

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

CARRERA INTERDISCIPLINARIA EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**ESTUDIO DE LA EFECTIVIDAD DEL USO DE UN REVELADOR (HCL)
EN LA DETERMINACION DE LA CALIDAD DE CACAO POR MEDIO
DE LA PRUEBA DE CORTE**

MARJORIE HENDERSON GARCIA

**PROYECTO DE GRADUACION PRESENTADO PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADA EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
SAN JOSE, COSTA RICA
1992**

ESTUDIO DE LA EFECTIVIDAD DEL USO DE UN REVELADOR (HCl)
EN LA DETERMINACION DE LA CALIDAD DE CACAO POR MEDIO
DE LA PRUEBA DE CORTE

MARJORIE HENDERSON GARCIA

Proyecto de graduación presentado a la Carrera Interdisciplinaria
de Tecnología de Alimentos para optar al grado de
Licenciada en Tecnología de Alimentos

APROBADA POR :



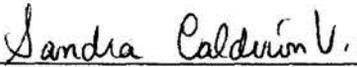
Lic. Luis Alonso Jiménez Silva

Director del Proyecto



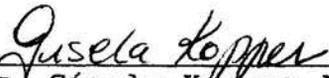
MSc. Juan Manuel Esquivel Kruse

Profesor Asesor



Lic. Sandra Calderón Villaplana

Profesora Asesora



Lic. Giséla Köpper Arguedas

Presidenta Tribunal



Lic. Fanny Levin Picado

Profesora Designada

DEDICATORIA

A Lauri, Alex y todas aquellas personas que todavía creen en la justicia.

A la memoria de Don Fer, con quien hubiera deseado compartir este logro.

AGRADECIMIENTO

A la señora Sandra Vargas Rojas por su gran ayuda y consejo en el manejo estadístico de los datos experimentales.

A Juan Manuel Esquivel Kruse por su valiosa asesoría y sobretodo por permitirme aprender de su gran experiencia en investigación.

A Luis Alonso Jiménez Silva y Sandra Calderón Villaplana por brindarme además de su guía profesional, una bella amistad.

A los compañeros del CITA, que formaron parte del panel de jueces sin experiencia.

A los señores Walter Soto y Joaquín Calvo por su desinteresada colaboración en la parte experimental de este proyecto.

A la industrias Costarrican Cocoa Products y Gallito Industrial S.A. por su colaboración en la integración del panel de jueces con experiencia.

A mi madre por su ejemplo de vida, a mi esposo por su paciencia e interminable apoyo, a mis hermanos por su testimonio de unidad, a mi cuñada Jacki, sobrinos y a todos mis amigos.

¡ Que Dios los bendiga !

INDICE

	página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE.....	v
INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE APENDICES.....	vii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEORICO.....	5
- Tratamiento poscosecha.....	6
- Bioquímica de la fermentación.....	7
- Fase Anaeróbica.....	8
- Fase de Condensación Oxidativa.....	9
- Secado.....	10
- Calidad de cacao.....	10
- Medición de pH.....	12
- Índice de fermentación.....	13
- Porcentaje de cenizas.....	14
- Prueba de corte.....	14
III. MATERIALES Y METODOS.....	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	22
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. RECOMENDACIONES.....	42
VII. BIBLIOGRAFIA.....	43
VIII. APENDICES.....	47

INDICE DE CUADROS

CUADRO I	RESULTADOS PROMEDIO DE LA PRUEBA DE CORTE.....	23
CUADRO II	ANALISIS DE VARIANZA DE LOS RESULTADOS DE PRUEBA DE CORTE PARA CACAO SECO FERMENTADO.....	24
CUADRO III	RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS REALIZADOS A LAS MUESTRAS DE CACAO.....	35
CUADRO IV	COEFICIENTES DE CORRELACION DE LA CLASIFICACION DE PRUEBA DE CORTE Y LOS PARAMETROS QUIMICOS.....	39
CUADRO V	OPINION DE JUECES CON EXPERIENCIA (APENDICE 3).....	57
CUADRO VI	OPINION DE JUECES SIN EXPERIENCIA (APENDICE 3).....	57

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	CLASIFICACION POR CATEGORIAS DE LA PRUEBA DE CORTE..	27
FIGURA 2	EFFECTO DE LA EXPERIENCIA DE LOS JUECES EN LOS RESULTADOS POR CATEGORIA.....	28
FIGURA 3	EFFECTO DEL USO DEL REVELADOR SOBRE CADA CATEGORIA...	30
FIGURA 4	EFFECTO DE LOS DIAS DE FERMENTACION SOBRE CADA CATEGORIA.....	32
FIGURA 5	RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE OPINION DE JUECES CON EXPERIENCIA.....	36
FIGURA 6	RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE OPINION DE JUECES SIN EXPERIENCIA.....	37

LISTA DE APENDICES

- A. DATOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA DE CORTE49
- B. ENCUESTA SOBRE EL USO DEL REVELADOR EN LA PRUEBA DE CORTE Y
OPINION DE LOS JUECES CON EXPERIENCIA CUADRO DE PORCENTAJES..57

RESUMEN

Con el fin de estudiar la efectividad del uso de un revelador (HCl) en la prueba de corte, para determinación de la calidad de cacao seco fermentado, paneles formados por jueces con experiencia en este tipo de prueba; procedentes de las industrias procesadoras de cacao del país; y por jueces sin experiencia, evaluaron por triplicado muestras de cacao fermentado durante dos, cuatro y seis días. Cada muestra se clasificó en seis categorías: pizarra, violeta, 3/4 violeta, 1/2 café, 3/4 café y café antes y después de una aspersión de ácido clorhídrico (revelador).

Se determinó que los panelistas clasifican una mayor cantidad de granos de cacao en las categorías violeta, 3/4 violeta y café. Con el uso del revelador se logra una mayor rigurosidad en la clasificación por categorías, para la determinación de la calidad de cacao seco fermentado, en cualquier etapa de la fermentación. Además se confirmó que la prueba de corte es representativa del avance de la fermentación.

Se estableció una alta correlación de la puntuación de la prueba de corte, reportada por los jueces con el contenido de cenizas del grano.

I. INTRODUCCION

En la actualidad, el mercado del cacao se encuentra saturado, los precios al productor son aproximadamente 50% menores de los que se dieron al final de los años setenta y menos del 15% del cacao disponible es de alta calidad, la situación es difícil y posiblemente provocará la desaparición de los productores ineficientes en productividad y calidad (Jiménez, L. 1992).

En Costa Rica, el inicio del Programa del Fomento Cacaotero en 1984, y la ejecución de una serie de proyectos en diferentes regiones del país en la última década, provocaron el renacer paulatino de la actividad cacaotera nacional, luego de su debilitamiento en 1979 con la aparición de la Monilia.

Este nuevo esfuerzo promovió el cultivo de variedades híbridas de mayor producción y resistencia a las enfermedades, principalmente en regiones en las que el cultivo no era tradicional.

Pero el resultado obtenido no fue el esperado, las nuevas variedades híbridas han tenido un desempeño inferior, lo que

unido a las dificultades financieras de los productores, los bajos precios en el mercado internacional y la imposibilidad gubernamental de resolver la problemática, colocan al sector cacaotero costarricense al borde del colapso, donde la única oportunidad de supervivencia radica en el incremento de la productividad de las plantaciones y de la calidad del producto final.

La calidad de cacao seco en grano depende fundamentalmente de factores genéticos de la planta (Brown, H. 1958), del ambiente en que se desarrolla (Forsyth, W. 1958) y sobre todo del tratamiento poscosecha (Alvarado, J. 1983), siendo este último la única forma real de mejorar la calidad de cacao a corto plazo (Forsyth, W. y Quesnel, V. 1957).

Esta calidad puede ser determinada con una variedad de pruebas que se realizan sobre las almendras de cacao seco, entre ellas, la prueba de corte es la más utilizada a nivel mundial por su sencillez y poco tiempo necesario para realizarla.

En Costa Rica esta prueba se realiza como parte de la Norma Nacional publicada en la Gaceta, en 1989. (Costa Rica, 1989). Se basa en el color de los cotiledones por la presencia de antocianinas de color púrpura, las cuales sufren durante la

fermentación hidrólisis enzimática, provocando pérdida del color en el grano. Más tarde, durante el secado los cotiledones se tornan café por acción de la enzima polifenoloxidasa (Forsyth y Quesnel, 1957).

Sin embargo, esta prueba es considerada subjetiva, debido a que la percepción del color presenta variaciones entre los lectores, la coloración de la superficie de los cotiledones no siempre es uniforme, y existe una gran variedad de colores en una misma almendra.

