

## Ensilaje de la Pulpa de Café.<sup>1</sup>

### Silage of coffee pulp

José Ramón Ferrer<sup>2</sup>  
Gisela Páez<sup>2</sup>  
Miguel Chirinos<sup>2</sup>  
Zulay Márquez<sup>2</sup>

### Resumen

Se realizó un estudio del aprovechamiento de la pulpa de café, desecho principal generado en la industrialización del café. Como alternativa de procesamiento se siguió la fermentación anaeróbica en estado semisólida conocida como ensilaje. Los resultados experimentales demostraron que si se realiza la biotransformación, con 3% de melaza, se puede conservar la pulpa de café en perfectas condiciones por un lapso de 150 días, tiempo de duración de la cosecha en el cultivo del café. Las condiciones óptimas del ensilaje fueron: 80 % de humedad, pH: 3.6, ácidos grasos (g/100 g de materia seca); acético = 3.31; propiónico = 0.49; iso-butírico = no detectado; n-butírico = 0.41; isovalérico: no detectado; valérico: no detectado; y ácido láctico: 2.56. La comparación de la composición química de la pulpa de café con maíz amarillo, en base seca, muestra que presentan cantidades comparables en proteínas (11.58 % y 11.25 %, para pulpa de café y maíz respectivamente), aunque su contenido de fibra cruda es mayor (15.26 % y 2.02 %), y el extracto libre de nitrógeno es menor (61.46 % y 79.76 %). Estas dos últimas fracciones son factores limitantes en la utilización de la pulpa de café en la alimentación de bovinos, aunque ese obstáculo se eliminaría con el uso racional de melaza y tubérculos en la dieta.

**Palabras claves:** Ensilaje, pulpa de café, fermentación anaeróbica.

### Abstract

This study looked into the advantage of using the coffee pulp generated as a main waste by coffee industries. Anaerobic fermentation of semisolid coffee pulp known as silage, was followed. Experimental results showed that coffee pulp can be preserved in perfect conditions for a period of

Recibido el 21-10-94 • Aceptado el 23-03-95

1. Proyecto No. 920-89 Subvencionado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES).

2. Laboratorio de Fermentaciones Industriales. Departamento de Ingeniería Bioquímica. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia. Apartado 526. Maracaibo 4011, ZU. Venezuela.

150 days (corresponding to the normal harvest period) when silage is adequately made by adding a 3 per cent molasses. The optimum silage conditions were: humidity 80 %, pH: 3.6; fatty acids (g/100g dry matter): acetic acid 3.31, propionic acid 0.49; isobutyric, isovaleric and valeric acids were not detect; n-butyric acid 0.41 and lactic acid 2.56. A comparison of chemical composition between coffee pulp and corn on a dry matter basis was made. The results showed similar protein content (11.58 % & 11.25 %, for coffee pulp and corn respectively). It was found that crude fiber content for corn was lower (2.02 %) than in the coffee pulp (15.26 %). It was also observed that nitrogen free extract for yellow corn was higher (79.76 %), than in the coffee pulp (61.46 %). It is concluded that these nitrogen free extract and fiber values are to be taken as coffee pulp limiting factors when this product is used for bovine feeding purposes. This problem, however, could be easily solved if molasses and edible roots are rationally used in the bovine diet.

**Key Words:** Silage, coffee pulp, anaerobic fermentation.

## Introducción

De los desechos generados en la industrialización del café, uno de los que ha sido objeto de mayor investigación es la pulpa de café. Esto se debe, principalmente, a los grandes volúmenes producidos por la zafra, lo cual provoca graves problemas de contaminación en el área que rodea la Central Cafetalera, donde se localiza la disposición de dichos desechos (11).

Nuestra experiencia en el aprovechamiento integral de desechos agroindustriales desde 1980 (5-6, 8-19, 26, 27), nos conduce a identificar la necesidad de preservar la pulpa de café durante el tiempo que dura la zafra, para usar posteriormente los mecanismos de secado de la Central Cafetalera, los cuales se encuentran sin uso fuera de la estación.

El método más adecuado de preservación de productos agrícolas es el ensilaje, el cual consiste en mantener el forraje fresco mediante el uso de una

fermentación en estado sólido, provocada por bacterias anaeróbicas que actúan sobre el sustrato disponible en el proceso (23). Como metabolitos de la biotransformación se producen ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico, el cual baja el pH del material ensilado y dificulta el crecimiento de otras cepas de bacterias, permitiendo su almacenamiento por períodos de tiempo largos (10).

Al comparar el proceso de ensilaje de la pulpa de café fresca, con la pulpa prensada y con la pulpa deshidratada, parcialmente mediante exposición al sol (2), los resultados indican que el mejor producto es obtenido del ensilaje de pulpa de café fresca, debido a su alto contenido de carbohidratos fermentables; luego le sigue el ensilado con pulpa prensada y el menos adecuado es el ensilado con pulpa deshidratada al sol.

Murillo (25), ensiló pulpa de café en silos de laboratorio usando 10 por ciento de melaza. Se estableció

que la melaza indujo una menor retención de agua, una disminución en la proteína cruda y un mayor contenido de carbohidratos solubles. Por otro lado, el proceso de ensilaje disminuyó el contenido de paredes celulares, proteínas, cafeína y taninos.

Los cambios físicos y químicos que ocurren al ensilar pulpa de café con melaza y forrajes en silos de laboratorios, indican una disminución en la concentración de materia seca, contenidos celulares y carbohidratos solubles, así como aumento en las paredes celulares y proteínas. El pH de mezclas de pulpa de café con 12 por ciento de melaza, pulpa de café más pasto *napier* con 12 por ciento de melaza y pulpa de café más planta

de maíz con 12 por ciento de melaza se mantuvo en 4.5, 4.3 y 3.8, respectivamente, durante 141 días (22).

