

Calidad del Cacao en Cuatro Zonas Cacaoteras de Costa Rica¹

E. Cubero*, G. Enriquez*, A. Hernández*, I. Rodríguez*

ABSTRACT

Ninety-four samples were collected from four areas of Costa Rica (North, South, Central Pacific and Atlantic zones) during the rainy season and 72 during the dry season. Three analyses were used to determine the fermentation of these samples, all of which were produced by cocoa planters. The results were compared with established values obtained in previous research. Additionally, five other five analyses were used to complement the information. The results showed that the Central Pacific zone was the area where cocoa had the highest fermentation percentage. This area had only recently begun producing cocoa; therefore, the cocoa planters were using improved fermentation techniques. The South zone showed the poorest quality of cocoa, due to the use of plastic bags to drain the pulp from the seeds before drying. Some large cocoa planters and cooperatives had adequate methods of fermentation, and produced cocoa of excellent quality; however, such planters represented only 12% of the total of evaluated production.

INTRODUCCION

La recolección de las mazorcas se realiza durante todo el año conforme alcanzan su madurez. No obstante, se pueden diferenciar épocas de cosecha baja y alta. Los máximos anuales de producción de las áreas cacaoteras del país tienden a ser muy semejantes en el tiempo. Así, una distribución muy parecida, que depende de las condiciones normales de precipitación, es la que se muestra en la Figura 1 (15).

El cultivo del cacao ha representado para Costa Rica una de las principales actividades agropecuarias, tanto por la extensión sembrada, estructura de tenencia de la tierra y su generación de empleo, como por ser una fuente generadora de divisas. Sin embargo, esta actividad se ha visto afectada por una serie de problemas, especialmente a partir de 1979 con la aparición de la moniliasis (enfermedad del fruto causada por *Moniliophthora roreri*), que provocó una fuerte

COMPENDIO

Se recolectaron 94 muestras de cuatro zonas de Costa Rica: Norte, Sur, Atlántica y Pacífico Central, en época lluviosa, y 72 muestras de las mismas zonas en época seca. Se les aplicaron tres análisis químicos y se compararon con valores establecidos en un estudio para conocer su grado de fermentación. Además, para complementar la información, se practicaron otros cinco análisis menos reveladores. Se encontró que la zona del Pacífico Central presentaba el cacao con más alto porcentaje de fermentación. En esa zona, la producción de cacao se está iniciando por lo que se adoptaron algunos métodos recomendados para la fermentación. La zona Sur fue la que mostró la calidad o fermentación más pobre, lo cual se interpreta como consecuencia del uso generalizado de "sacos" (bolsas) para escurrir el cacao, y permitir que la pulpa se desintegre, de manera que no interfiera en el proceso de secado. Algunas cooperativas y productores de fincas grandes poseen métodos adecuados para fermentar el cacao y obtienen una calidad buena; sin embargo, representan únicamente un 12% del total de la producción evaluada.

contracción y un impacto socioeconómico relevante en detrimento del área principal de producción (litoral del Atlántico). A partir de entonces, el país ha realizado una serie de esfuerzos para recuperar esta actividad, los cuales, no obstante, han carecido de coordinación y dirección responsable. Los productores de cacao, en su mayoría, realizan el proceso de fermentación en forma deficiente e incluso no lo llevan a cabo.

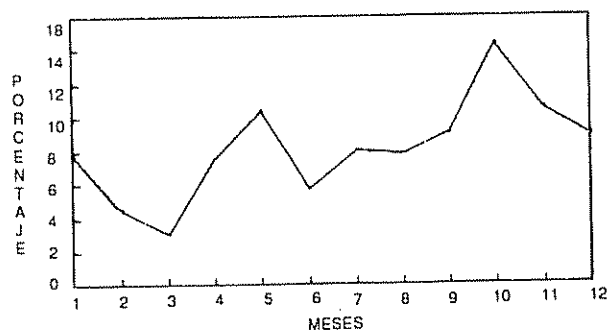


Fig. 1. Porcentaje de la producción anual de cacao seco en grano, en Costa Rica. Los valores corresponden al promedio obtenido para diez años de seguimiento de la producción.