Al ser la prueba de corte un ensayo subjetivo se compara con pruebas objetivas llevadas a cabo a través de análisis químicos o físicos, para tratar de medir qué grado de confiabilidad puede tener (Cubero, E. 1990).

Al disminuir el pH en la superficie de las almendras, con una aspersion de ácido clorhídrico (revelador) para virar el color de los cotiledones de púrpura a rojo y así aumentar el contraste con el café, se cree que la prueba se haría más rápida y fácil, además de aumentar la precisión con que son clasificadas las almendras y disminuir los problemas de estandarización de productos que tiene el fabricante de chocolates.

Por lo tanto se pretende con esta investigación estudiar la efectividad del uso de un revelador (HCl 1M), en la prueba de corte para determinación de la calidad del cacao seco fermentado.

Los objetivos planteados como específicos son:

- Establecer la utilidad del uso de un revelador en las lecturas de prueba de corte de jueces con poca o ninguna experiencia.
- Establecer la utilidad del uso de un revelador en las lecturas de prueba de corte de jueces experimentados.
- Determinar si existe diferencia en las lecturas obtenidas por los jueces con poca o ninguna experiencia y aquellos que si la tienen.
- Comparar los resultados de la prueba de corte con y sin revelador con parámetros químicos: pH, cenizas e índice de fermentación, para establecer su grado de correlación.

II. MARCO TEORICO

El cacao (*Theobroma cacao*) es nativo de las selvas vírgenes y cálidas de Sur América. Su cultivo está localizado en áreas tropicales húmedas y bajas en las que la temperatura media fluctúa entre 20-24 °C. Requiere humedad todo el año, prefiere suelos ricos, francos o arcillosos.

La producción comercial más importante está localizada en Africa Occidental seguido por Brasil, República Dominicana, Ecuador, Trinidad, México y otros (León, J. 1968).

En Costa Rica, la mayor parte de las plantaciones de cacao proceden de semillas, por lo que muestran gran variabilidad genética. Se desprende así que se encuentran grandes diferencias en lo que se refiere a la productividad, grado de crecimiento de los árboles, resistencia a enfermedades, compatibilidad y tamaño de las almendras. Se estima que la calidad del cacao y del chocolate que con él se fabrique, depende del material genético y del tratamiento que se le dé después de cosechado (Rodríguez, E. 1987).

La variedad genética determina el sabor inherente del cacao. Se pueden identificar dos tipos de grano: cacao común que proviene de árboles amelonados y amazónicos, denominados "Forasteros" y el cacao fino que proviene de árboles criollos y trinitarios, conocido

como acriollados.

Dentro del cacao forastero se encuentra un cultivar llamado Catongo, que corresponde a un mutante albino de este genotipo (López A. 1986).

Los trinitarios son híbridos formados por el cruce de un forastero con un criollo, de forma tal que poseen una mezcla de característicos de ambos genotipos (Pardo, J. 1988), cabe mencionar que estos híbridos son los más utilizados en Costa Rica.

El sabor potencial del cacao fino es debido básicamente a la variedad genética de los árboles que la producen; sin embargo el desarrollo del sabor final del chocolate depende únicamente del correcto proceso de fermentación y secado como sucede en el cacao común. (The Cocoa, Chocolate and Confectionary Alliance, 1984).

TRATAMIENTO POSCOSECHA

El cacao es uno de los numerosos alimentos cuyas características de sabor se desarrollan en el proceso de curado, el cual se define como el proceso de fermentación y secado, secuencialmente (López, A. 1986).

En la fermentación se elimina la pulpa mucilaginoso; se evita la germinación por muerte del embrión; se desencadenan modificaciones bioquímicas en el interior de los cotiledones y se

disminuye el amargor y la astringencia, determinándose así el sabor y aroma del cacao y del chocolate a obtener (Alvarado, J. 1983).

BIOQUIMICA DE LA FERMENTACION

Los granos y la pulpa del cacao están estériles en el momento de abrir la mazorca pero rápidamente se contaminan con microorganismos al contacto con la cáscara y las manos de los obreros.

La naturaleza química y física de la pulpa hace de ésta un medio ideal para el crecimiento de levaduras y mohos (Rohan, T. 1969).

En la fase inicial de fermentación, el pH de la pulpa oscila entre 3,4 - 4,0, el contenido de azúcar entre 8 - 24% y el oxígeno es poco, lo que propicia el crecimiento de las levaduras, las cuales dominan la fermentación de 24 a 36 horas, produciéndose alcohol, dióxido de carbono y metabolizando el ácido cítrico, a partir de los azúcares. Algunas cepas de levaduras son capaces de producir enzimas pectinolíticas, las cuales rompen las paredes de las células. Este rompimiento de las células del parénquima resulta en la formación de espacios entre los granos a través de los que se filtra el aire (López. 1986).

La pérdida del ácido cítrico drenado con el jugo, provoca un aumento en el pH, que unido al incremento en los niveles de alcohol

y mayor disponibilidad de aire, inhiben a las levaduras y su actividad disminuye.

Al incrementarse la aireación se favorece el desarrollo de bacterias acéticas (López, A. 1986), las que provocan una oxidación del alcohol a ácido acético y de éste a agua y dióxido de carbono, liberándose gran cantidad de energía en forma de calor. El aumento en la concentración de ácido, así como el calor liberado dan muerte al embrión del grano (Quesnel, V. 1965). En ese momento se inician las reacciones bioquímicas dentro del grano provocando la formación de precursores del sabor en el cacao (López, A. 1986).

Con la muerte del embrión se rompen las barreras biológicas que separan las enzimas de sus sustratos, con el alcohol, el ácido acético y el agua se disuelven estos materiales y son llevados a los sistemas activos (Brown, 1958).

Los cambios químicos en los cotiledones ocurren en dos fases: fase anaeróbica o hidrolítica y fase de condensación oxidativa (Forsyth, 1958).

FASE ANAEROBICA

Según Forsyth, (1952) las antocianinas son rápidamente destruidas durante la fermentación. La glicosidasa del cacao se activa al morir el embrión y los pigmentos 3-β-D galactosidil-cianidina y 3-ó-D arabinosilcianidina, responsables del color

púrpura del cacao forastero, son hidrolizadas a azúcar y cianidina, lo que resulta en un efecto de blanqueo de los cotiledones (Forsyth y Quesnel, 1957) . Esta reacción se inactiva por los productos de oxidación de los complejos polifenólicos que empiezan a generarse en la fase tardía de la fermentación (Rohan, T. 1964).

Aunque los pigmentos no poseen sabor marcado o potencial, la hidrólisis de polifenoles es importante pues existe una relación inversa entre el desarrollo del sabor y el color púrpura retenido después de la fermentación (López, A. 1986).

FASE DE CONDENSACION OXIDATIVA

El oxígeno comienza a penetrar la testa haciendo que la superficie del cotiledón se ponga parda por los reacciones oxidativas enzimáticas (Quesnel, V. 1959). Esta coloración es la manifestación de reacciones en donde la epicatequina es el sustrato preferido por la polifenoloxidasas (López, A. 1986).

La función más importante de la fase oxidativa, además de contribuir con la formación de sabores auxiliares, es la reducción de la astringencia y el amargor por la oxidación de polifenoles (Ramírez, 1988).

La fase anaeróbica y la oxidativa pueden sobreponerse y frecuentemente lo hacen, es decir ocurren en diferentes almendras a diferentes tiempos y diferentes partes de una almendra al mismo

tiempo (Quesnel, V. 1959).

La fase oxidativa persiste hasta que el contenido de agua de la almendra desciende a un punto donde previene toda actividad enzimática.

SECADO

A continuación de la fermentación viene el proceso de secado. Sus finalidades son: completar la fase de oxidación (las reacciones enzimáticas continúan) y reducir el contenido de humedad del grano hasta seis por ciento (6%), que es la humedad óptima para el almacenamiento.

Un siete por ciento de humedad en la semilla seca es considerado como un límite crítico para almacenar y comercializar la almendra (IICA, 19882).

Las semillas que provienen de cualesquiera de los métodos de fermentación pueden secarse al sol. En países donde la cosecha coincide con períodos lluviosos o de mucha humedad, se utiliza el secado artificial (IICA, 1982).

CALIDAD DE CACAO

Tan sólo algunas características de las almendras de cacao pueden ser apreciadas por métodos objetivos, por ejemplo:

evaluación del contenido de agua, riqueza de la manteca de cacao, o búsqueda de trazas de insecticida. Además son analizadas desde dos puntos de vista:

- a. Cualidades intrínsecas controladas básicamente por el tipo de material genético y por la localización.
- b. Cualidades adquiridas como resultado del tratamiento poscosecha del cacao, que son afectadas por el nivel de conocimiento de estas prácticas que tenga el agricultor y las instalaciones utilizadas para el tratamiento.

