógica y de gran importancia para el entendimiento de las variaciones en calidad. El concepto de calidad se ha mantenido estable durante muchos años y ha estado basado en la apariencia externa de las almendras; el color de ellas al ser cortadas y otras características físicas buscadas por los manufactureros, adicionada para los cacaos finos de la aceptación que gozan en los mercados.

La definición de una almendra de cacao de buena calidad aprobada por The Council of the International Office of the Manufacturers of Chocolate and Cocoa está basada más que todo en el aspecto externo y unas reducidas y no bien especificadas características internas.

Los factores que afectan el sabor serían: a) Genéticos; b) Ambientales y c) Manejo de las almendras y obtención del producto. Los dos primeros sólo pueden estudiarse en una forma exacta por el uso de material clonal en condiciones controladas.

En las fincas de la zona atlántica de Costa Rica, al igual que en otras de los distintos países productores el producto se obtiene por medio de los procesos de fermentación y secado. La cura del cacao es un término que incluye el proceso de obtener un producto con las mejores características para elaborar los distintos productos de cacao. La fermentación es uno de los procesos de cura. En las fincas el proceso de fermentación tiene por objeto, considerada desde el punto de vista de la calidad, remover la pulpa azucarada que rodea las almendras. Esta pulpa es la

fuentes de energía para que microorganismos (levaduras, bacterias, y hongos) causen la remoción de ella y sobre todo una alza de temperatura a la cual se deben los cambios en la composición química de la almendra que son determinantes de un producto de buena calidad. Temperaturas adecuadas causan la muerte de la almendra a la que sigue la liberación de enzimas oxidantes, que en presencia de ciertas condiciones de aereación, humedad y temperatura completan el curado de las almendras. El secado, proceso que ofrece menos variación en las fincas, es menos determinante del sabor, puesto que todo depende del primer proceso, es la opinión formada al estudiar el trabajo de varios investigadores.

En el proyecto que se desarrolló fueron seleccionadas para su estudio doce fincas. La selección fué hecha a base de la información recogida sobre treinta y cinco fincas con manufactureros, algunos de ellos con muchos años de elaborar productos de cacao en San José y Cartago. Información fué también obtenida de la Bodega del Banco Nacional en Limón, a través de la cual se moviliza alrededor del 50% de la cosecha producida en la zona. Estas fuentes de información fueron utilizadas para tener una base de comparación y sobre todo poder localizar las fincas, ya que pareció una manera apropiada de hacer tal selección. Las fuentes de información dividieron las fincas en tres categorías, según la calidad: buena, mediana y mala. En cada una de estas categorías fueron escogidas cuatro fincas para su estudio.

Las fincas fueron visitadas las veces necesarias para obtener información lo más completa posible sobre los distintos factores que pudiesen influir en la calidad. Toda información de parte del finquero, tendiente a viciar el objetivo del estudio fué desechada.

Una vez obtenida toda la información respecto a las fincas, se obtuvieron las muestras que fueron enviadas a los manufactureros en los Estados Unidos para su catación. Fue encontrado en las fincas al considerar el proceso de fermentación que por diversas circunstancias, el propietario usaba más de un método. Por esta causa muestras adicionales fueron tomadas para una mejor consideración del problema, obteniéndose un total de veinte muestras para las doce fincas bajo estudio. Muestras de tres libras fueron tomadas de lotes de cacao ya secos, previamente mezclados, para tomar una muestra una que pudiese considerarse promedio en lo que a este estudio respecta. Muestras de una libra fueron enviadas para la prueba de catación, el resto de las muestras fue usado para estudiar el aspecto externo e interno del producto obtenido. Las observaciones realizadas en las doce fincas bajo estudio fueron arregladas en tablas. Tales observaciones incluyen lo referente a los factores ambientales; condiciones de las fincas en la época que fueron estudiadas; el manejo y preparación del producto.