¹ Recibido para publicación el 7 de setiembre de 1990

* Centro de Investigación en Productos Naturales (CIPRONA), Universidad de Costa Rica

Por lo general, el cacao, una vez recolectado, puede seguir diferentes rutas:

- Algunos productores lo venden húmedo a un intermediario a precios bastante bajos.
- Otros agricultores hacen uso del secado solar sin una fermentación previa.
- Muchos productores, a pesar de que cuentan con instalaciones, llevan a cabo el fermentado, secado y almacenamiento del cacao de manera rudimentaria e irregular, porque carecen de las técnicas básicas para la obtención de un producto de buena calidad para el mercado (17).
- Unos pocos practican un buen proceso de fermentación y de secado.

Para mejorar esta situación, no sólo se requieren programas para el beneficiado correcto, sino también parámetros confiables para medir el progreso. Por lo tanto es importante contar con los métodos adecuados para evaluar la calidad del grano que producen los agricultores en el país.

El objetivo de este estudio fue evaluar las zonas productoras de cacao y la calidad del grano, con base en el grado de fermentación.

MATERIALES Y METODOS

Se tomaron muestras de cuatro zonas del país en dos épocas de cosecha diferentes: lluviosa y seca, las cuales coinciden, respectivamente, con la mayor y menor producción de cacao durante el año. La escogencia se basó de acuerdo con lo indicado en la Figura 1. En cada época se recolectaron muestras del intermediario o, en su defecto, del productor. El recorrido fue el siguiente:

- Zona Atlántica: Guácimo, San Isidro, Herediana, Siquirres, 28 Millas, La Lola, Matina, Limón centro, Valle de la Estrella, Peshurst, Cahuita, Puerto Viejo, Bri Bri, Bambú, Suretka, Shiroles, Amubri.
- Zona Norte: La Victoria, Horquetas, Finca Experimental de la Universidad de Costa Rica (UCR) y Finca Agua en Río Frío, Coopesancarlos, Ciudad Quesada, San Rafael de Guatuso, Upala, Chachagua, Venecia, Montealegre de Cutris, Paso Real de Cutris, Molino de la Vega, San Isidro de Peñas Blancas, Pavón de Los Chiles, Valle Azul,

Veracruz, Moravia de Cutri, Platanar, La Gloria, La Fortuna, La Palmera y Santa Rita de Río Cuarto.

- Zona Sur: San Isidro del General, Palmares de San Isidro, Palmar Norte, Río Claro, Golfito, Ciudad Neilly, Corredores, Laurel, Bella Luz de La Vaca, Río Claro, Coopalca del Sur, Coopalsur, Coopropalca.
- Zona Pacífico Central: Mastatal y Zapatón de Puriscal, Parrita, Coopefruta en Villa Nueva de Quepos, Coopesilencio en Dominical, Hatillo Viejo, cerca de Dominical.

La toma de las muestras de cacao, correspondiente a la época lluviosa (cosecha principal), se realizó en la última quincena de octubre y la primera de noviembre de 1988. Se recogieron 94 muestras. La siguiente recolección se hizo en la primera quincena del mes de abril de 1989 (época seca). Se recorrieron los mismos lugares; sin embargo, en esta época la producción disminuye y no fue posible obtener muestras de algunos lugares, pero sí de sitios donde anteriormente esto no se logró. En total se recogieron 72 muestras.

Se extrajeron muestras de 1 kg de la totalidad de los sacos encontrados en cada local y cada una fue tomada de diferentes partes del saco. Si el número de sacos era mayor de diez, se tomaba una segunda muestra.

Se realizó una encuesta entre los intermediarios y agricultores, con el fin de identificar correctamente las muestras y conocer el tratamiento poscosecha que recibieron.

El diseño estadístico aplicado fue un factorial de 4 x 2, donde los factores por evaluar fueron: zona productora con cuatro niveles y época del año con dos niveles.

Las muestras de la época lluviosa y las de la época seca se analizaron para determinar el contenido de humedad (9), el pH (2), el porcentaje de ceniza (11) y las antocianinas (6): estos últimos tres análisis fueron los indicadores del grado de fermentación. Todos los resultados se indican en base seca.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se observa que el análisis de pH sufrió variaciones más pronunciadas entre los lugares, que en relación con las épocas evaluadas, mientras que las antocianinas y el porcentaje de ceniza estuvieron mayormente afectados por la época que por la zona.