Según Cubillos, Z. 1984 para considerar las almendras de cacao como de buena calidad, éstas deben reunir las siguientes cualidades:

- Capacidad para el desarrollo de un buen sabor a chocolate.
- Libre de sabores secundarios en especial humo, moho, acidez, astrigencia y amargor.
- Grano uniforme y masa promedio mayor de un gramo.
- Contenido de humedad de 6 a 7%.
- Contenido de ácidos grasos de 56-58%
- Cascarilla en 11-12%
- Manteca de consistencia dura

Existe una diversidad importante de pruebas que se realizan sobre las almendras secas con el objeto de determinar su calidad o al menos para tener una idea aproximada de ella. En general, se puede dividir en :

Pruebas a nivel de campo: Humedad, peso promedio, densidad y prueba de corte.

Pruebas de laboratorio: pH, índice de fermentación, cenizas, % grasa, punto de fusión de la grasa.

Pruebas especializadas: Evaluación organoléptica, rendimiento, análisis de aromas (Jiménez, L. 1989).

En general, ninguna de estas pruebas es suficiente para certificar por sí sola la calidad del cacao seco en grano. Por lo tanto lo más recomendable es llevar a cabo una serie de pruebas que en conjunto den una idea más acertada de la calidad.

Algunas de las pruebas de laboratorio sencillas que ayudan a mejorar la percepción de la calidad del cacao seco en grano son:

MEDICION DE pH:

Esta determinación tiene por objeto evaluar la concentración de H^+ acidez interna del cacao seco, la cual da una idea del transcurso de la fermentación. Según López, A. (1983), el cotiledón de la semilla no es ácido naturalmente. Se caracteriza por valores entre 6.5 y 6.7 (Saposnikova, K. 1952), pero durante el proceso de curado absorbe ácidos y otras sustancias producidas por los microorganismos que fermentan la pulpa circundante, la acidez de los cotiledones se incrementa con la consecuente disminución

del pH hasta cerca de 4.5.

Si la fermentación continua, después del sexto día comienzan a liberarse compuestos alcalinos como sales de aminas y amonio, dando inicio a la fase de putrefacción (Cascante, S. 1984), por lo tanto la aparición de pH neutros deben considerarse como anunciantes de que la fermentación debe suspenderse.

INDICE DE FERMENTACION

Los compuestos polifenólicos son los responsables del color (antocianinas) y en parte del sabor a chocolate (taninos), estos compuestos presentes en los cotiledones tienen relación directa con las características de los chocolates alaborados (Cros, Villeneuve y Vincent, 1984).

La penetración de ácido al interior de las almendras así como el proceso enzimático causan destrucción de los pigmentos polifenólicos (Silva y Bastos, s.f.)

El índice de fermentación es una prueba que evalúa la cantidad relativa de antocianinas, responsables principales de la coloración violeta de los cotiledones.

Gourieva y Tserevitinov (1979), citados por Shamsuddin S. (1986), lo definen como la razón de polifenoles oxidados (460 nm) a polifenoles intactos (no oxidados 530 nm).

PORCENTAJE DE CENIZAS

Con esta prueba se determina la cantidad de cenizas en una muestra de cacao seco. Su importancia estriba en que durante la fermentación su valor baja por la exudación que tiene lugar en el grano (De Witt, 1956).

PRUEBA DE CORTE

Los análisis antes citados, junto con la prueba de corte dan una mejor idea de la calidad del cacao seco en grano. Dicha prueba consiste en que los granos de una muestra tomada al azar de un lote, se cortan longitudinalmente, para exponer la mayor parte de su superficie. Los granos son evaluados visualmente en cuanto a la calidad de fermentación por el color de la superficie cortada, y defectos como moho, infestación por insectos, granos germinados y planos y la presencia de olores extraños (por ejemplo el olor a humo).

Los lotes luego se dividen en uno o varios grados de calidad dependiendo del porcentaje de granos defectuosos (La Gaceta, 1989).

III. MATERIALES Y METODOS

PROCEDENCIA DE LA MATERIA PRIMA

Se utilizaron muestras de mezclas de cacao híbrido seco fermentado, procedente de las fincas 10-11-12 de COOPAL SUR R.L., en Palmar Sur. Recolectadas durante el mes de julio.

TRATAMIENTO PRELIMINAR DE LAS MUESTRAS

Fermentación y secado:

El cacao fue fermentado por el método de cajones. Se colocó el cacao en una serie de cajones de un metro cúbico de volumen, a temperatura ambiente, desde el área de recibo de las muestras hasta el área de secado, permitiéndose así la remoción de cajón a cajón tantas veces como días de fermentación (seis días en total).

El cacao fue sometido a secado solar sobre láminas de zinc, hasta que se obtuvo aproximadamente un 7% de humedad, medida con Hidropan modelo 2080.

Se tomaron tres muestras de tres kilogramos a los dos, cuatro y seis días de fermentación, respectivamente. Su recolección se realizó después del tratamiento poscosecha durante el día y trasladadas luego de veinticuatro horas, desde el sur del país hasta la ciudad capital, donde se almacenaron en bolsas de polietileno negro durante seis días, a temperatura ambiente y humedad relativa del medio.

FORMACION DEL PANEL DE NO EXPERIMENTADOS

Se escogieron nueve lectores sin experiencia previa en prueba de corte, capaces de ordenar por intensidad de color soluciones acuosas y se les entrenó para reconocer las categorías que comprende la prueba de corte modificada, por Shamsuddin, S. y Dimick, P. (1986).

FORMACION DEL PANEL DE EXPERIMENTADOS

Se escogieron cinco lectores de las principales empresas industrializadoras de cacao en el país, los cuales tenían experiencia previa en prueba de corte.

Cada panelista analizó un total de dieciocho muestras de la

siguiente manera : tres muestras para cada grado de fermentación (dos, cuatro y seis días) por el método tradicional y tres muestras por cada grado de fermentación con revelador, el cual consistió en una aspersion de ácido clorhídrico 1M (1 molar) sobre la superficie expuesta de los cotiledones, con un tiempo de reposo de diez minutos antes de ser observada por los jueces.

PRUEBA DE CORTE

Se utilizó la prueba de corte descrita por Dimick (1986). En ella, lotes de cien almendras (semillas de cacao con el embrión muerto) tomadas al azar por el método de cuarteo y cortadas longitudinalmente para exponer una superficie de área máxima en los cotiledones, se clasificaron en seis diferentes categorías:

1. Pizarra: Almendras con cotiledones de color gris oscuro o negruzco (debido a la alta concentración de antocianinas) y estructura compacta.

2. Violeta: Almendras con cotiledones de color violeta y estructura bien compacta.

3. 3/4 violeta: Almendras con cotiledones casi totalmente violeta (3/4 de la superficie total, y presentan color café en

aproximadamente 1/4 de la superficie total) y estructura parcialmente compacta.

4. 1/2 café: Almendras con cotiledones parcialmente de color violeta (1/2 de la superficie total), y estructura parcialmente arriñonada que presentan color café en aproximadamente la mitad de la superficie total.

5. 3/4 café: Almendras con cotiledones de color café en 3/4 de la superficie total, estructura bastante arriñonada y que presentan color violeta en aproximadamente 1/4 de superficie total.

6. Café: Almendras con cotiledones color café y totalmente arriñonada.

Las almendras denominadas catongo no fueron clasificadas por la ausencia de color en sus cotiledones.

ANALISIS QUIMICO

Se obtuvo una muestra representativa de cada grado de fermentación y se trataron de la siguiente manera: se tomaron 100 gramos de cacao seco en grano, éstos se cortaron en su punta

más ancha para eliminar el germen, se descascararon, molieron y tamizaron hasta polvo fino (40msh).

DETERMINACION DEL pH

En beaker de 150 ml. se colocaron 10 gramos de polvo fino y se agregaron 90 ml. de agua destilada caliente. Se filtró y enfrió hasta 20-25 °C, y se midió el pH inmediatamente.

PORCENTAJE DE CENIZAS:

En cápsula seca tarada se colocaron de 2 a 5 gramos del polvo fino, se calentó en lámpara infrarrojo hasta humos escasos. Se transfirió a una mufla a 600°C durante dos horas.

Las cenizas frías se humedecieron con alcohol al 95% para luego ser secadas en baño de vapor. Se reicineró en intervalos de 1 hora hasta masa constante (aproximadamente 3 horas).