El 5 de Junio del año en curso, fue recibido el resultado de la prueba de catación efectuada por The Walter Baker Chocolate and Cocoa, Co. Tal evaluación fue efectuada mediante la escala usual de 0-10, en la que cada unidad principal está dividida en otras 10. La casa manufacturera mencionada no tenía en bodega cacao de Costa Rica del cual preparar una muestra que sirviese de base para la comparación de las distintas muestras. Una mezcla con las distintas muestras fue preparada y probada obteniendo un valor para el sabor de 4.8. Luego cada muestra fue probada individualmente. Con base en los resultados de la prueba de catación

fueron agrupadas las fincas en tres categorías: a) buena, aquéllas cuyo valor promedio está arriba de 6.0; b) las que su valor promedio va de 4.8 hasta 5.9 y c) aquéllas cuyo valor está bajo 4.8.

Estudio del aspecto externo e interno de cada una de las muestras fué hecho. El primero incluyó la limpieza de la cáscara y el grado de llenamiento. El segundo, el color de las almendras al ser cortadas longitudinalmente. Los resultados del estudio de las distintas muestras fueron tomados conjuntamente para tratar de apreciar posibles relaciones entre los dos aspectos mencionados.

Luego las fincas fueron estudiadas bajo dos aspectos: a) calificación dada por las fuentes de información y b) calificación según el resultado de la prueba de catación. Se encontró que no hay relación entre la calificación dada por las fuentes de información y el resultado de la prueba de sabor. En ninguna de las dos formas de agrupar las fincas considerando el resultado de la prueba de sabor se encontró tendencia alguna del aspecto externo sobre el valor del sabor. Consideradas las muestras de las distintas fincas según el color obtenido al cortar las almendras se encontró que el valor del sabor está influenciado por la razón del porcentaje de almendras púrpuras a las sumas de los porcentajes de almendras pardas y pardo-púrpuras. Por lo tanto, es posible expresar que la calidad de un determinado lote de cacao no puede juzgarse externamente. Si se quisiera determinar según el color de las almendras al ser cortadas deberá hacerse uso de muestras grandes, cuyo tamaño debe determinarse. Mientras tanto es indispensable la prueba de sabor para juzgar tal calidad.

Al considerar los factores (ambientales y condición de las plantaciones) respecto al valor del sabor, no se encontró que tales factores mostraran tendencia a afectarlo. Pero al considerar los factores de manipulación y obtención del producto se encontró una tendencia marcada del número de horas de fermentación sobre el valor del sabor, y que a la vez tiende a estar relacionado con la superficie de exposición del fermentador y el espesor de la masa en fermentación. El espesor de la masa durante el secado tiende también a estar relacionado con el valor del sabor en función de las horas de fermentación.

El sabor está influenciado desfavorablemente por la presencia de almendras de color pizarra, sobre todo en una finca donde la razón del porcentaje de las almendras púrpuras sobre la suma de los porcentajes de las pardas y pardo-púrpuras fué la más alta entre todas las fincas estudiadas.

Según los resultados de este estudio, puede considerarse que en las fincas estudiadas, el sabor no está influenciado por el tipo de cacao cultivado excepto en dos de ellas. Pero en cambio, factores perfectamente controlables en la manipulación de las almendras afectan el valor del sabor para el cacao obtenido en las doce fincas estudiadas. Estos factores son: un período de fermentación de 70 horas cuando se usan cajas de fermentación de forma cúbica y un período de 96 horas cuando la forma del fermentador es rectangular. Es posible reducir el período de fermentación de 96 horas por el cambio de los fermentadores rectangulares por aquéllos de forma cúbica manteniendo el mismo volumen.

Los fermentadores deben estar protegidos de la lluvia o de

las corrientes frías de aire, y el mantener los fermentadores cubiertos con tablas y láminas de zinc es una medida muy importante para reducir el período de fermentación. Las modificaciones expresadas anteriormente a realizar en las fincas productoras de cacao no demandan mayores gastos.

Como conclusión es posible agregar aquí que desde el punto de vista de mejorar la calidad de cacao producido en Costa Rica los resultados obtenidos de este estudio son muy prometedores.

VIII.- SUMMARY

The most important problem for years to come is the obtaining of cacao of good quality. Producers, manufacturers and consumers are directly affected by this problem.

As for the cacao produced in Costa Rica it is not possible to consider it in terms of a single quality grade. The product is extremely heterogeneous because of the various means used to obtain it. The fine cacaos are preferred in the market because of their relative scarcity in comparison to base cacaos and for certain desirable flavor characteristics.