Cuadro 1. Valores promedio de pH, porcentaje de ceniza y antocianinas, correspondientes a cacao híbrido (*Theobroma cacao*) en cuatro zonas cacaoteras, en dos épocas diferentes de cosecha.

ZONAS	EPOCA		Media zona
	Lluviosa	Seca	
Atlántica	5.94 b	6.26 a	6.10 A
Norte	5.92 bc	5.85 b	5.89 B
Sur	6.10 a	5.74 bc	5.93 B
Pacífico Central	5.72 c	5.48 c	5.60 C
Media época	5.92 A	5.83 A	

ZONAS	CENIZA (%)		Media zona
	Lluviosa	Seca	
Atlántica	2.84 c	3.28 b	3.06 B
Norte	2.84 c	3.33 b	3.09 B
Sur	2.79 c	3.61 a	3.20 A
Pacífico Central	2.88 c	3.28 b	3.08 B
Media época	2.84 B	3.37 A	

ZONAS	ANTOCIANINAS (abs)		Media zona
	Lluviosa	Seca	
Atlántica	1.159 c	2.586 a	1.872 A
Norte	0.782 dc	1.766 b	1.274 B
Sur	1.054 dc	1.710 b	1.382 B
Pacífico Central	0.442 c	0.827 c	0.634 C
Media época	0.859 B	1.722 A	

Promedios con la misma letra entre columnas o hileras no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan (P<0.05).

Análisis de pH

Hubo diferencias significativas estadísticas de pH entre las zonas (Cuadro 1 y Fig. 2), lo cual era de esperarse, ya que el pH está relacionado con el tratamiento que se le brinde al cacao y el lugar donde se encuentre el árbol afecta el grado de acidez. Así, por ejemplo, una sombra escasa sobre el árbol provoca que se desarrolló 60% más de acidez libre total que en árboles jóvenes con sombra media o excesiva (7, 12). Además, el grado de madurez con que se recolectaron las mazorcas puede afectar el proceso de fermentación, y esta pudo controlarse en los agricultores estudiados. Si la mazorca se recolecta sin estar madura, la pulpa tendrá un contenido más bajo de azúcares, lo cual provocará menor generación de ácido, por lo que la fermentación será más lenta.

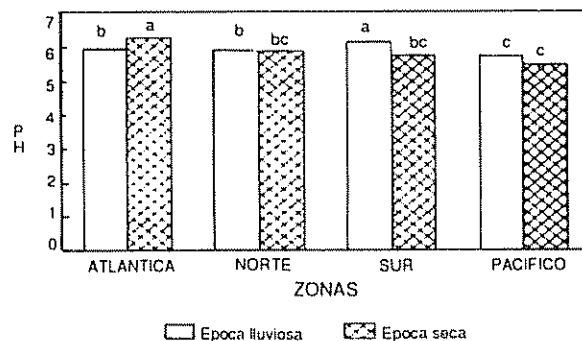


Fig. 2. Resultados del análisis de pH practicado a cacao de cuatro zonas de Costa Rica en dos épocas del año

En la Zona Atlántica, el cacao presentó el pH más alto y en el Pacífico Central el más bajo de acuerdo con los promedios totales. Evaluando este comportamiento en cada una de las épocas, se determinó que en la época lluviosa el pH más alto era del cacao de la Zona Sur, le siguieron los de las zonas Atlántica y Norte, entre las que no hubo diferencias estadísticas significativas, y finalmente el de la zona del Pacífico Central. En la época seca, el cacao de la Zona Atlántica fue el que mostró el pH más alto, le siguieron el de las zonas Norte y Sur (entre las que no hubo diferencias estadísticas significativas) y finalmente el de la zona del Pacífico Central (Cuadro 1 y Fig. 2). Únicamente las muestras del Pacífico Central en ambas épocas y las de la Zona Sur en época seca indicaron que estaban bien fermentadas, de acuerdo con el Cuadro 2.

Cuadro 2. Valores asignados a cada análisis de acuerdo con el grado de fermentación, aplicados al cacao en grano seco (*Theobroma cacao*), para conocer su calidad.

