

**EFFECTO DE LA EPOCA DE COSECHA SOBRE LA  
COMPOSICION DE COTILEDONES CRUDOS Y  
FERMENTADOS DE DOS VARIEDADES DE CACAO Y  
FRACCIONES DE CASCARILLA**

*Juan de Dios Alvarado<sup>1</sup>, Fernando E. Villacís<sup>2</sup> y Gino F. Zamora<sup>2</sup>*

**Escuela de Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica  
de Ambato, Ambato, Ecuador**

**RESUMEN**

Durante el período comprendido de agosto de 1979 a enero de 1980 se llevó a cabo el análisis mensual de muestras de cacao crudo y fermentado de dos variedades: *Arriba*, procedente de una finca de la zona de Quevedo, y *EET-19*, desarrollada en Pichilingüe por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP).

A partir de las mazorcas se determinó el peso de las partes principales, que fueron mayores en la *EET-19*. Se estableció la composición proximal de los cotiledones, observándose diferencias estadísticamente significativas en cuanto al contenido de humedad, proteína y extracto etéreo en función del mes de cosecha. Con respecto al proceso de fermentación, hubo diferencias en el contenido de humedad, extracto etéreo y cenizas; en cambio, entre variedades se constataron diferencias en el contenido de extracto etéreo y cenizas.

---

Manuscrito modificado recibido: 30-9-81.

1 Escuela de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, Casilla 916, Ambato, Ecuador.

2 Ingenieros en Alimentos, Casillas 455 y 903, respectivamente, Ambato, Ecuador.

zas. La grasa extraída de los cotiledones acusó diferencias en los valores de índice de yodo, índice de saponificación e índice de acidez entre las muestras crudas y fermentadas, pero no así entre variedades; en lo referente al mes de cosecha, se observaron diferencias en los valores de índice de acidez. Se informa la composición porcentual de ácidos grasos principales (palmítico, esteárico, oleico y linoleico).

Con el propósito de sugerir posibles usos industriales de la cascarilla de cacao —actual desecho de las plantas de semielaborados— se determinaron las características químicas en cinco fracciones, a partir del funcionamiento de la descascarilladora. El contenido de humedad, proteína, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda, teobromina y cafeína varió entre las fracciones, y fue dependiente del contenido de almendras rotas. En cuanto a los diferentes meses de producción, hubo diferencias en el contenido de proteína, extracto etéreo y cenizas. Evidentemente, el alto contenido de grasa en la fracción A (polvillo) y B (triturado fino) que fluctuó entre 30 y 11 g/100 g, amerita su extracción; la torta remanente posee un contenido apreciable de proteína y alcaloides. Las características químicas de la grasa extraída de dos fracciones de cascarilla fueron similares a las de la extraída de los cotiledones.

## INTRODUCCION

Existe escasa información relativa a la composición química de las variedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) *Arriba* y *EET-19*, a pesar que el cacao forastero *Arriba* está clasificado entre los de buen sabor y propiedades aromáticas que lo hacen muy cotizado en el mercado internacional (1).

La recolección de mazorcas de cacao se realiza durante todo el año conforme alcanzan su madurez. Sin embargo, no existen datos que permitan establecer la variación en los constituyentes principales con relación a la época de cosecha.

En los sitios de recolección se efectúa el proceso conocido como "beneficio"; que consiste en partir la mazorca y extraer las semillas con la testa y la pulpa. Luego se someten a un proceso de fermentación y secado por dos o tres días, al medio ambiente, en capas de 5 a 10 cm de espesor que un operario remueve periódicamente con los pies.

Según Braudeau (2), en la fermentación se elimina la pulpa mucilaginosa; 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. Roelofsen (3), señala varios estudios realizados en lo que a los cambios que

ocurren durante este proceso se refiere, pues determina el sabor y aroma de la cocoa y chocolate a obtener.

Luego de la fermentación, los cotiledones se utilizan en la obtención de semielaborados: licor o pasta de cacao, torta y/o polvo de cacao y manteca de cacao; a partir de éstos, los chocolates elaborados. En todos los casos el grano se limpia y tuesta, y luego se separa la cascarilla de las almendras o "nibs" en máquinas conocidas como descascarilladoras. Seguidamente el proceso continúa según el producto que se desee obtener.