It is known that there is a great variation in the flavor of chocolate made from the cacao grown on different estates. The cacao giving the best flavor does not come always from the biggest estates but often from the smaller.

There is a considerable uniformity in the type of cacao cultivated in the Atlantic region of Costa Rica. It is believed to be possible to determine on the estate itself the factors which cause variation in the flavor of the chocolate obtained.

In January 1948 the Cacao Center of the Inter-American Institute of Agricultural Sciences in Turrialba, began to develop a project for studying the factors causing the variation in the flavor of chocolate made from cacao produced on different estates.

Upon studying related literature the author could see three approaches: a) determination of quality by external aspects; b) experimentation in the laboratory with different equipment and methods with the purpose of obtaining a better product and c) the

control of methods used on the estates (a relatively new idea put forth the Dutch in Java with the purpose of improving quality).

Without any doubt this project once developed ought to include the last mentioned approach as it is of great importance for the understanding of quality variation. The appreciation of quality has been maintained for many years and has been based on the external appearance of the beans, their color when cut and other physical characteristics which the manufacturer looks for. The fine cacao types have been traditionally favored.

The definition of a good cacao bean given by The Council of the International Office of the Manufacturers of Chocolate and Cocoa is based mostly upon external aspects and some internal characteristic which are not well specified.

Factors which affect flavor are: a) Type of plant; b) environment, and c) Processing of the beans. The first two can be studied in an exact form by the use of clonal material under controlled conditions.

On the estates in the Atlantic region of Costa Rica, the same as in other producing countries, the product is obtained by means of fermentation and drying. Curing of cacao is the term used to denote any process for inducing the internal changes in the beans necessary to the making of cacao products. Fermentation is a means of curing. On the estates this process ought to have the object of improving the quality but commonly is only for removing the sugary pulp which surrounds the beans. The pulp is a source of energy for the microorganisms (yeasts, bacteria,

and fungi) which cause the loosening of the pulp cells. The change of sugars first to alcohol and to acetic acid later, produces considerable elevation of the temperature. This factor is very important for the internal changes in the chemical composition of the beans which determine the quality of the product. Temperatures above 30°C, cause the death of the bean followed by the action of oxidizing enzymes which in the presence of proper conditions of aeration, moisture and temperature complete the curing of the beans.

Most of the researchers agree that fermentation is the more important factor in determining the flavor and the drying is less important but is very closely related with the first.

In the outlining of the project twelve farms were selected for study. Selection of the farms was made on the basis of information from the manufacturers of cacao products in Cartago and San José. Additional information was obtained from the cacao warehouse of the Banco Nacional in Limón. The information was obtained with the purpose of establishing a basis of quality comparison and also for locating the farms. Information was obtained on thirty five farms which were divided according to quality of cacao beans in three categories: good, medium and poor. Four farms were selected from each one of these categories.

The farms were visited at appropriate times to obtain information as complete as possible on those factors which might affect quality. Any information of the flavor that would bias the objectivity of the project was rejected.

Once all the information was obtained concerning the farms, cacao samples were obtained from each and sent to the manufacturers in the United States for flavor tests. It was found in some farms that for various reasons the farmers used more than one method in the fermentation process. In these cases additional samples were obtained to determine if such differences in the fermentation process affected the flavor. Samples of three pounds were taken from a lot of dry cacao beans. Each lot was well mixed before the sample was taken. Samples of one pound were sent to the manufacturer while the other two pounds were used for studying the external and internal appearances of the beans.

All the information obtained from the farms was summarized in tables including those factors affecting the flavor.

In June 5 1949 the results of the flavor tests were obtained from The Walter Baker Chocolate and Cocoa Co. The evaluation of the samples was made on the usual basis of 0-10. The manufacturer did not have any cacao from Costa Rica in the store room when samples were received. A grade of all the samples was prepared and assigned a value of 4.3. All the samples were tested and the results appear in table II.

The farms were grouped in three categories based on the results of the flavor tests as follows: a) good (the farms which gave a value above 6.0; b) fair (with a value from 4.3 to 5.9) and c) poor (with a value below 4.3).