Análisis	Bien fermentado	Mal fermentado	Sin fermentar
Peso seco (g)	1.043 - 1.689		0.902 - 1.1546
Ceniza (%)	< 3.40		> 3.40
pH	4.95 - 5.75	5.75 - 6.55	6.55 - 7.05
Acidez total (ml NaOH 0.1 M/g)	6.06 - 2.56	2.56 - 2.21	2.21 - 1.14
Nitrógeno total (%)	< 2.02		> 2.02
Nitrógeno soluble (%)	1.12 - 0.21		1.55 - 0.42
Grasa (%)	44.96 - 61.45		50.03 - 58.08
Polifenoles totales	< 3.00		> 3.00
Taninos	< 3.36		> 3.36
Antocianina (absorbancia)	0.057 - 0.244	0.244 - 0.794	0.794 - 2.564

Los resultados se calcularon en base seca, excepto el análisis de antocianinas y pH

Según la información recopilada por medio de las encuestas, la Zona Pacífico Central es un lugar donde los agricultores, por trabajar con un producto nuevo para ellos, están aprendiendo a manejarlo adecuadamente y usan algunos métodos de fermentación, lo que justifica que sea la única zona con un pH bajo dentro del límite aceptado como bien fermentado de acuerdo con el Cuadro 2. En las zonas Atlántica y Sur, antes de la aparición de la monilia en 1979, se escurría el cacao en sacos y era suficiente para lograr un cacao de sabor aceptable, pues se cultivaba un cacao acriollado; sin embargo, después de 1979 se introdujo al país un híbrido con un cruce forastero para lograr resistencia a las enfermedades y mayor productividad, el cual requiere por lo menos cinco días para fermentarse, si se usa un buen sistema. Los cacaoteros pequeños, que son la mayoría (17), no integraron estos cambios al manejo poscosecha y por tradición siguen usando el método de sacos. Estas zonas, por lo tanto, fueron las más problemáticas en cuanto al tratamiento poscosecha dado al cacao. Muy pocos productores utilizaron buenos sistemas de fermentación como fue el caso de Coopesancarlos, Coopalca del Sur, de algunos agricultores independientes en San Isidro del General, Quepos, Upala y Pejibaye de Turrialba.

No se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los materiales de las dos épocas de cosecha, de acuerdo con los promedios totales; sin embargo, al analizar cada zona se observó que en la Zona Atlántica el cacao tenía un pH más alto y en la Zona Sur, uno más bajo durante la época seca (Cuadro 1 y Fig. 2). Aunque se esperaba mayor acidez durante la época lluviosa en el grano de todas las zonas, ya que la pulpa está más húmeda y permite que la fermentación dure los días requeridos para obtener una buena calidad; al contrario, una pulpa seca al cabo de tres días no se puede fermentar más, pues ya no hay humedad y los granos se empiezan a pegar entre sí.

En la Zona Atlántica, como se esperaba, el pH fue mayor en el cacao de la época seca; sin embargo, no hubo diferencia en la precipitación entre las dos épocas, por lo que tampoco existió en la medición de pH. La explicación puede enfocarse desde la cantidad de masa por fermentar; puesto que, según los agricultores, durante el período de enero a abril la cantidad de cacao cosechado disminuye (Fig. 1), lo cual puede condicionar al productor a no escurrir el cacao y mucho menos a fermentarlo correctamente. Pequeñas cantidades de cacao no se pueden fermentar (18), pues al colocar poca masa de cacao en los sacos, en montones o en cajas para

fermentarlo, no ocurre el aumento necesario de temperatura, por lo que no se producen los cambios deseados dentro del cotiledón. Si el agricultor cosecha poco cacao en baba, no lo va a escurrir sino que lo lava y lo seca, de acuerdo con las encuestas realizadas.

Probablemente, en las otras dos zonas Norte y Pacífico Central, no hubo diferencias en el pH del cacao entre las dos épocas del año, debido a que los dos efectos se compensan. En la época lluviosa hubo más pulpa, pero la temperatura de fermentación fue más baja; mientras que en época seca se tuvo menos pulpa, aunque la temperatura ambiente fue mayor. Además, el procedimiento utilizado para la fermentación en estas zonas es más eficiente y se aplica con mayor regularidad que en los otros dos lugares.