INDICE DE FERMENTACION

En erlenmeyer de 125 ml. se colocaron 0,5 gramos de polvo fino, se agregaron 50 ml. de solución metanol-HCl (97:3). Se

mantuvo la mezcla a 8 °C por 18 horas, luego se filtró al vacío con papel filtro Whatman #1, se le midió la absorbancia al filtrado a 460 y 530 nm.

El índice de fermentación se calculó dividiendo la absorbancia promedio de seis lecturas a 460 NM entre la absorbancia promedio de seis lecturas a 530 NM. =

$$460\text{NM} \cdot / A \ 530\text{NM} \cdot$$

ANALISIS ESTADISTICO:

Se realizó un experimento factorial de 2*2*3*6, los factores evaluados fueron:

- a. panelistas, con dos niveles: experimentados y no experimentados,
- b. tipo de método, con dos niveles: con revelador y sin revelador,
- c. días de fermentación, con tres niveles: dos, cuatro y seis días.
- d. categorías con seis niveles: pizarra, violeta, 3/4 violeta, 1/2 café, 3/4 café y café.

Se compararon las puntuaciones reportadas por el panel de experimentados y el de no experimentados, así como entre dos, cuatro, y seis días de fermentación y entre los métodos antes citados.

Además se realizó un análisis de varianza (al 95% de confianza), al promedio de granos clasificados en cada categoría. Además de un estudio de correlación lineal entre el promedio de las cantidades de granos clasificadas en cada categoría y los datos obtenidos de los parámetros químicos: pH, porcentaje de cenizas e índice de fermentación.

ENCUESTA DE OPINION SOBRE EL USO DEL REVELADOR

Se realizó una encuesta de opinión entre los panelistas para evaluar su criterio con respecto a: rapidez de lectura, percepción del color, nivel de agotamiento y facilidad de lectura en la pruebas de corte con y sin revelador, los resultados se analizaron con porcentajes.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Las lecturas de prueba de corte utilizando la clasificación con puntuaciones como lo propone Dimick fueron sometidos a análisis de varianza y no se encontró diferencia significativa en ninguno de los factores y sus interacciones, procediéndose entonces a realizar el análisis utilizando el número de granos en cada categoría.

En el cuadro I se presentan los promedios por categorías de la prueba de corte, y los resultados del análisis estadístico se resumen en el cuadro II. Las fuentes de variación listadas en la columna 1 son: repeticiones (REP), jueces experimentados y no experimentados (A), uso y no uso del revelador (B), días de fermentación: dos, cuatro y seis días (C) y las categorías de clasificación: pizarra, violeta, 3/4 violeta, 1/2 café, 3/4 café y café (D).

Debido a que se utilizó el promedio por categorías al comparar cada una de las repeticiones (REP) no hubo diferencia significativa, de la misma forma no se presenta diferencia al comparar la experiencia de los jueces (A), el uso y no uso del revelador (B), los diferentes días de fermentación (C), y todas las interacciones que no incluyen el factor "categoría".

CUADRO # 1

RESULTADOS PROMEDIO DE LA PRUEBA DE CORTE

DIAS DE FERMENT	C A T E G O R I A S	SIN REVELADOR						CON REVELADOR					
		P	V	$\frac{3}{4}$ V	$\frac{1}{2}$ C	$\frac{3}{4}$ C	C	P	V	$\frac{3}{4}$ V	$\frac{1}{2}$ C	$\frac{3}{4}$ C	C
2	JUECES CON EXPERIENCIA	0.00	28.76	21.93	8.80	11.20	17.80	0.20	25.73	25.87	10.80	12.93	13.00
	JUECES SIN EXPERIENCIA	0.57	26.29	19.85	11.66	14.94	22.29	0.87	27.48	19.38	11.76	18.85	17.38
4	JUECES CON EXPERIENCIA	0.07	17.13	19.80	12.53	12.73	30.10	0.13	18.27	22.80	11.87	13.87	27.03
	JUECES SIN EXPERIENCIA	1.76	21.19	15.00	12.62	12.30	31.86	1.81	21.24	15.38	13.00	15.38	28.76
6	JUECES CON EXPERIENCIA	0.33	11.13	13.87	11.33	11.80	46.40	0.00	11.20	21.13	11.33	12.80	38.67
	JUECES SIN EXPERIENCIA	1.24	13.48	11.42	10.81	15.33	44.76	0.33	14.57	11.71	10.86	18.05	41.48

DATOS TOMADOS DEL APENDICE 1

‡ P = PIZARRA
 V = VIOLETA
 C = CAFE

CUADRO II

ANALISIS DE VARIANZA POR CATEGORIA DE LOS RESULTADOS DE CORTE PARA CACAO SECO FERMENTADO

FV	GL	SC	CM	Fc	
REPETICION	2	7.22	3.610	0.450	ns
TIPO DE JUEZ (A)	1	20.83	20.830	2.700	ns
METODO (B)	1	0.32	0.320	0.040	ns
GRADO DE FERMENT. (C)	2	15.41	7.710	1.000	ns
CATEGORIAS (D)	5	17050.72	3410.150	442.360	*
INTERACCION AB	1	0.04	0.040	0.005	ns
INTERACCION AC	2	8.77	4.390	0.570	ns
INTERACCION AD	5	436.20	87.240	11.320	*
INTERACCION BC	2	0.38	0.190	0.025	ns
INTERACCION BD	5	278.79	55.760	7.230	*
INTERACCION CD	10	5402.14	540.210	70.070	*
INTERACCION ABC	2	0.07	0.035	0.005	ns
INTERACCION ACD	10	90.45	9.045	1.173	ns
INTERACCION BCD	10	27.44	2.744	0.356	ns
INTERACCION ABD	5	66.47	13.290	1.724	ns
INTERACCION ABCD	10	31.68	3.170	0.410	ns
ERROR	142	1095.00	7.710		
TOTAL	215	24531.93			

* DENOTA SIGNIFICANCIA AL NIVEL DEL 5%

CATEGORIAS DE CLASIFICACION (FACTOR D)

Entre las categorías de clasificación se obtuvo al 95% de confianza, diferencia significativa (Factor D, cuadro II). La información se encuentra graficada en la figura 1, en la que se muestra como se tiende a clasificar la mayor cantidad de granos en las categorías extremas, es decir en las categorías violeta, 3/4 violeta y café.

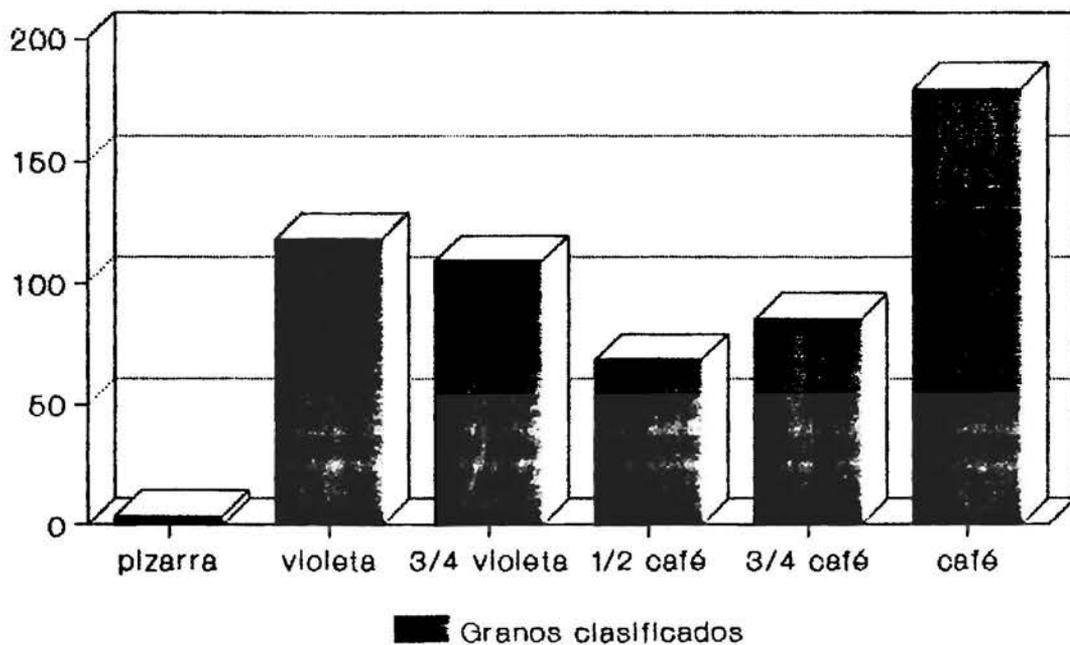
INTERACCION DEL TIPO DE JUEZ CON LAS CATEGORIAS DE CLASIFICACION

En la interacción AD, entre el tipo de juez (con experiencia y sin ella) y las categorías, existe diferencia significativa al 95 % de confianza. En la figura 2 se presentan estos resultados como la diferencia del promedio de granos clasificados por los jueces con experiencia, menos los clasificados por jueces sin experiencia.