An external and internal classification of the samples was made. The first included the cleanness of the shell and plumpness of the bean. The second was based on the appearance of the color

shown by the beans when eaten raw. The results obtained from studying the diffusible samples were then considered as a single lot to determine possible relationships between the above mentioned aspects.

The farms were then classified by quality in two ways: a) on basis of the local sources of information and, b) on the basis of the flavor tests. By both methods of considering the farms the external aspect of the samples was not related to flavor value. With regard to internal aspects the flavor value was related to the ratio of the percent of purple beans and the sum of the percent of brown and purple-brown beans.

The environmental factors and those which form the particular conditions in each of the studied farms did not show any tendency to affect the flavor. In those factors concerned with the processing of the beans there was found to be a correlation between the length of the fermentation period and the flavor. This factor appeared to be linked, to exposure surfaces of fermentation beans and the thickness of the bean mass during fermentation. There also appears to be a relationship between flavor and the depth to which the beans are placed on the drying floor. This relationship is in turn dependent on the length of the fermentation period.

Flavor is unfavorably influenced by the presence of stony beans. This was especially true on the farm having the highest ratio of purple beans to brown and purple-brown beans.

From the results obtained in this study it is possible to conclude that flavor does not appear to be affected by the type of cacao except in two of the studied farms.

Factors under the control of the grower determine the quality in terms of flavor of the twelve forms studied. These factors are: a fermentation period about 70 hours for cubic fermenting boxes and 96 hours for rectangular fermenting boxes. It is possible to reduce the 96 hours period by changing the fermenting boxes from rectangular to cubic shape and keeping the same volume.

Protection of the fermenting boxes from the elements and the covering of each box is an important measure for reducing the fermentation period. Such measures would not require large additional expenses.

It is also possible to conclude that from the point of view of improving the quality of Costa Rican queso the results obtained from this study are very promising.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Auchinleck G. Local cacao prices and the standarization of quality, Department of Agriculture, Gold Coast, Paper No. 1; pp 5-11, Year-Book, 1928.
- 2 _____ Problems concerning storage of cacao on the Gold Coast, Department of Agriculture, Gold Coast, Paper No. 1; pp 5-18, Year Book, 1929.
- 3 Beckett, W.H. Principles underlying the determination of error in cacao sampling, Department of Agriculture, Gold Coast, Paper No. 7 pp 58-61, Year-Book, 1927.
- 4 Boletín In- Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, formativo del 1 (11), Setiembre, 1948. Cacao
- 5 Broatch, J.D. Interval between harvesting and the export of the cacao crop on the Gold Coast, Department of Agriculture, Paper No. 9; pp 80-82, Year-Book, 1927.
- 6 Bunting R.H. Defective cacao, Department of Agriculture, Gold Coast, Paper No.7; pp 37-43, Year-Book, 1928
- 7 Culham, A.B. Determination of the accuracy of certain methods of sampling cacao beans, Department of Agriculture, Gold Coast, Paper No. 6; pp 45-57, Year-Book, 1927
- 8 Dade, H.A. Internal moulding of prepared cacao, Department of Agriculture, Gold Coast, Paper No. 10, pp 74-100, Year-Book, 1928.
- 9 _____ A note of the sun drying of cacao, Department of Agriculture, Gold Coast, Paper No. 12, pp 107-108, Year-Book, 1930.
- 10 Dayne, M.C. Butterfat in cacao, Tropical Agriculture (Trinidad) Voelcker G.J. 16 (4) 76-78, April, 1939
- 11 Heer, A.N. Determination of moisture content in cacao beans, Department of Agriculture, Gold Coast, Paper No. 9, pp 53-59, Year-Book, 1930.
- 12 Humphries, E.C. Physiological and biochemical researches, in cacao 1943-1944, Tropical Agriculture (Trinidad) 22 (4): 66-68, April, 1945
- 13 Holland, T.H. Experiments in cacao fermentation, Department of Agriculture, Colombo, Ceylon, Bulletin No.8, 1927.