Porcentaje de ceniza

Se presentaron pocas variaciones en el cacao en cuanto al contenido de cenizas, al comparar los promedios totales de las cuatro zonas (Cuadro 1); únicamente la Zona Sur mostró mayor porcentaje de cenizas. Al evaluar las zonas, en cada una de las épocas, se observa en el Cuadro 1 y en la Figura 3 que, en la época seca, el cacao de la Zona Sur contiene mayor cantidad de cenizas que el de las otras tres zonas, mientras que en la época lluviosa no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las cuatro zonas. Se esperaba que hubiera pocas diferencias entre los materiales de las zonas, dado que la exudación de las cenizas se puede ver afectada solo de dos maneras: primero, por la temperatura de fermentación, que depende de la cantidad de masa que se fermente, del sistema empleado y de la altitud de la zona; segundo, por la humedad del medio. Las cuatro zonas tienen cacao con una humedad semejante, ya sea de época lluviosa o seca; el escurrido es el método que se practica con mayor frecuencia y como están a una misma altitud sobre el nivel del mar, los cambios sufridos en el cotiledón fueron similares en ellas. La Zona Sur fue la única que presentó cacao diferente, y no se dio una explicación satisfactoria; podría pensarse que el tipo de suelo y clima influyen en ello, pero no se pudo comprobar esta hipótesis.

Existe una contradicción en la Zona Sur durante la época seca, pues el pH indicó cacao bien fermentado, pero las cenizas señalaron que no recibió ningún proceso de fermentación. La explicación es que la humedad de la pulpa influye de dos formas sobre el proceso: por ser la pulpa más seca permite que el aire circule libre-

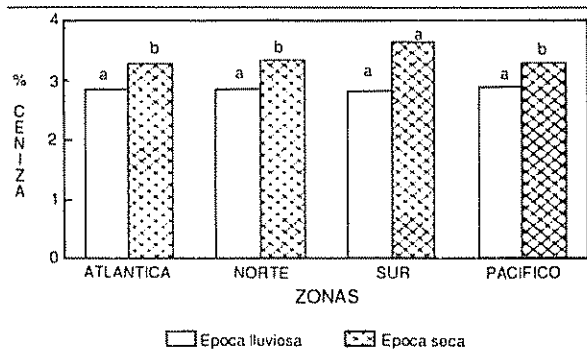


Fig. 3. Resultados del porcentaje de ceniza practicado a cacao de cuatro zonas de Costa Rica en dos épocas.

mente entre los granos, eso favorece la oxidación de etanol a ácido acético (13), sin embargo, la escasez de líquido impide la migración de las cenizas.

Al comparar las épocas, se encontró durante la seca mayor cantidad de cenizas que en la lluviosa; este fue el comportamiento del cacao en las cuatro zonas. A pesar de que Alvarado, Villacís y Zamora (1) no encontraron diferencias estadísticas significativas en el contenido de cenizas durante los meses que analizaron; Quesnel (14), sin embargo, indicó que la fase anaeróbica es más larga en la estación húmeda, lo cual provoca que haya mayor exudación de sustancias solubles.

De las muestras de la época lluviosa las de la Zona Sur fueron las únicas que indicaron que no hubo fermentación, las demás se encontraron en el ámbito de cenizas para cacao bien fermentado; mientras que en la época seca, todas las zonas presentaron valores de ceniza para cacao no fermentado (Cuadro 2).

El agricultor, durante la época lluviosa, debe escurrir el cacao en bolsas de polietileno, cuando no aplica un método adecuado de fermentación (gavetas Rohan, montones, cajones, otros), para remover la pulpa antes de secar el cacao; de otra manera, la pulpa impide alcanzar un porcentaje de humedad bajo durante la etapa de secado solar. En época seca, poca pulpa rodea a la semilla y, además, la cosecha de mazorcas es baja, lo que provoca que no el escurrido sea menor de tres días y, en algunos casos, ni siquiera se hace; así, la exudación de cenizas es poca o nula. Además, si en ambos periodos se aplica el escurrido, la baja humedad afecta negativamente el proceso, pues en condiciones secas, disminuyen los procesos microbiológicos y bioquímicos de la cura, y el movimiento de sustratos, enzimas y de compuestos que se exudan es menor (8).

Contenido de antocianinas

La mayor cantidad de antocianinas se encontró en el cacao de la Zona Atlántica, le siguieron en magnitud el de las zonas Norte y Sur, y finalmente, el del Pacífico Central (Cuadro 1); de acuerdo con los promedios totales, se mantuvo la tendencia antes descrita tanto en la época seca como en la lluviosa (Fig. 4).