Como se observa, el efecto en casi todos los casos, es negativo, excepto para la categoría 3/4 violeta en donde los jueces con experiencia tienden a clasificar mayor cantidad de granos que los jueces sin experiencia.

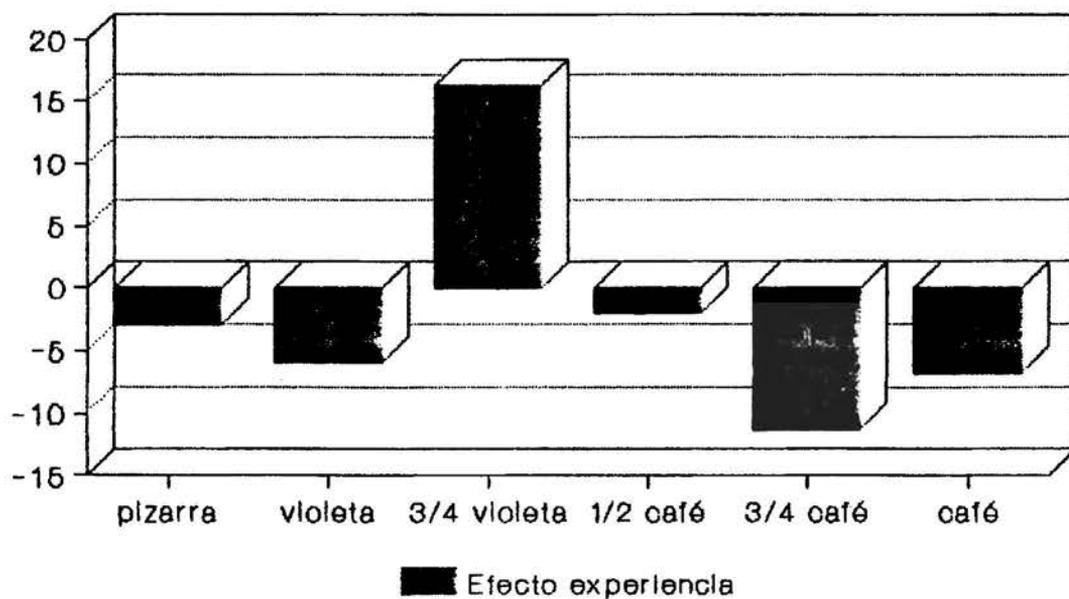
Los jueces con experiencia, acostumbran realizar en las industrias, pruebas de corte en las que utilizan solamente tres categorías: café (bien fermentados), combinados (medianamente fermentados) y violeta (mal fermentados) por lo tanto, el concepto

FIGURA 1
CLASIFICACION POR CATEGORIAS



Datos tomados del cuadro I

FIGURA 2
EFFECTO DE LA EXPERIENCIA DE LOS JUECES
EN LOS RESULTADOS POR CATEGORIA



Datos tomados del cuadro 1

de clasificación que ellos manejan es diferente al de los jueces sin experiencia quienes se enfrentaron por primera vez a la prueba de corte en esta investigación.

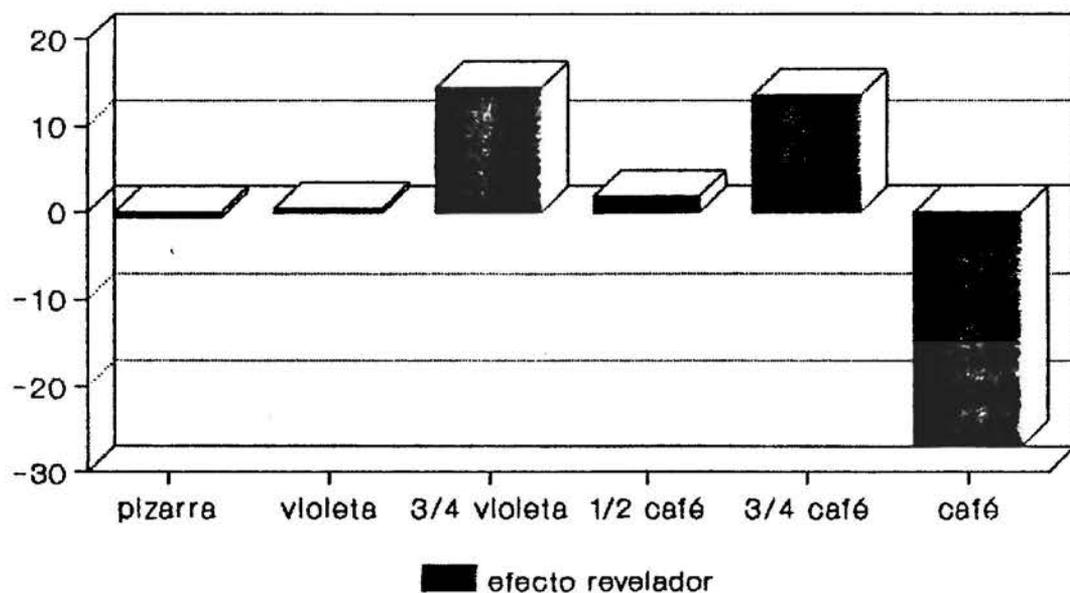
INTERACCION ENTRE EL METODO CON REVELADOR Y LAS CATEGORIAS DE CLASIFICACION

En la figura 3 puede observarse, el efecto causado por el uso del revelador en la clasificación por categorías. Los resultados se presentan como la diferencia del promedio de granos clasificados con revelador menos el promedio sin revelador. Los panelistas, después de la aspersion del ácido clorhídrico, tienden a colocar una mayor cantidad de granos en las categorías 3/4 violeta y 3/4 café, y a disminuir notablemente la cantidad en la categoría café.

El efecto se debe a que con la aspersion del ácido y su consecuente baja en el pH del medio, el cual provoca un viraje del color en las antocianinas presentes en la superficie del grano, se observan partes rojizas que antes fueron consideradas por los jueces como café, cambiando entonces el resultado de la clasificación.

En general la prueba de corte se utiliza como un parámetro de calidad del cacao seco fermentado, en el que la coloración café corresponde a granos de cacao de buena fermentación por lo tanto usando el revelador en esta prueba se logra mayor rigurosidad en la

FIGURA 3
EFFECTO DEL USO DEL REVELADOR
SOBRE CADA CATEGORIA



Datos tomados del cuadro I

clasificación.

INTERACCION DEL GRADO DE FERMENTACION CON LAS CATEGORIAS DE CLASIFICACION

En la figura 4 se presenta el efecto de los días de fermentación sobre las diferentes categorías de clasificación. Puede observarse como la cantidad de granos en las categorías extremas se comporta con la tendencia esperada, es decir, al transcurrir los días de fermentación la cantidad de granos violeta tiende a disminuir, mientras que los de coloración café aumentan.

Con respecto a las categorías intermedias, la tendencia que se presenta no es definida.

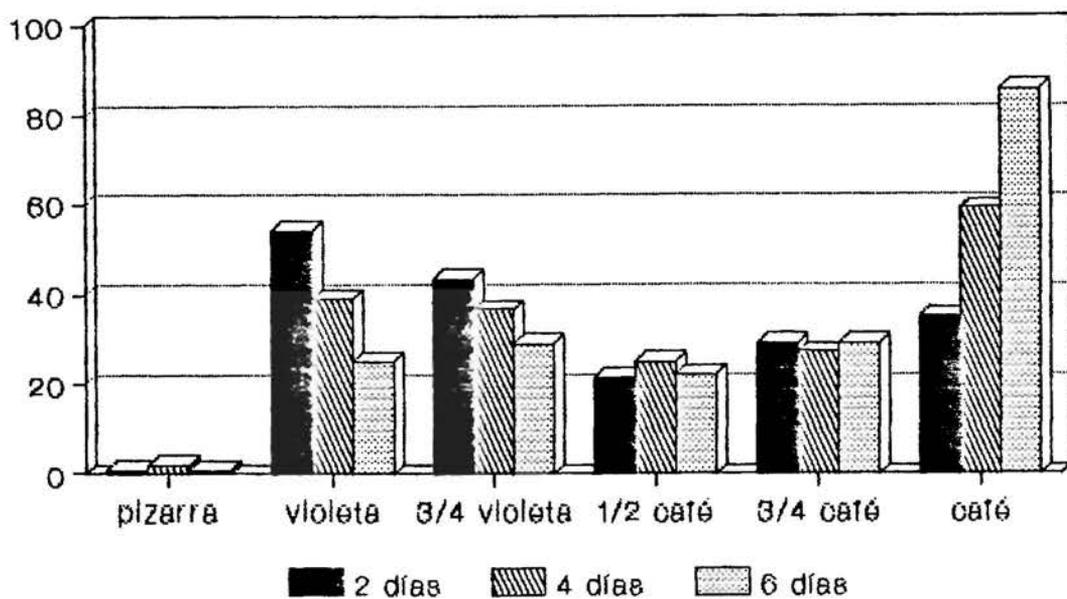
INTERACCION DE TRES FACTORES

En las interacciones de tres factores no se presenta diferencia significativa.