Autores como Knapp y Churchman (4), dan cuenta de la composición de la cascarilla en forma global; sin embargo, en las plantas industriales se obtienen diversas fracciones de cascarilla—según el funcionamiento de la máquina— y son consideradas como desechos. El conocimiento de la composición de las diferentes fracciones permitirá sugerir alternativas para una mejor utilización de los componentes.

La manteca de cacao es un producto de valor comercial apreciable por sus propiedades físicas y químicas, notificadas por Minifie (5) y otros autores. Según Kirk y Othmer (6), durante la tostación muchas celdillas de la superficie de la almendra estallan y esparcen algo de manteca de cacao sobre la cáscara. También es de esperar un aumento en el contenido de manteca en la cascarilla debido a la presencia de pedazos de almendras. Conviene conocer este cambio y posibles modificaciones antes de su utilización.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron muestras de mazorcas de cacao, variedad *Arriba* y *EET-19*, de plantaciones cercanas a la población de Quevedo, situada a una altura de 54 metros sobre el nivel del mar. Las muestras fueron recolectadas mensualmente en el período comprendido entre agosto de 1979 y enero de 1980. El grado de madurez se estableció según las características físicas.

En el caso de la variedad *Arriba* la fermentación se realizó en la finca conforme el proceso tradicional ya señalado, y en el caso de la variedad *EET-19*, la fermentación se llevó a cabo en la Estación Experimental Pichilingüe, la cual se encuentra a 66 metros sobre el nivel del mar.

Las muestras de cascarilla fueron obtenidas mensualmente durante el mismo lapso en una planta industrial de semielaborados.

Se establecieron las siguientes fracciones según las diferentes secciones de la descascarilladora y considerando el incremento en tamaño de partícula: (a) polvillo, que corresponde al 6.70/o del total; (b) triturado fino, que corresponde al 6.80/o del total; (c) triturado, que corresponde al 15.90/o del total; (d) mezcla de fracciones anteriores, que corresponde al 29.40/o del total, y (e) cascarilla propiamente dicha con partículas de mayor tamaño, que corresponde al 70.60/o del total.

El análisis químico proximal de todas las muestras se llevó a cabo utilizando los métodos indicados en las Normas para Cacao del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) y los métodos oficiales de la AOAC (7).

Para determinar los valores de índice de yodo, índice de saponificación e índice de acidez en la grasa obtenida de los cacaos crudo y fermentado y fracciones de cascarilla, se aplicaron los métodos indicados en las Normas de INEN. El punto de goteo se registró en un equipo marca Mettler FP 53 según la técnica de Ubelhode indicada por los fabricantes para un ascenso de temperatura de 0.20C/min.

La determinación de ácidos grasos en muestras previamente esterificadas fue realizada por cromatografía de gas mediante su comparación con estándares en las siguientes condiciones: temperatura de columna, 1800C, temperatura del inyector, 1850C; temperatura del detector, 2050C; presión de entrada de gas nitrógeno 26 p.s.i., columna de cobre empacada de Chromosorb W 60/80 recubierto de fase estacionaria mixta formada por DEGS, y FFAP al 150/o en relación 2:1.

El contenido de teobromina y cafeína en las fracciones de cascarilla se estableció según el método gravimétrico de Ceriotti (8). La determinación de pH se efectuó en un potenciómetro Beckman, con una relación cascarilla-agua de 1:10.

El efecto del mes de cosecha y la variedad con respecto al peso de mazorca y peso de semilla sin mucílago y germen se determinó mediante un análisis de varianza con dos criterios de clasificación y dos o más observaciones por celda de doble entrada. En los cotiledones de cacao, se aplicó un análisis de varianza con tres criterios de clasificación, para establecer el efecto de las variantes: variedad, proceso de fermentación y mes de cosecha sobre los valores de composición proximal y valores analíticos de la grasa. El efecto de las variantes mes de producción y fracciones de cascarilla sobre los valores de composición proximal, teobromina, cafeína y pH en los desechos se determinó utilizando un análisis de

varianza con dos criterios de clasificación. En todos los casos se emplearon las técnicas de análisis de varianza descritas por Romo (9).

### RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se indica el peso en gramos de las partes principales de cacao variedad *Arriba* y el número de semillas por mazorca, en diferentes meses de cosecha, observándose que el peso disminuyó considerablemente en diciembre en las partes consideradas. Las mismas determinaciones para la variedad *EET-19*, se consignan en la Tabla 2, y se aprecia que el peso de la mazorca fue mayor en el mes de octubre y disminuyó en diciembre.