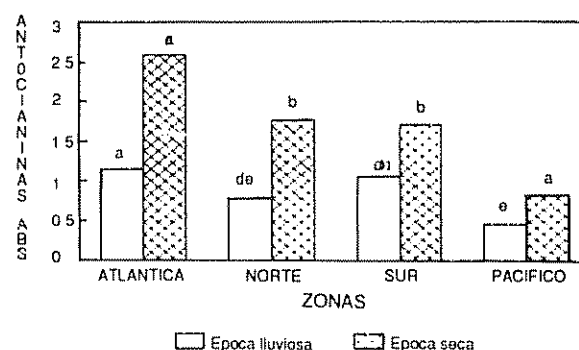


Fig. 4. Resultados del análisis de antocianina practicado a cacao de cuatro zonas de Costa Rica en dos épocas.

En relación con el Cuadro 2, los valores para el Pacífico Central y la Zona Norte, durante la época lluviosa, se encontraron dentro del ámbito de cacao mal fermentado, y las otras zonas, en el del cacao sin fermentar. Eso se debió a que los productores del Pacífico Central usaron mejores sistemas de fermentación, con lo que se confirma lo expuesto por Vargas y Soto (17), quienes señalan que los agricultores, en su mayoría, utilizan el método de bolsas de polietileno para darle tratamiento poscosecha al cacao, con el cual se impide que ocurran todas las reacciones enzimáticas y oxidativas deseables para obtener un cacao de buen sabor.

El cacao de las cuatro zonas estudiadas presentó, durante la época seca, mayor cantidad de antocianinas que en la lluviosa (Fig. 4); porque la poca humedad en la estación seca, tanto en la pulpa como dentro del cotiledón, retardó las reacciones bioquímicas (8, 13, 16). Además, en época seca muchos agricultores no colocan el cacao en las bolsas, ya sea porque se recolecta muy poco, o porque la pulpa está tan seca, que, si lo hacen, corren el riesgo de no secar bien el cacao, ya que los granos se aglomeran en una pulpa poco húmeda, pero azucarada. En época lluviosa, el cacao presentó menos pigmentos, aunque no valores suficientemente bajos como para considerarlos mal o bien fermentados de acuerdo con el Cuadro 2, puesto que los productores,

en su mayoría, colocan el cacao en bolsas de polietileno por tres días, sin removerlo, para destruir la pulpa. En esos tres días, apenas se le da tiempo para que muera el embrión y cuando las enzimas están empezando a actuar sobre el sustrato, se detiene el proceso, por lo que no se logra la hidrólisis total de los pigmentos.

Otros análisis

En el Cuadro 3 se encuentran los resultados para los análisis de acidez total, porcentaje de grasa, de polifenoles totales y humedad, y peso seco del grano de cacao, para muestras recolectadas en época lluviosa. Al comparar estos valores en promedio con los valores es-

Cuadro 3. Acidez total, porcentaje de polifenoles totales y grasa y peso seco correspondientes a cacao recolectado en cuatro zonas de Costa Rica (1989)

Zona	Acidez total	Polifenoles totales	Grasa seco	Peso
Atlántica	4.22	15.33	53.57	1.16
Norte	4.16	12.81	52.83	1.14
Sur	3.62	14.54	53.42	1.14
Pacífico	5.44	12.81	54.42	1.18

tablecidos en el Cuadro 2, se observa que las cuatro zonas presentaron una acidez total correspondiente a cacao bien fermentado, entre 2.56 y 6.06; sin embargo, el porcentaje de polifenoles totales mostró valores para cacao sin fermentar. Esta contradicción se explica por los métodos utilizados por los agricultores para fermentar el cacao, donde el más común es el de bolsas de polietileno; este procedimiento permite que una gran cantidad de ácido se genere sin que la temperatura del sistema se eleve mucho, por lo que no hay muerte del embrión dentro de las primeras 48 h de fermentación, de manera que cuando los agricultores secan el cacao, las enzimas no han podido actuar sobre los polifenoles.