INTERACCION ACD

Se refiere a la interacción entre tipo de juez con categorías y los días de fermentación. El hecho de que no haya diferencia significativa implica que la tendencia de los jueces con

FIGURA 4
EFFECTO DEL GRADO DE FERMENTACION
SOBRE CADA CATEGORIA



Datos tomados del cuadro 1

experiencia a clasificar de forma diferente al os jueces sin experiencia (figura 2), fué la misma para dos, cuatro o seis días de fermentación, o sea la prueba funciona para cualquier grado de fermentación.

INTERACCION BCD

La diferencia no significativa, de la interacción de uso del revelador, con las categorías con respecto a los días de fermentación, significa que el efecto observado en cada categoría por el uso del revelador fué igual a los dos, cuatro y seis días de fermentación (figura 3).

INTERACCION ABD

El efecto causado por el uso del revelador sobre cada categoría (figura 3), fué el mismo al realizarse la prueba por jueces con experiencia como sin experiencia.

INTERACCION ABCD

El efecto ABD, graficado en figura 3 fué el mismo para los diferentes tiempos de fermentación.

ENCUESTA DE OPINION

En vista de que en pruebas previas a esta investigación los

panelistas mostraban agrado a analizar las muestras con revelador, se diseñó una encuesta de opinión (apéndice #2), con el fin de conocer su criterio con respecto al uso del revelador.

En dicha encuesta se evaluó: rapidez de lectura, percepción del color, nivel de agotamiento del panelista, y facilidad de clasificación, al usar el revelador.

Los resultados obtenidos por jueces con experiencia se presentan en la figura 5, puede observarse como la mayoría de los jueces muestran agrado a realizar las pruebas con revelador.

De igual manera los jueces sin experiencia opinan que el uso del revelador les facilita la clasificación, así como la percepción del color. Su agotamiento al realizar las lecturas es menor y la rapidez es mayor (figura 6).

ANALISIS QUIMICOS

Para verificar la calidad de cacao seco fermentado evaluado con la prueba de corte se realizaron análisis químicos recomendados en la literatura.

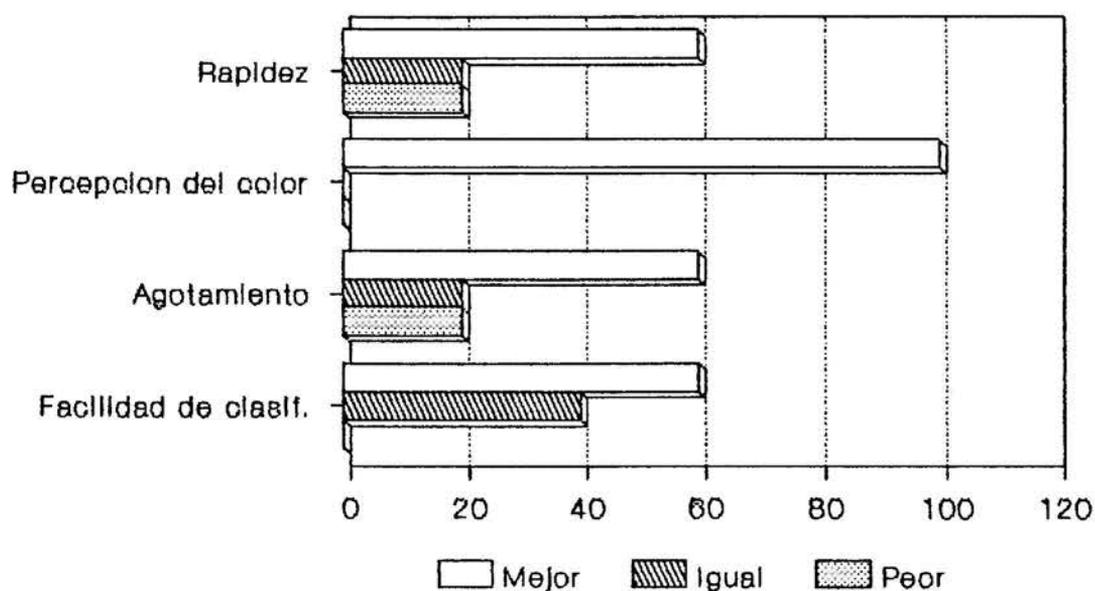
En el cuadro III puede observarse que los valores de pH obtenidos van disminuyendo conforme avanza la fermentación, es posible explicar este comportamiento pues se da una penetración de ácidos orgánicos por la acción microbiana en la pulpa, siendo principalmente el ácido acético el que se introduce en las células

CUADRO III

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS
A LAS MUESTRAS DE CACAO

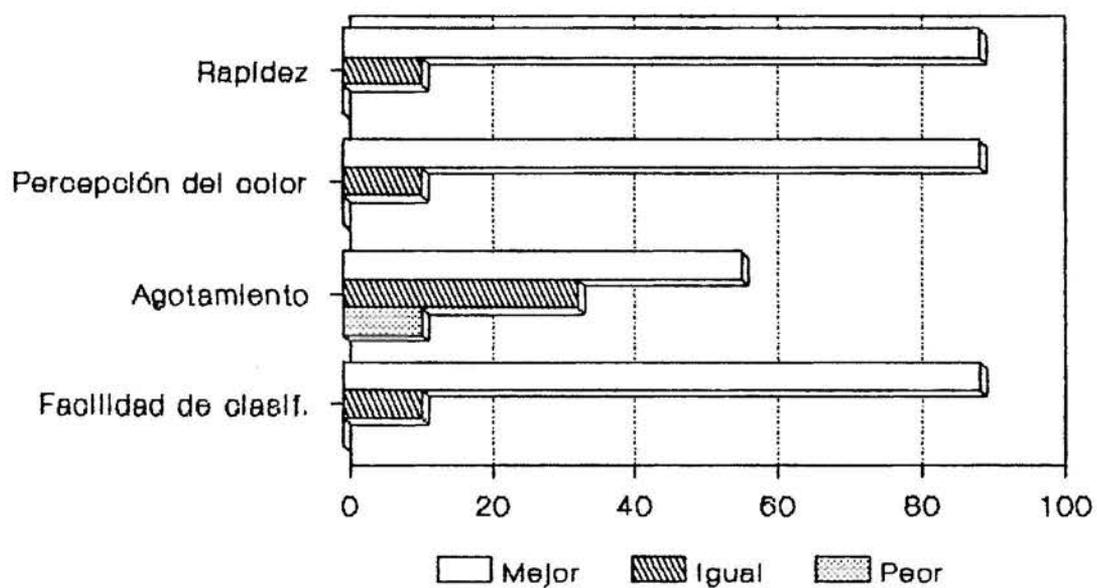
GRADO DE FERMENT.	PH	INDICE FERMENT.	CENIZA %
DOS DIAS	5.17	0.84	3.71
CUATRO DIAS	4.72	1.39	3.23
SEIS DIAS	4.67	1.54	2.67

FIGURA 5
ENCUESTA DE OPINION SOBRE EL USO DEL
REVELADOR DE JUECES CON EXPERIENCIA



Datos tomados del Apéndice 3

FIGURA 6
ENCUESTA DE OPINION SOBRE EL USO DEL
REVELADOR DE JUECES SIN EXPERIENCIA



Datos tomados del Apéndice 3

vivas contribuyendo a la muerte del embrión y a la disminución del pH (López, 1983).

Los valores para el índice de fermentación se comportan en forma directamente proporcional al avance de la fermentación, es decir al transcurrir los días, el índice resultó mayor y esto era lo esperado pues según lo definen Gourieva y Tserevitinov en 1979, este índice es la razón de polifenoles oxidados (460 nm.) a polifenoles intactos (530nm.), donde los primeros aumentan al aumentar el grado de fermentación, obteniéndose así un crecimiento en el valor del índice.