- 14 Knapp, A.W. The cocoa and the chocolate industry: the tree, the bean, the beverage, London, Sir Isaac Pitman and Sons, 1923.
- 15 Knapp, A.W. Cacao fermentation in West Africa, Bulletin of the Imperial Institute (England), 32 (3): 41-49, 1934.
- 16 _____ The kind of cacao the manufacturer wants, Bulletin of the Imperial Institute (England) 31 (3); 358-369, 1933.
- 17 Hearne, F.H. The presence of leuco-anthocyanins in Criollo cacao, Tropical Agriculture (Trinidad), 16(11): 259, Nov., 1939.
- 18 _____ Scientific aspects of cacao fermentation, Bulletin of the Imperial Institute.
Part I 33(1): 31-49, 1935
Part II 33(2): 147-161, 1935
Part III 33(3): 306-319, 1935
Part IV 33(4): 453-466, 1935
Part V 34(2): 154-180, 1936
Part VI 34(3): 307-331, 1936
- 19 Laycock, T. An investigation of the causes of mouldiness of cured cacao, Department of Agriculture, Nigeria, Annual Bulletin 1927-1928, pp 5-16.
- 20 _____ Experiments of the fermentation and moulding of cacao, Department of Agriculture, Nigeria, Annual Bulletin 1929-1930, pp 5-26.
- 21 Lilienfeld, T. Pesquisas em torno da fermentacao do cacao. Bahia, Tipografia Naval, 1939.
- 22 Mc.Donald J.A. A new method of curing small quantities of cacao. Tropical Agriculture (Trinidad), 13(7): 171-174, Julio, 1936.
- 23 Peimbert y Manterola, Julio Beneficio del Cacao, México, Estación Agrícola Central, 1921, Boletín No. 76.
- 24 Preyer, Axel Sobre la fermentación del cacao, Boletín del Instituto Físico Geográfico de Costa Rica, 1(10); 259-272, Octubre, 1901.
- 25 Pyke, F.E. On the viability of cacao seeds after storage, Tropical Agriculture, Trinidad 11 (12): 303-307, December, 1934.
- 26 Roelofsen y Gierberger Onderzoekingen over cacao bereiding, Deel 16, No. 1, October, 1947.

- 27 **Sam, E.W.A. B.** Measurement of plumpness in cacao beans, Gold Coast, Department of Agriculture, Paper No. 11, pp 101-113, Year-Book, 1928.
- 28 **Stemson, E.T.** Investigations into the relative humidity air in cacao stores, Gold Coast, Department of Agriculture, Paper No. 5, pp 45-53, Year-Book, 1929.
- 29 **Scott, J.L.** Preliminary observations in the moisture content and higrscopicity of cacao beans in Gold Coast, Department of Agriculture, Paper No. 9, pp 58-73, Year-Book, 1928.
- 30 **Stevens, F.L.** Regarding the curing of cacao. Bulletin of the Department of Agriculture (Trinidad) and Tobago 21(1):27-35, 1925.
- 31 _____ The curing of cacao. Tropical Agriculturist (Ceylon) 66(6):328-333, June, 1928.
- 32 **Wingate, J.Mc.N.** Improvement of quality in local cacao by Cooperative marketing, Gold Coast, Department of Agriculture, Paper No. 4, pp 38-41, Year-Book, 1929.
- 33 **Waters, H.H.** Errors in sampling cacao. Department of Agriculture, Gold Coast, Paper No. 10, pp 65-69, Year-Book, 1930.
- 34 **Watts, Francis** Quality of cacao, Tropical Agriculturist (Ceylon) 66(6):290-293, Nov., 1925.

"APENDICE"



Fig.1 Finca 9:
Vista de una de
las secciones.
Nótese la pendiente.



Fig.2 Finca 1:
Vista Caja de
Fermentación.



Fig. 3 Finca 1:
Secadora Gordon.