No fue posible establecer en ninguna de las dos variedades, mediante correlación simple, un grado de asociación estadísticamente significativo ( $P < 0.05$ ), entre el peso de mazorca y el peso de semillas con mucílago y germen, ni entre el peso de mazorca y el peso de semillas sin mucílago y germen.

Los pesos determinados en la mazorca y las semillas sin mucílago y germen de la variedad *EET-19* fueron superiores a los de la variedad *Arriba*, existiendo diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) debidas a la variedad y al mes de cosecha.

La composición proximal de los cotiledones y valores analíticos de la grasa extraída, en muestras de cacao crudo y fermentado, cosechadas en meses diferentes de la variedad *Arriba* se detalla en la Tabla 3. Iguales determinaciones se notifican en la Tabla 4 para el cacao, variedad *EET-19*.

Según se observa, los valores de composición proximal son semejantes a los informados para muestras de cacao africano por Kirk y Othmer (6), y a los recopilados por Allerton (1) para la variedad *Arriba*, excepto el contenido de fibra cruda y humedad.

Con respecto al contenido de humedad, se establecieron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) debidas al proceso de fermentación, y explicables por el secado que se realiza. Se constataron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) con respecto al mes de cosecha, aun cuando las diferencias no fueron significativas entre variedades.

El contenido de proteína en las muestras de la variedad *Arriba* acusó un incremento que varió de 12 g/100 g en el mes de agosto a casi 16 g/100 g en el mes de noviembre, para luego

TABLA 1

PESO EN GRAMOS DE LAS DIFERENTES FRACCIONES DE CACAO\* VARIEDAD *ARRIBA*  
(Cosecha: agosto de 1979 a enero de 1980)

Mes	Mazorca	Corteza	Semillas con mucílago y germen	Semillas con germen	Semillas sin germen	No. de semillas por mazorca
Agosto	733 ± 84.07	638.4 ± 80.10	94.6 ± 10.57	54.4 ± 4.4	53.3 ± 4.48	36 ± 6.44
Septiembre	610 ± 118.23	488.8 ± 122.29	121.2 ± 15.19	65.9 ± 11.5	64.9 ± 11.09	38 ± 4.36
Octubre	742 ± 123.56	645.9 ± 111.47	96.1 ± 18.73	55.5 ± 6.16	54.4 ± 6.13	40 ± 4.22
Noviembre	613 ± 158.17	493.6 ± 156.35	119.2 ± 28.60	65.3 ± 13.19	64.2 ± 13.20	36 ± 5.42
Diciembre	250 ± 50.83	190.1 ± 50.58	50.0 ± 5.53	38.2 ± 5.14	35.4 ± 5.04	30 ± 8.24
Enero	450 ± 37.23	395.0 ± 35.78	104.8 ± 4.19	58.4 ± 1.87	57.4 ± 1.77	36 ± 7.29

\* Valores promedios de 10 determinaciones ± Desviación Estandar.

TABLA 2

PESO EN GRAMOS DE LAS DIFERENTES FRACCIONES DE CACAO\* VARIEDAD *EET-19*  
(Cosecha: agosto de 1979 a enero de 1980)

Mes	Mazorca	Corteza	Semillas con mucílago y germen	Semillas con germen	Semillas sin germen	No. de semillas por mazorca
Agosto	899 ± 30.06	729.8 ± 57.80	156.1 ± 14.70	111.9 ± 8.66	110.7 ± 8.63	44 ± 2.65
Septiembre	835 ± 118.27	652.3 ± 121.43	182.7 ± 10.47	112.4 ± 6.24	111.2 ± 6.17	48 ± 3.12
Octubre	907 ± 79.76	741.5 ± 80.25	165.5 ± 12.77	110.8 ± 9.87	109.6 ± 9.86	44 ± 4.26
Noviembre	791 ± 40.75	607.3 ± 42.12	183.8 ± 5.64	109.5 ± 5.39	108.2 ± 5.31	38 ± 6.22
Diciembre	746 ± 131.78	548.7 ± 118.69	197.3 ± 17.55	108.9 ± 9.21	107.8 ± 9.20	40 ± 4.12
Enero	844 ± 67.12	643.1 ± 62.12	201.3 ± 9.37	112.1 ± 8.90	110.9 ± 8.90	44 ± 3.36

\* Valores promedios de 10 determinaciones ± Desviación Estandar.