La disminución del porcentaje de cenizas al avanzar la fermentación, se debe a que por el proceso de muerte del embrión con el que se rompen las barreras biológicas se separan las enzimas de sus sustratos, y con el alcohol, el ácido acético y el agua se disuelven materiales, entre los que se encuentran los minerales, que son exudados hacia la testa (Alvarado, Villaces y Zamora, 1983).

COEFICIENTE DE CORRELACION

Con el objetivo de medir el grado de confiabilidad de la prueba de corte con revelador y sin él, se comparó la puntuación de la prueba de corte con los parámetros químicos: pH, porcentaje de cenizas e índice de fermentación mediante una correlación.

Puede observarse en el cuadro IV que tanto el pH como el

CUADRO IV

COEFICIENTE CORRELACION DE LA PRUEBA DE CORTE

PARAMETRO	CORRELACION CON REV.	CORRELACION SIN REV.
pH	-0.76	-0.76
% CENIZAS	-0.98*	-0.98*
INDICE DE FERMENTACION	0.87	0.96

* DESDE SIGNIFICANCIA DEL 5%

porcentaje de cenizas presentan asociación lineal negativa con los resultados de la prueba de corte, es decir a mayor puntuación de las muestras, el pH y porcentaje de cenizas son menores, pero al 95% de confianza es significativa la correlación con el porcentaje de cenizas, y no con el pH.

Con respecto al índice de fermentación existe una asociación lineal positiva del 96 %, es decir, a mayor puntuación mayor es el índice de fermentación, este resultado es el esperado, debido a que entre mayor sea la relación de antocianinas oxidadas a no oxidadas mayor es la fermentación. Sin embargo solamente la correlación entre la puntuación de la prueba de corte sin revelador y el índice de fermentación es significativa al 95% de confianza (Apéndice 4).

La mayor correlación de la prueba de corte se establece con el porcentaje de cenizas, parámetro recomendado por Cubero, E. en 1990 como indicador de la calidad de cacao seco en grano.

V. CONCLUSIONES

1. No existe diferencia significativa entre las puntuaciones de prueba de corte con y sin revelador , con y sin experiencia de los jueces, y entre días de fermentación.
2. Los panelistas clasifican una mayor cantidad de granos de cacao en las categorías correspondientes a color violeta, 3/4 violeta y café.
3. Los jueces con experiencia en prueba de corte clasifican mayor cantidad de granos en la categoría 3/4 violeta, que los jueces sin experiencia, ya sea a los dos, cuatro o seis días de fermentación.
4. Al usar el revelador (HCl-1M), los panelistas clasifican una mayor cantidad de granos en las categorías 3/4 violeta y 3/4 café y disminuyen notablemente la cantidad en la categoría café.
5. La clasificación por categorías de la prueba de corte es representativa del avance de la fermentación, usando o no el revelador y tenga o no experiencia el panel de lectores.
6. Existe correlación significativa entre la puntuación de la prueba de corte con y sin revelador y el contenido de cenizas y entre la puntuación de prueba de corte sin revelador y el índice de fermentación.

VI. RECOMENDACIONES

1. Debido a que al usar el revelador los jueces clasifican una mayor cantidad de granos en las categorías violeta, 3/4 violeta, café, se recomienda estudiar el comportamiento de éstos en pruebas de corte con menos categorías, por ejemplo: café, 2/3 café, 2/3 violeta y violeta.
2. Hacer un seguimiento del movimiento de los granos que se da en la prueba de corte al recibir la aspersion de ácido clorhídrico, para determinar si el cambio en el número de granos por categorías se da de la categoría café a las categorías inferiores, y determinar la procedencia de los granos clasificados por los jueces con experiencia en prueba de corte, en la categoría 3/4 violeta.
3. Efectuar análisis de pH, porcentaje de cenizas e índice de fermentación, así como la prueba de corte durante todos los días de fermentación, para establecer la correlación con un mayor número de muestras.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Alvarado, J. Villacis, F. y Zamora, G. 1983. Efecto de la época de cosecha sobre la composición de cotiledones crudos y fermentados de dos variedades de cacao y fracciones de cascarilla. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 33(2): 337.
2. Brown, H. 1958. Changes observed in cacao due to fermentation and their relation to chocolate flavor. Cocoa Conference (London), 1957. pp. 169-170.
3. Cascante, S. 1984. Determinación de la flora microbiana y algunas variaciones en la fermentación de almendras de cacao (*Theobroma cacao*). Tesis Ing. Agr. San José. 111p.
4. Cochran, W. y Cox, G. 1983. Diseños Experimentales. México: Trillas. 661p
5. Cros, E.; Villeneuve, E. Vincent, J. 1984. Evaluación de los compuestos polifenólicos del cacao durante la fermentación en relación con la calidad. En Conferencia Internacional de Investigaciones en cacao (9, 1984 Lomé, Togo) Actas. Nigeria Cocoa Producers Alliance. p.726-729.
6. Cubero, E. 1990. Indicadores químicos de la calidad del grano seco de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su aplicación. Tesis Tecnología de Alimentos. San José. 172p.
7. Cubillos, Z. 1984. Beneficiario de cacao. Cacaotero colombiano. 28: 13-27.
8. De Witt, K. 1956. Nitrogen metabolism in fermenting cacao. A report in cocoa research, 1955-56, Trinidad. p54.
9. Forsyth, W. 1958. The interation of polyphenols and proteins during cacao curing. J. Sci. Food Agriculture. 9: 181.

- 10.----- 1952. Cacao polyphenols substances. 2. Changes during fermentation. Biochemistry: 51: 516.
11. Forsyth, W. y Quesnel, V. 1957. Cacao glycosidase and colour changes during fermentation. J. Sci Food Agriculture 8: 505.
12. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 1982 .El cacao. San José: 381p.
13. Jiménez, L. 1989. Determinación de la calidad de cacao seco en grano. Conferencia. San José: CITA, 6p.
14. ----- 1992. Determinación de la Calidad de cacao seco fermentado. Reviteca: 1:1.
15. León J. 1968 Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales, IICA, Costa Rica pag. 375-381.
16. López, Alex. 1986. Chemical changes accuromg during the processing of cacao. In Dimick, p. Biotechnology. USA. College of Agriculture of Pennsylvania. State University p 19.
17. Pardo, J. 1988. Herencia de la capacidad de fermentación, peso medio de almendra contenido de testa y porcentaje de grasa en el cacao (*Theobroma cacao* L.). Turrialba. Tesis MSc UCR-CATIE. 170p.
18. Powel, B. 1986. Calidad de las almendras de cacao. Necesidades del fabricante. Cacaotero colombiano. 20: 24.
19. Quesnel, V. 1965. Agents inducing the death of cocoa seeds during fermentation. J. Sci. Food Agriculture. 16: 441
20. ----- 1959. Un índice para la determinación del fin de la etapa de fermentación en el curado del cacao. Materiales de enseñanza de café y cacao. (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Venezuela 1.
21. Ramírez, J. 1988. Estudio de la fermentación del cacao (*Theobroma cacao*) mediante cuatro sistemas de fermentación en cuatro zonas cacaoteras de Costa Rica. Turrialba. Tesis Ing. Agr. 142p.

22. Rodríguez, A. 1987. Estudio sobre la situación actual y potencial de las zonas productoras de cacao en Costa Rica, CIPRONA UCR.
23. Rohan, T. 1964. El beneficio del cacao bruto destinado al mercaco. Roma. FAO, Estudios Agropecuarios. (60): 150 p.
24. Saposniskova, K. 1952. Variaciones en la acidez , en el contenido de sacaridos y en el peso de la semilla durante la fermentación del cacao de venezuela. Agronomía Tropical V. 2(3): 185-195.
25. Shamsuddin, S. y Dimick, P. 1986. Qualitative and quantitative measurement of cacao bean fermentation. In Dimick, P. Biotechnology. USA: College of Agriculture of Pennsylvania State University. 23p.
26. Steel, R. y Torrie, J. 1985. Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2 edición. México: Mc Graw Hill. 622p
27. The Cocoa, Chocolate, and Confectionery Alliance, 1984. Cocoa Beans, 3 edición, Inglaterra, pag 19.
28. Wood, G. 1980. Cocoa. Londres, Inglaterra. Longman Group. 230p.

VIII. APENDICE

APENDICE A
PROMEDIOS DE LA PRUEBA DE CORTE

DATOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA DE CORTE
DOS DIAS SIN REVELADOR

I CORRIIDA

CON EXP.	P	V	V3/4	C1/2	C3/4	C
SUM	0	153.00	97.00	44.00	74.00	94.00
PROM	0	30.60	19.40	8.80	14.80	18.80

SIN EXP.