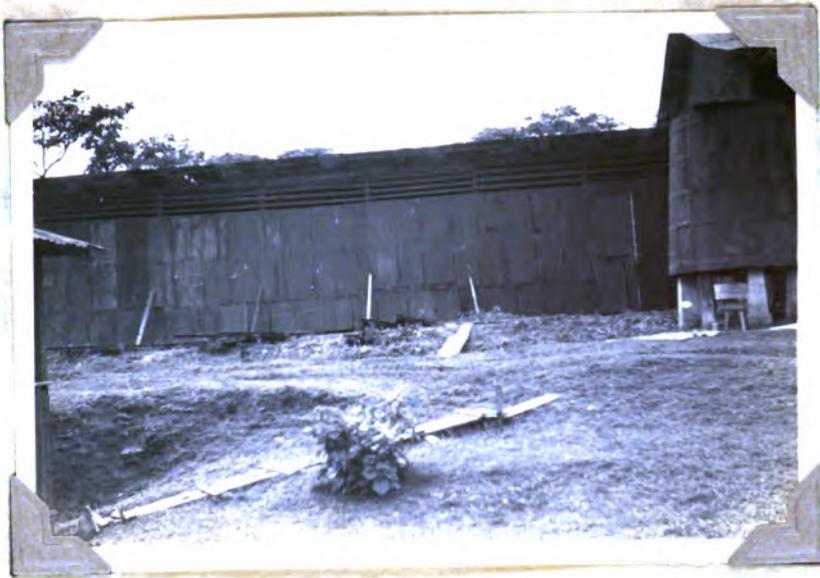


Fig. 4 Finca 1:
Vista galerón donde
se mantiene la caja
de fermentación.



Fig. 5 Finca 1:
Plataformas para
secado al sol.

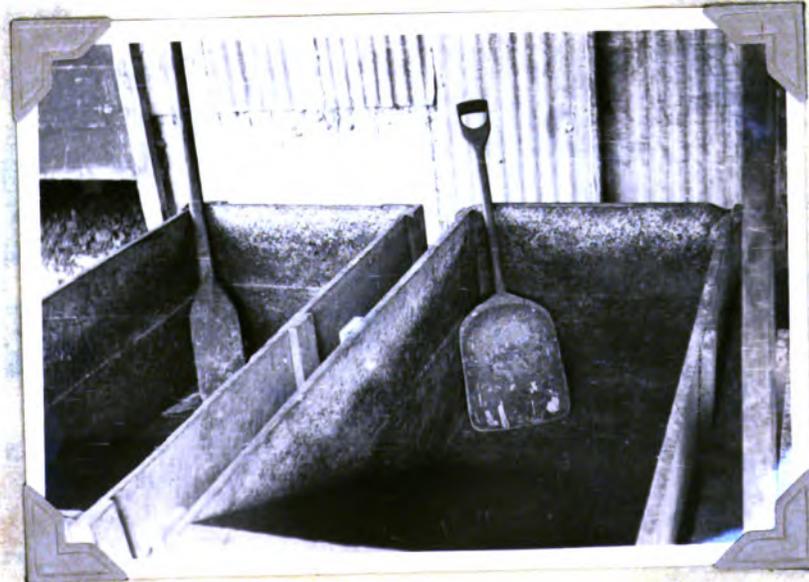


Fig. 6 Finca 2e:
Vista caja de fer-
mentación y situa-
ción de la misma.



Fig. 7 Finca 2b:
Situación de los fer-
mentadores. Obsérvese
están cubiertos por una
doble lámina de zinc.

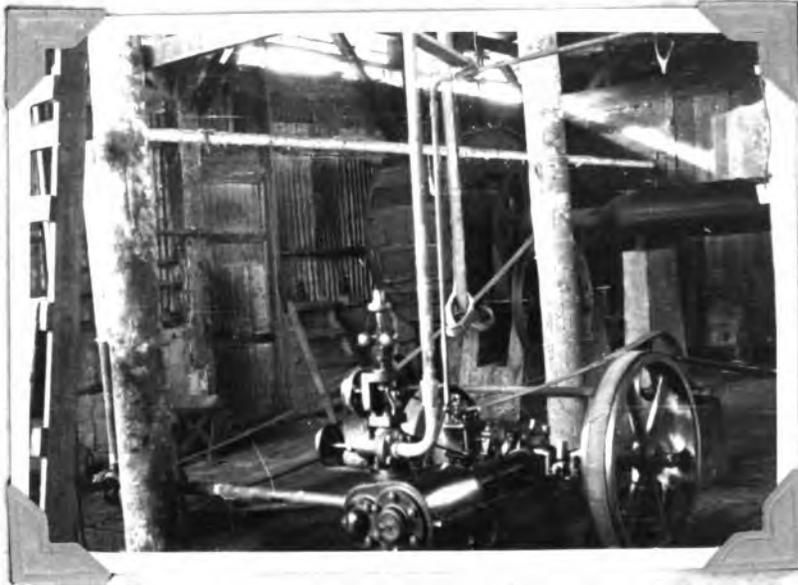


Fig. 8 Finca 2c:
Secadora "Gordon"



Fig. 9 Finca 2b:
Plataforma de
Secado.