**TABLA 3**  
**COMPOSICION PROXIMAL (g/100 g seco) Y VALORES ANALITICOS DE GRASA EXTRAIDA**  
**DE COTILEDONES DE CACAO CRUDO Y FERMENTADO VARIEDAD ARRIBA**  
 (Cosechadas: agosto de 1979 a enero de 1980)

Determinación	Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero	
	Crudo	Fer- men- tado	Crudo	Fer- men- tado	Crudo	Fer- men- tado	Crudo	Fer- men- tado	Crudo	Fer- men- tado	Crudo	Fer- men- tado
Humedad	31.99	7.15	32.04	8.01	28.48	6.16	29.96	8.53	29.01	5.84	30.20	8.07
Proteína (Nx6.25)	12.04	12.91	12.08	12.84	14.39	14.73	15.91	15.82	15.76	15.37	13.73	14.89
Cenizas	4.14	3.17	3.97	2.99	4.17	3.60	4.53	3.52	3.88	3.19	4.07	3.42
Fibra cruda	5.99	8.63	7.04	8.45	5.71	9.58	4.81	7.14	7.45	4.49	6.88	6.85
Extracto etéreo	51.52	52.07	52.53	53.80	52.80	53.09	50.11	51.22	49.89	51.72	51.53	52.17
Indice de yodo <sup>a</sup>	37.65	35.78	39.82	38.01	38.15	37.12	40.95	35.87	37.78	37.68	38.92	37.92
Indice de saponi- ficación <sup>b</sup>	188.75	190.63	191.32	192.83	189.63	191.15	190.69	192.65	190.15	191.88	189.26	193.12
Indice de acidez <sup>c</sup>	0.49	0.70	0.76	0.83	0.69	0.76	0.72	0.81	0.68	0.87	0.71	0.78
Punto de goteo (°C)	35.10	35.05	35.20	36.00	34.80	35.00	35.10	35.15	34.90	35.55	35.20	35.20

a Gramos de yodo absorbidos por 100 g de grasa.

b Miligramos de KOH requeridos para saponificar 1 g de grasa.

c Miligramos de KOH requeridos para saturar los ácidos grasos libres de 1 g de grasa.

TABLA 4

COMPOSICION PROXIMAL (g/100 g seco) Y VALORES ANALITICOS DE GRASA EXTRAIDA  
DE COTILEDONES DE CACAO CRUDO Y FERMENTADO VARIEDAD *EET-19*  
(Cosechadas: agosto de 1979 a enero de 1980)

Determinación	Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		Enero	
	Crudo	Fer- men- tado	Crudo	Fer- men- tado	Crudo	Fer- men- tado	Crudo	Fer- men- tado	Crudo	Fer- men- tado	Crudo	Fer- men- tado
Humedad	31.50	8.51	30.15	9.77	27.03	7.47	31.92	9.17	31.30	5.43	32.05	7.59
Proteína (Nx6.25)	13.97	13.08	13.84	12.50	14.06	14.13	14.51	15.05	14.57	14.20	14.39	14.65
Cenizas	3.71	3.14	3.76	3.02	3.80	2.95	3.56	3.73	3.58	3.32	3.73	3.31
Fibra cruda	6.82	7.72	7.27	6.07	6.41	8.17	9.22	7.54	7.96	6.98	7.15	7.09
Extrato etéreo	50.01	51.79	50.48	51.71	50.80	51.94	50.25	51.13	50.16	51.65	49.79	51.40
Indice de yodo <sup>a</sup>	38.19	36.95	38.75	38.94	41.01	37.85	39.12	38.65	38.01	37.15	39.05	38.77
Indice de saponi- ficación <sup>b</sup>	192.14	193.12	189.78	190.71	191.16	190.68	190.05	194.20	190.77	193.87	191.05	192.14
Indice de acidez <sup>c</sup>	0.63	0.75	0.59	0.92	0.77	0.87	0.71	0.86	0.69	0.79	0.75	0.83
Punto de goteo (°C)	35.95	34.65	35.00	34.80	35.60	35.50	35.30	34.80	36.05	35.05	35.60	34.80

a Gramos de yodo absorbidos por 100 g de grasa.

b Miligramos de KOH requeridos para saponificar 1 g de grasa.

c Miligramos de KOH requeridos para saturar los ácidos libres de 1 g de grasa.

declinar. La variedad *EET-19* presentó poca variación, no siendo posible establecer diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) debidas al proceso de fermentación, ni a la variedad. Sí hubo diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre los meses de cosecha.