SUM	10.00	153.00	145.00	94.00	122.00	153.00
PROM	1.43	21.86	20.71	13.43	17.43	21.86

II CORRIIDA

CON EXP

SUM	0.00	169.00	118.00	47.00	51.00	83.00
PROM	0.00	33.80	23.60	9.40	10.20	16.60

SIN EXP

SUM	1.00	220.00	131.00	83.00	91.00	140.00
PROM	0.14	31.43	18.71	11.86	13.00	20.00

III CORRIIDA

CON EXP

SUM	0.00	109.00	114.00	41.00	43.00	90.00
PROM	0.00	21.88	22.80	8.20	8.60	18.00

SIN EXP

SUM	1.00	179.00	141.00	68.00	101.00	175.00
PROM	0.14	25.57	20.14	9.70	14.40	25.00

DATOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA DE CORTE
DOS DIAS CON REVELADOR

I CORRIDA

CON EXP	P	V	V3/4	C1/2	C3/4	C
SUM	3.00	122.00	142.00	51.00	89.00	64.00
PROM	0.60	24.40	28.40	10.20	17.80	12.80

SIN EXP

SUM	6.00	143.00	154.00	93.00	145.00	130.00
PROM	1.17	20.43	22.00	13.28	20.71	18.57

II CORRIDA

CON EXP

SUM	0.00	167.00	118.00	55.00	67.00	59.00
PROM	0.00	33.40	23.60	11.00	13.40	11.80

SIN EXP

SUM	6.00	248.00	119.00	79.00	112.00	108.00
PROM	0.86	35.43	17.00	11.28	16.00	15.43

III CORRIDA

CON EXP

SUM	0.00	97.00	128.00	56.00	38.00	72.00
PROM	0.00	19.40	25.60	11.20	7.60	14.40

SIN EXP

SUM	4.00	186.00	134.00	75.00	139.00	127.00
PROM	0.57	26.57	19.14	10.71	19.66	18.14

DATOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA DE COETE
CUATRO DIAS SIN REVELADOR

I CORRIDA

CON EXP	P	V	V3/4	C1/2	C3/4	C
SUM	1.00	70.00	91.00	74.00	60.00	168.00
PROM	0.20	14.00	18.20	14.80	12.00	33.60

SIN EXP

SUM	15.00	132.00	111.00	89.00	100.00	224.00
PROM	2.14	18.86	15.86	12.71	14.28	32.00

II CORRIDA

CON EXP

SUM	0.00	109.00	101.00	58.00	66.00	122.00
PROM	0.00	21.80	20.20	11.60	13.20	24.50

SIN EXP

SUM	8.00	170.00	104.00	95.00	75.00	221.00
PROM	1.14	24.29	14.85	13.57	10.71	31.57

III CORRIDA

CON EXP

SUM	0.00	78.00	105.00	56.00	65.00	161.00
PROM	0.00	15.60	21.00	11.20	13.00	32.20

SIN EXP

SUM	14.00	143.00	100.00	81.00	85.00	224.00
PROM	2.00	20.43	14.29	11.57	12.14	32.00

DATOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA DE CORTE
CUATRO DIAS CON REVELADOR

I CORREIDA

CON EXP	P	V	V3/4	C1/2	C3/4	C
SUM	1.00	82.00	103.00	70.00	81.00	136.00
PROM	0.20	16.40	20.60	14.00	16.20	27.50

SIN EXP

SUM	17.00	100.00	113.00	107.00	125.00	206.00
PROM	2.43	14.28	16.14	15.28	17.85	29.43

II CORREIDA

CON EXP

SUM	1.00	105.00	127.00	45.00	72.00	118.00
PROM	0.20	21.00	25.40	9.00	14.40	23.60

SIN EXP

SUM	6.00	196.00	107.00	86.00	78.00	201.00
PROM	0.86	28.00	15.28	12.28	11.14	26.71

III CORREIDA

CON EXP

SUM	0.00	87.00	112.00	63.00	55.00	150.00
PROM	0.00	17.40	22.40	12.60	11.00	30.00

SIN EXP

SUM	15.00	150.00	103.00	80.00	120.00	197.00
PROM	2.14	21.43	14.71	11.43	17.14	28.14

DATOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA DE CORTE
SEIS DIAS SIN REVELADOR

I CORRIDA

CON EXP	P	V	V3/4	C1/2	C3/4	C
SUM	5.00	36.00	58.00	74.00	72.00	220.00
PROM	1.00	7.20	11.60	14.80	14.40	44.00

SIN EXP

SUM	19.00	72.00	93.00	81.00	102.00	306.00
PROM	1.86	10.29	13.26	11.57	14.57	43.71

II CORRIDA

CON EXP

SUM	0.00	76.00	63.00	48.00	58.00	234.00
PROM	0.00	15.20	12.60	9.60	11.60	46.80

SIN EXP

SUM	9.00	90.00	83.00	72.00	114.00	314.00
PROM	1.29	12.86	11.86	10.28	16.28	44.86

III CORRIDA

CON EXP

SUM	0.00	55.00	81.00	48.00	47.00	242.00
PROM	0.00	11.00	17.40	9.60	9.40	48.40

SIN EXP

SUM	4.00	121.00	64.00	74.00	106.00	320.00
PROM	0.57	17.29	9.14	10.57	15.14	45.71

DATOS OBTENIDOS EN LA PRUEBA DE CORTE
SEIS DIAS CON REVELADOR

I CORRIDA

CON EXP	P	V	V3/4	C1/2	C3/4	C
SUM	0.00	33.00	101.00	86.00	68.00	175.00
PROM	0.00	6.60	20.20	17.20	13.60	35.00

SIN EXP

SUM	4.00	99.00	98.00	86.00	128.00	260.00
PROM	0.57	14.14	14.00	12.29	18.28	37.14

II CORRIDA

CON EXP

SUM	0.00	75.00	100.00	43.00	69.00	194.00
PROM	0.00	15.00	20.00	8.60	13.80	38.80

SIN EXP

SUM	3.00	96.00	75.00	73.00	130.00	296.00
PROM	0.43	13.71	10.71	10.43	18.57	42.29

III CORRIDA

CON EXP

SUM	0.00	60.00	116.00	41.00	55.00	211.00
PROM	0.00	12.00	23.20	8.20	11.00	42.20

SIN EXP

SUM	0.00	111.00	73.00	69.00	121.00	315.00
PROM	0.00	15.86	10.43	9.86	17.29	45.00

APENDICE B
FORMATO DE ENCUESTA Y PORCENTALES OBTENIDOS

**ENCUESTA SOBRE LA EVALUACIONA DE CALIDAD DEL CACAO SECO EN GRANO
POR MEDIO DE LA PRUEBA DE CORTE (CON Y SIN REVELADOR)**

NOMBRE: _____ LECTOR #: _____

INSTITUCION: _____ EXPERIENCIA EN P.C.: _____

CALIFIQUE DE ACUERDO A LA ESCALA ADJUNTA CADA UNO DE LOS SIGUIENTES ASPECTOS, COMPARANDO CON RESPECTO A LAS MUESTRAS SIN REVELADOR

La Prueba de Corte con revelador es en..	MEJOR	PEOR	IGUAL	COMENTARIOS
RAPIDEZ EN LA LECTURA				
PERCEPCION DEL COLOR				
NIVEL DE AGOTAMIENTO				
FACILIDAD EN CLASIFICACION POR CATEGORIA (EN GENERAL)				
PIZARRA				
VIOLETA				
3/4 VIOLETA				
1/2 CAFE				
3/4 CAFE				
CAFE				
CATUNGO				

DE SU OPINION GENERAL SOBRE EL USO DEL REVELADOR _____

CONSIDERA NECESARIO PERIODOS DE DESCANSO ENTRE DETERMINACIONES? (S) (N)

POR QUE _____

CUADRO V
OPINION DE JUECES CON EXPERIENCIA
PORCENTAJES

	RAPIDEZ	PERCEP.	AGOT.	FACILIDAD
MEJOR*	60	100	60	60
IGUAL*	20	0	20	40
PEOR*	20	0	20	0

* Con respecto a no usar el revelador

CUADRO VI
OPINION DE JUECES SIN EXPERIENCIA
PORCENTAJES

	RAPIDEZ	PERCEP.	AGOT.	FACILIDAD
MEJOR*	89	89	56	89
IGUAL*	11	11	33	11
PEOR*	0	0	11	0

* Con respecto a no usar el revelador