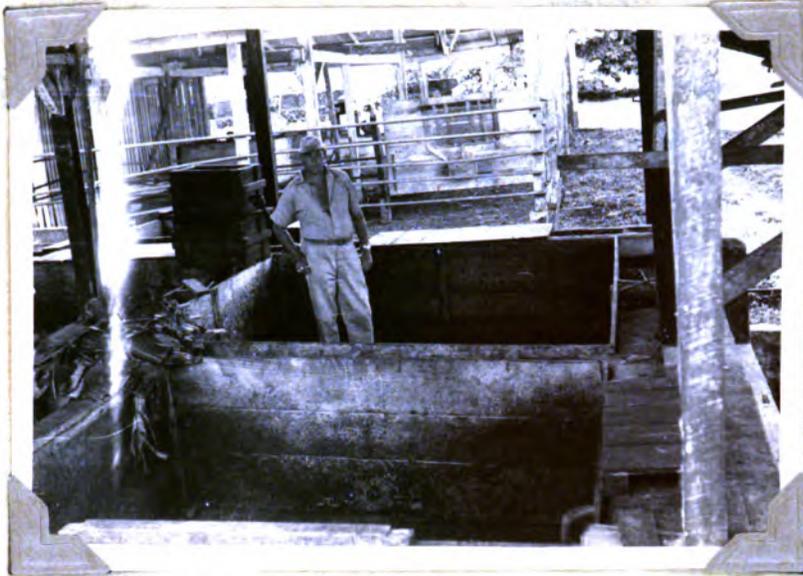


Fig. 10 Finca 3:
Vista de los fer-
mentadores y situa-
ción de ellos.



Fig. 11 Finca 3:
Plataformas secado
y galerón donde se
mantienen durante la
noche o cuando llueve.



Fig. 12 Finca 4:
Vista superior del
fermentador. Obsér-
vese la cubierta de
madera y las láminas
de zinc que protegen
el fermentador.

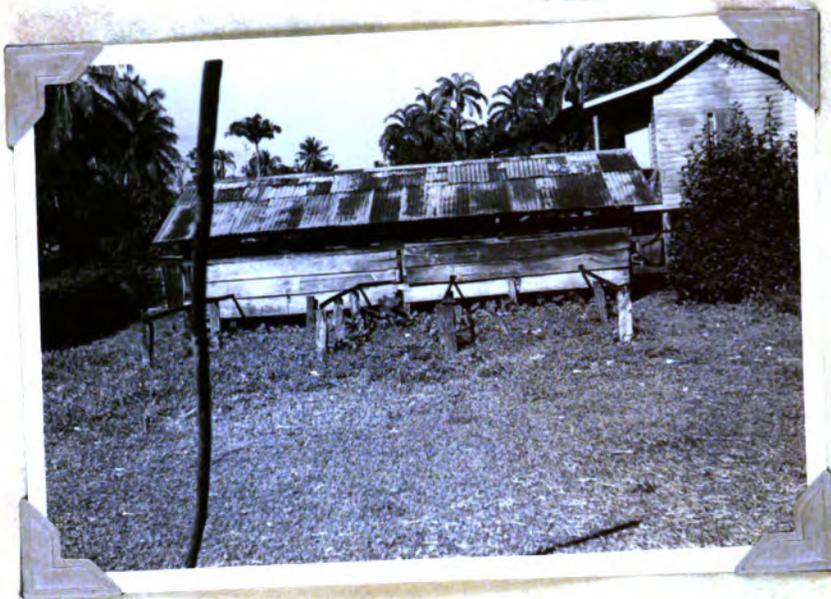


Fig. 13 Finca 4:
Plataforma de
Secado.



Fig. 14 Finca 5:
Caja de fermentación.



Fig. 15 Finca 5:
Plataforma de
Secado.



Fig. 16 Finca 6:
Fermentador. Nótese
se cubre con madera
y lámina.