En cuanto al contenido de cenizas, se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) debidas al proceso de fermentación, lo que es explicable por la difusión de sales hacia la cáscara señalado por Roelofsen (3). Se establecieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre variedades, pero sin poder establecer diferencias de importancia entre los meses de cosecha.

Según sabemos, la materia grasa constituye el principal componente de la semilla de cacao, con valores del orden de 50 g/100 g seco. En las dos variedades investigadas en nuestro estudio se encontró un ligero incremento después de la fermentación. Ello es explicable, por cuanto los glóbulos grasos no se difunden rápidamente durante los primeros días de fermentación, a diferencia de otros componentes (3). Se comprobaron diferencias muy significativas ( $P < 0.01$ ) en cuanto al contenido de grasa entre variedades, meses de cosecha, y luego del proceso de fermentación. La variedad *Arriba* registró valores ligeramente superiores.

En lo concerniente a los valores de índice de yodo, índice de saponificación e índice de acidez para todas las muestras, la variación fue mínima. Tampoco se determinaron diferencias de significado ( $P < 0.05$ ) entre las variedades, ni entre meses de cosecha, salvo en lo que respecta al índice de acidez. Hubo altas diferencias de significado estadístico ( $P < 0.01$ ) ocasionadas por el proceso de fermentación.

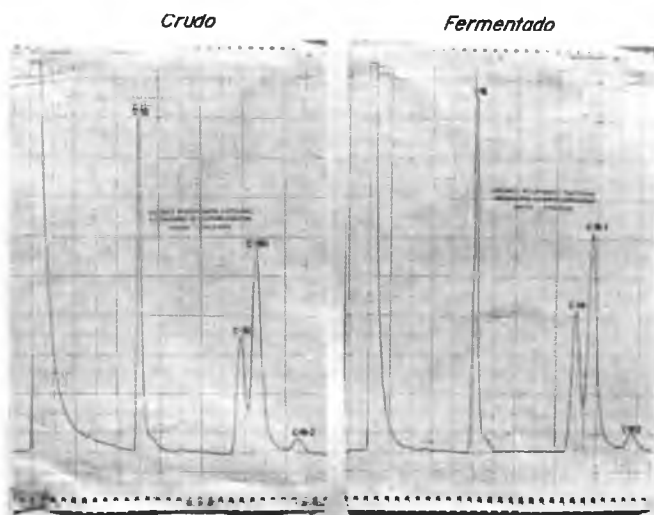
La grasa de cacao no presenta un punto de fusión definido. Por ello, se informa el punto de goteo, que es próximo a la temperatura del cuerpo humano.

La Figura 1 ilustra los cromatogramas tipo de ácidos grasos de grasa extraída de cotiledones crudos y fermentados de cacao, variedades *Arriba* y *EET-19*. En la grasa de cacao se estableció principalmente ácido palmítico (C-16), esteárico (C-18) y oleico (C-18-1), lo que concuerda con lo indicado por Allerton (1); además, existe una pequeña proporción de ácido linoleico (C-18-2). Existe variación en el contenido de ácidos grasos, especialmente palmítico y esteárico, en los diferentes meses de cosecha (Tabla 5).

La composición proximal de las fracciones de cascarilla se expone en la Tabla 6, y los valores analíticos de la grasa, el contenido de teobromina, cafeína y pH, en la Tabla 7.