Estos análisis no coinciden con las tendencias del análisis de pH y de antocianinas; sin embargo —ya se mencionó— son los que logran separar mejor el cacao fermentado de aquel sin fermentar; por lo tanto, los resultados obtenidos de ellos son más confiables.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

— El cacao de la Zona Sur presenta una calidad inferior en comparación con las otras zonas. El

Pacífico Central es la zona que produce un cacao de mejor calidad, aunque requiere mejorar sus sistemas de fermentación.

- La época de fermentación influye directamente sobre la calidad del grano. Durante la época lluviosa se produce cacao de mejor calidad, en términos de porcentaje de ceniza y antocianinas, que durante la temporada seca.
- Un 12% de la producción evaluada presenta un cacao bien fermentado y corresponde al beneficiado por algunos productores y cooperativas en forma aislada que usan sistemas de fermentación adecuados.
- Se recomienda realizar un estudio con el fin de mejorar las condiciones de la fermentación durante la época seca, para que los granos se puedan fermentar cinco días sin que se aglomeren.
- Se sugiere que los agricultores se asocien y establezcan sistemas adecuados de fermentación, que, de otra forma, no podrían conseguir; además, la masa por fermentar sería mayor con lo que se favorecería la temperatura del proceso.

LITERATURA CITADA

1. ALVARADO, J.; VILLACIS, F.; 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): 337-355
2. ANALYTICAL METHODS OF AOAC 1984. 14 ed S Williams (Ed.) EE.UU., AOAC. p 187, 199.
3. BAREL, M. 1987. Délai d'écabossage: Influence sur les rendements et la qualité du cacao marchand et du cacao torréfié. Café, Cacao, Thé 31(2):141-150.
4. CROS, E.; ROULY, M.; VILLENEUVE, F.; VINCENT, J. 1982. Recherche d'indice de fermentation du cacao II. Estimation de la matière colorante rouge des fèves de cacao. Café, Cacao, Thé 26(2):115-121
5. CROS, E.; VILLENEUVE, F.; VINCENT, J.C. 1982. Recherche d'indice de fermentation du cacao: Evolution des tanins et des phénols totaux de la fève. Café, Cacao, Thé 26(2):109-114.
6. CHASSEVENT, F.; D'ORNANO, M. 1966. La détermination photométrique des pigments du cacao: Essais de la méthode internationale de l'OICC et de quelques variantes. Café, Cacao, Thé 10(3):243-266.

7. CHICK, W.; MAINSTONE, B.; WAI, S. 1981. Mitigation of cocoa acidity in peninsular Malaysia. In Cocoa Producer's Alliance. International Cocoa Research Conference. (8., Col.) p.759-764.
8. DE WITT, K. 1956. Nitrogen metabolism in fermenting cacao: A report in cocoa research, 1955-56. Tri. p. 54-57.
9. ECUADOR. 1975. Cacao en grano: Determinación de humedad Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Normalización. 3 p.
10. EDGE, N.E.; OWOLABI, C.A. 1972. Quality of Nigerian commercial cocoa beans. Turrialba 22(2):150-155.
11. LEES, R. 1969. Manual de análisis de alimentos. Zaragoza, Acribia. 231 p.
12. LEHRMAN, D.; PATTERSON, G. 1983. Cocoa fermentation. Biotechnology 5:529-575.
13. LOPEZ, A. 1984. Limitação da "prova de corte" no controle de qualidade do cacau comercial. Revista Theobroma 14(3):199-207.
14. QUESNEL, V. 1971. Química y tecnología de la cura del cacao. Boletín informativo (Ven.) 8(2):17.
15. RAMIREZ, J.M. 1988. Comportamiento de la producción de cacao en Costa Rica, a través del año. Costa Rican Cocoa Products. Comunicación personal.
16. ROHAN, T. 1964. El beneficio del cacao bruto destinado al mercado. Roma, FAO. Estudios Agropecuarios 60:150.
17. SOTO, J.; VARGAS, V. 1989. Investigación de métodos de fermentación de cacao (*Theobroma cacao* L.) para pequeños agricultores en seis localidades de Costa Rica. Tesis de Ing. Agronómica. Turrialba, Universidad de Costa Rica. 80 p.
18. VARGAS, J. 1988. Comparación de la fermentación de pequeñas cantidades (25, 37,5 y 50 g) de cacao (*Theobroma cacao*) en tres diferentes altitudes de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Turrialba, Universidad de Costa Rica. 102 p.