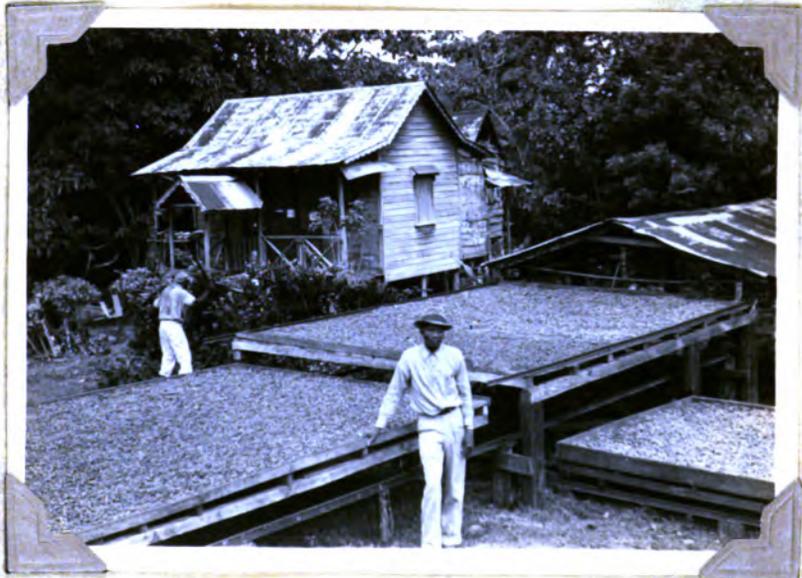


Fig. 17 Finca 6:
Vista Plataforma
de secado.



Fig. 18 Finca 7:
Montón de mazorcas.
Véase las hojas con
que será cubierto al
montón. Nótese el
tipo de cacao.



**Fig. 19 Finca 7:
Vista plataformas
de secado.**



**Fig. 20 Finca 8:
Montón de almendras
de cacao listas para
fermentar.**



**Fig. 21 Finca 8:
Vista parcial del
secador.**

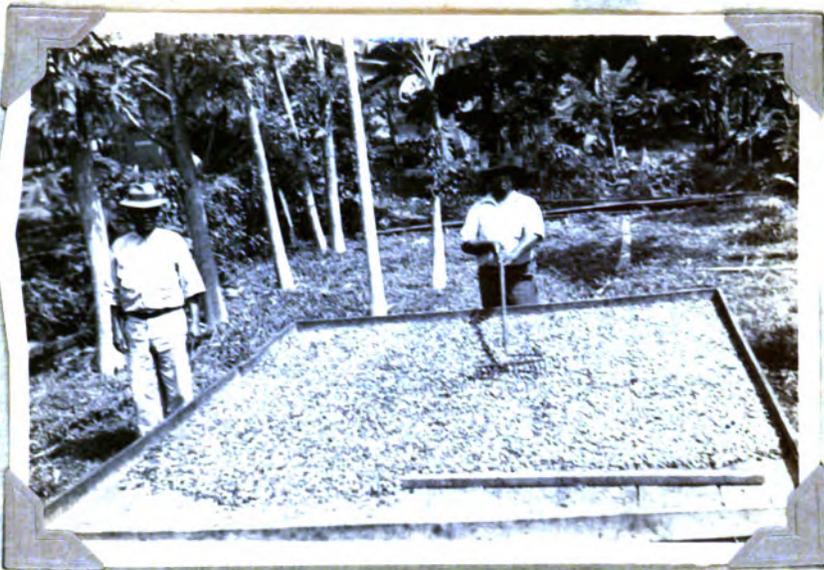


Fig. 22 Finca 9:
Plataforma de se-
cado.



Fig. 23 Finca 10:
Vista del fermenta-
dor, sin protecci3n
alguna.



Fig. 24 Finca 10:
Vista de la plata-
forma de secado.
Véase el fermentador
inmediatamente bajo
el alero de la casa.



Fig. 25 Finca 11:
Entón donde quedan
las almendras mien-
tras se llevan a la
lataforma de secado.



Fig. 26 Finca 11:
Plataforma de secado.
Obsérvese no hay can-
bio en el color de la
pulpa.