El contenido de humedad de las diferentes fracciones presenta

*VARIEDAD ARRIBA*



*VARIEDAD EET-19*

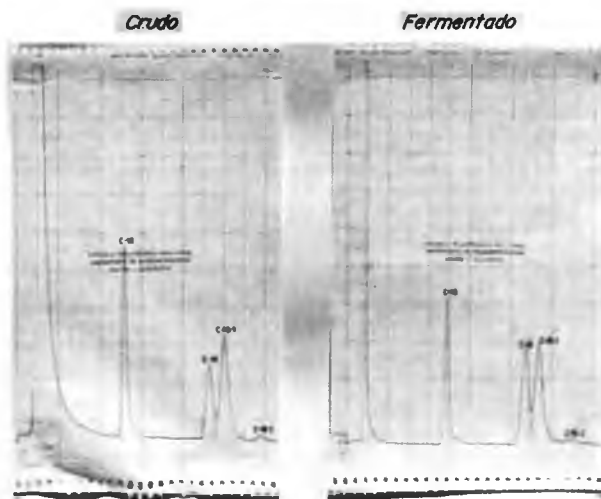


FIGURA 1

Cromatogramas tipos de ácidos grasos de manteca extraída de cotiledones de cacao

TABLA 5

CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS DE GRASA EXTRAIDA DE COTILEDONES DE CACAO VARIEDAD *ARRIBA*  
Y *EET-19* CRUDO Y FERMENTADO COSECHADOS EN MESES DIFERENTES

(Porcentaje de ácidos grasos determinados)

		Variedad <i>Arriba</i>				Variedad <i>EET-19</i>			
		C-16	C-18	C-18-1	C-18-2	C-16	C-18	C-18-1	C-18-2
Agosto 1979	Crudo	38.22	23.01	36.14	2.64	36.49	23.00	37.60	2.92
	Fermentado	38.44	18.14	36.79	6.63	27.52	32.82	37.58	2.07
Septiembre 1979	Crudo	27.34	32.43	36.60	3.63	24.13	35.43	37.49	2.96
	Fermentado	30.35	28.52	38.19	2.94	30.21	32.20	35.49	2.11
Octubre 1979	Crudo	28.84	32.58	34.88	3.75	29.38	33.98	35.57	1.08
	Fermentado	31.97	25.26	39.12	3.65	26.25	35.73	34.82	3.19
Noviembre 1979	Crudo	39.10	17.86	39.26	3.80	28.81	33.10	36.83	1.26
	Fermentado	34.90	21.72	39.95	3.43	28.76	34.35	35.26	1.63
Diciembre 1979	Crudo	26.66	33.75	38.49	1.29	33.48	30.25	35.15	1.12
	Fermentado	39.64	20.64	37.23	2.17	30.24	32.71	34.62	2.17
Enero 1980	Crudo	30.68	28.82	37.48	3.02	28.31	32.42	36.86	2.05
	Fermentado	31.17	26.42	39.15	3.48	27.65	34.46	36.27	2.97

TABLA 6

COMPOSICION PROXIMAL DE FRACCIONES DE CASCARILLA  
DE CACAO RECOLECTADAS EN UNA PLANTA DE SEMIELABORADOS  
(g/100 g seco)

			Humedad	Proteína (Nx6.25)	Cenizas	Fibra cruda	Extracto etéreo
Agosto	1979	A	2.67	14.75	7.01	15.33	23.03
		B	2.98	13.44	8.88	17.45	11.46
		C	3.19	12.08	9.00	20.58	4.57
		D	2.98	12.88	8.42	17.91	9.79
		E	3.77	12.56	8.59	19.88	3.46
Septiembre	1979	A	2.03	14.14	7.29	16.28	21.53
		B	3.13	12.21	7.66	18.11	12.57
		C	3.10	10.94	8.21	13.78	4.09
		D	2.83	12.40	8.47	13.29	10.94
		E	4.40	11.03	8.41	17.22	4.89
Octubre	1979	A	2.55	14.36	6.62	16.27	29.75
		B	2.79	12.19	6.95	19.57	13.83
		C	2.89	11.40	8.16	17.79	8.00
		D	3.70	11.90	8.47	17.45	13.27
		E	4.04	10.99	8.46	18.31	4.87
Noviembre	1979	A	3.37	17.18	5.05	15.97	22.05
		B	3.54	16.34	5.77	17.51	12.94
		C	3.75	14.20	7.48	19.95	4.63
		D	3.62	13.82	8.39	17.65	12.79
		E	3.75	14.57	8.38	20.02	4.02
Diciembre	1979	A	2.37	17.52	5.77	15.63	21.86
		B	2.68	15.40	6.54	18.32	11.58
		C	3.11	14.09	7.64	20.19	4.72
		D	2.72	13.97	8.42	19.01	11.61
		E	4.33	12.91	8.40	20.01	3.99
Enero	1980	A	2.67	15.93	5.37	16.02	20.38
		B	2.98	14.02	6.58	17.72	14.04
		C	3.11	13.20	7.52	20.02	4.54
		D	2.99	12.95	8.14	17.82	11.07
		E	3.77	13.40	8.43	19.93	4.33

A = Ventanilla 1 (Polvillo). B = Ventanilla 2 (Triturador fino). C = Ventanilla 3 (Triturado). D = Mezcla de ventanillas 1-2-3. E = Mezcla de ventanillas 4-5-6-7 del descascarillador.

TABLA 7

VALORES ANALITICOS DE GRASA, TEOBROMINA, CAFEINA Y pH  
DE FRACCIONES DE CASCARILLA DE CACAO RECOLECTADAS  
EN UNA PLANTA DE SEMIELABORADOS

		Indice de yodo <sup>a</sup>	Indice de sa- ponifi- cación <sup>b</sup>	Indice de acidez <sup>c</sup>	Teobro- mina (g/100 g seco)	Cafeína (g/100 g seco)	pH	
Agosto	1979	A			1.82	0.20	5.50	
		B			1.54	0.18	4.90	
		C			0.75	0.08	4.70	
		D	33.65	193.54	1.11	1.29	0.13	4.80
		E	34.02	196.77	1.22	1.11	0.11	4.99
Septiembre	1979	A			2.10	0.23	5.45	
		B			1.71	0.21	5.30	
		C			0.80	0.09	4.90	
		D	35.12	194.72	1.43	1.32	0.10	5.10
		E	33.71	196.18	1.45	1.00	0.10	5.00
Octubre	1979	A			1.92	0.19	5.20	
		B			1.76	0.22	4.90	
		C			0.99	0.11	4.80	
		D	34.87	193.85	1.38	1.60	0.12	4.80
		E	32.45	194.86	1.59	1.12	0.12	5.20
Noviembre	1979	A			1.86	0.12	5.30	
		B			1.69	0.20	5.00	
		C			0.89	0.08	4.70	
		D	35.69	194.95	1.41	1.45	0.15	4.80
		E	33.43	198.15	1.63	0.98	0.09	5.20
Diciembre	1979	A			1.87	0.19	5.40	
		B			1.70	0.19	5.20	
		C			0.94	0.09	4.90	
		D	33.87	195.05	1.29	1.55	0.16	5.00
		E	34.22	197.63	1.49	1.05	0.11	5.10
Enero	1980	A			2.05	0.21	5.40	
		B			1.66	0.17	5.00	
		C			0.96	0.12	4.80	
		D	34.92	193.78	1.33	1.40	0.14	4.90
		E	32.09	196.96	1.66	0.99	0.09	5.00

A = Ventanilla 1 (Polvillo). B = Ventanilla 2 (Triturado fino). C = Ventanilla 3 (Triturado). D = Mezcla de ventanillas 1-2-3. E = Mezcla de ventanillas 4-5-6-7 del descascarillador.

a g de yodo/100 g de grasa.

b mg de KOH requeridos para saponificar 1 g de grasa.

c mg de KOH requeridos para saturar los ácidos grasos libres de 1 g de grasa.

un rango estrecho de variación que fluctúa entre 2 y 4 g/100 g, producto de la operación previa de tostación.

El contenido de proteína fue mayor en la fracción A, alcanzando valores de 17 g/100 g seco, para luego disminuir en las fracciones restantes. Este hecho lo puede explicar la presencia de una mayor cantidad de almendras rotas. Asimismo, al efectuar el análisis de varianza, se determinaron diferencias de alto significado estadístico ( $P < 0.01$ ) en el contenido de proteína de los diferentes desechos, y en los diferentes meses de producción.

El contenido de extracto etéreo de la fracción A o polvillo es apreciable, habiéndose establecido un valor de hasta 30 g/100 g seco. Ese valor disminuye en el resto de fracciones, pero en la fracción B o triturado fino el contenido de grasa, que alcanza hasta 14 g/100 g, permite pensar en su extracción.

Los valores de índice de yodo, índice de saponificación e índice de acidez no acusaron mayor variación y son semejantes a los obtenidos en la grasa extraída de almendras.

Knapp (10) señala que originalmente las cáscaras no contienen teobromina, adquiriéndola por difusión desde los cotiledones durante la fermentación; en cascarilla de semillas de cacao bien fermentado se alcanza valores superiores a 1 g/100 g. Se estableció una diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) en el contenido de teobromina de las fracciones consideradas, que puede atribuirse a la mayor o menor cantidad de almendras rotas presentes. Sin embargo, no se constataron diferencias significativas entre los meses de producción. Igual comportamiento pudo observarse en cuanto al contenido de cafeína.

No fue posible establecer correlaciones de significado estadístico entre el pH y el contenido de teobromina, ni entre el pH y el contenido de cafeína de las diferentes fracciones.

Debido al alto porcentaje de grasa parece recomendable utilizar el polvillo y el triturado fino para su extracción. En la torta residual, el contenido de alcaloides presentaría valores dignos de ser considerados para posible extracción.

#### SUMMARY

#### EFFECT OF THE HARVEST SEASON ON THE COMPOSITION OF RAW AND FERMENTED COTYLEDONS OF TWO VARIETIES OF CACAO AND SHELL FRACTIONS

A study was carried out wherein during the period August 1979 to

January 1980, samples of raw and fermented cacao were analyzed monthly. These included two varieties: *Arriba*, taken from a farm in "Quevedo", and the *EET-19*, grown in "Pichilingüe" by the Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Taking the ear of cacao as a basis, the weight of its main parts was determined. The proximal composition was established in the cotyledons, with significant statistical differences in regard to moisture, protein, and ether extract content according to the month of harvest. As to the fermentation process, differences in moisture, ether extract and ash content were detected; differences in the ether extract and ash content were found between the two varieties. The fat extracted from the cotyledons presented different iodine, saponification and acidity index values between the raw and fermented samples, but none were determined between the varieties; as far as the month of harvest is concerned, differences in the acidity index were observed. The percentage composition of the main fatty acids is reported (palmitic, stearic, oleic, and linoleic acids).

In order to suggest possible industrial ways of utilizing the cacao shell by-product which is discarded by the shelling machine, the chemical characteristics of five fractions were determined based on the functioning of the shelling machine. The moisture, protein, ether extract, ash, crude fiber, theobromine, and caffeine contents varied among the fractions, and it was dependent on the broken "nibs" content. Differences in the protein, ether extract, and ash content, according to the months of production, were found. Obviously, the high fat content in fractions A (fine dust) and B (fine ground), which varied from 30 to 11 g/100 g, merits its extraction; the remainder meal has a valuable protein and alkaloid content. The chemical characteristics of the fat extracted from the shell of two fractions were similar to the fat extracted from the cotyledons.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los técnicos del INIAP su valiosa ayuda en la obtención de las muestras de cacao. Asimismo, al Departamento de Producción de la Empresa Colcacao, entidad que tuvo a bien facilitar las muestras de cascarilla, y a la Escuela Politécnica Nacional, por la realización de los análisis cromatográficos.

## BIBLIOGRAFIA

1. Allerton, J. Chocolate and cocoa products. En: **Encyclopedia of Food Technology**. Vol. 2. Johnson and Peterson (Eds.). Westport, Conn., The Avi Publishing Co. Inc., 1974, p. 195-215.
2. Bradeau, J. **El Cacao**. Trad. del francés por Angel Hernández. Barcelona, Editorial Blume, 1970, 297 p.
3. Roelofsen, P. A. Fermentation, drying and storage of cacao beans. **Adv. Food Res.**, 8: 225-296, 1958.
4. Knapp, A. W. & A. Churchman. Cacao shells and its use as an accessory fodder. **J. Soc. Chem. Ind.**, 56: 29-33, 1937.
5. Minifie, B. W. **Chocolate, Cocoa and Confectionery: Science and Technology**. Westport, Conn., The Avi Publishing Co. Inc., 1970.
6. Kirk & Othmer. **Enciclopedia de Tecnología Química: El Cacao y sus Productos**. Trad. del inglés por Oscar Carrera. Vol. 3. México, Editorial UTEHA, 1961, p. 192-220.
7. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th ed. Washington, D. C., The Association, 1980.
8. Wilton, A. L. **Análisis de Alimentos**. 2a. ed. Trad. del inglés por Francisco Vallejo. Barcelona, Editorial Hispano Americana, 1938.
9. Romo, L. **Métodos de Experimentación Científica**. Quito, Editorial Universitaria, 1973, 525 p.
10. Knapp, A. W. & R. Wadsworth. The distribution of theobromine during the fermentation of cacao. **J. Soc. Chem. Ind.**, 43: 124, 1924.