Cabezas y colaboradores (4), en su estudio del efecto del almacenamiento sobre el valor nutritivo de la pulpa de café para terneros, reportan que durante el almacenamiento de la pulpa de café deshidratada, no se produjeron cambios en la composición química, pero, en la pulpa ensilada con 5 % de melaza, durante 10 meses, si se observó un descenso en el contenido de fibra cruda y un aumento en el extracto libre de nitrógeno.

La finalidad del presente trabajo fué estudiar el ensilaje de la pulpa de café, utilizando melaza como activador del proceso.

## Materiales y métodos

**Caracterización de la pulpa de café fresca:** Se realizó una evaluación físico-química de la pulpa de café fresca. En tal sentido se usaron métodos estandar (1) para analizar humedad, cenizas, fibra, proteína, grasa, extracto libre de nitrógeno, celulosa, lignina y hemicelulosa.

La cafeína y los taninos fueron determinados por métodos gravimétricos y colorimétricos, respectivamente (9). Los ácidos grasos y el ácido láctico fueron evaluados por técnicas cromatográficas (11).

**Ensilaje de la pulpa de café:** Se llevó a cabo un proceso de ensilaje de la pulpa de café (biotransformación parcial anaeróbica) en fermentadores diseñados para usar un lecho vertical con tomas de muestras a lo

largo del lecho y con una capacidad de 200 litros.

De acuerdo a las pruebas realizadas a nivel de laboratorio con 500 grs. de pulpa de café, se establecieron las experiencias de ensilaje añadiendo 3 y 4 % de melaza como activador inicial del proceso de fermentación anaeróbica, y tomando muestras inicialmente y a los 29, 42, 63, 68, 103 y 133 días. A cada una de las muestras se les determinó el pH y el porcentaje de humedad.

A las muestras correspondientes a 63 y 133 días, se les determinaron ácidos grasos volátiles y no volátiles. Fué llevado a cabo un proceso de ensilaje de pulpa de café control (sin melaza) al cual se le realizaron los análisis del pH y porcentaje de humedad.

Por otro lado, se tomaron las muestras del líquido drenado con el tiempo y se sometieron a análisis de pH, ácidos grasos volátiles y no volátiles y azúcares.

**Caracterización de la pulpa de café ensilada:** La pulpa de café ensilada durante 133 días fue sometida a los mismos análisis de la pulpa de café fresca para determinar los cambios ocurridos con el proceso de ensilaje.

Todos los análisis se realizaron por triplicado. Se aplicó el análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre los tratamientos, (3%, 4% y control) para los valores de pH determinados durante el proceso de ensilaje, así como también la prueba de Dunnett (24) para comparar las medias de los tratamientos con el control.

## Resultados y discusión

El cuadro 1 muestra los valores correspondientes a la composición química de la pulpa de café fresca. Otros investigadores han reportado valores similares, de la composición química de la pulpa de café fresca,

encontrándose el rango de variación entre 8.86 y 18.35 % para proteínas, 2.06 y 3.41 % para grasa, 13.4 y 33.25 % para fibra cruda, 6.28 y 16.54 % para cenizas y 29.65 y 67.81 % para extracto libre de nitrógeno (2-5, 7,

**Cuadro 1. Composición química de la pulpa de café fresca en base seca.**

Componentes	(%)
Humedad de la pulpa de café fresca	80.00
Humedad de la pulpa de café seca	10.00
Materia Seca	90.00
Grasa	5.02
Fibra	15.26
Proteína	11.58
Cenizas	6.68
E.L.N.#	61.46
CHO Soluble *	8.60
Azúcares Reductores	6.80
Hemicelulosa	2.50
Lignina	24.90
Celulosa	19.50
Cafeína	0.85
Taninos	1.95

# E.L.N. : Extracto Libre de Nitrógeno.

\* CHO Soluble: Azúcares totales.

10, 12, 19). Las variaciones observadas se establecen debido a la variedad del café, la localidad y las diferentes formas de cosechar el café.

Al comparar la composición química de la pulpa de café con la del maíz amarillo, en base seca (7), se deduce que presentan cantidades de proteínas comparables (11.58% pulpa y 11.25% maíz), contenido de fibra cruda mayor (15.26% pulpa y 2.02% maíz) y el extracto libre de nitrógeno menor (61.46% pulpa y 79.76% maíz). Es de hacer notar, que estas dos últimas fracciones son factores limitantes en la utilización de la pulpa de café en alimentación de bovino, aunque el uso racional de melaza y tubérculos complementarían la dieta.

La figura 1 muestra la variación del pH con el tiempo, para pulpa de café ensilada con 1 % de melaza, en bolsas de plástico a temperatura ambiente (28 °C), en el laboratorio. Este ensayo con 500 grs de pulpa de café fresca demostró la existencia de suficientes cepas salvajes en la pulpa, para llevar a cabo el proceso de ensilaje, al disminuir el pH de 7.4 a 3.97 en 5 días y mantenerse con el tiempo, evitando ésto el crecimiento de microorganismos no deseados.

El cuadro 2 muestra la variación del pH con el tiempo para los diferentes ensayos en los fermentadores experimentales de 200 litros. Además se expresan los resultados del líquido drenado. Del análisis de tales resultados se desprende que los ensayos realizados con melaza como aditivo, siguieron el comportamiento esperado de reducción del pH a niveles adecuados (3.8) manteniéndose en estos niveles durante los 2 meses siguientes, lo cual

aseguró la preservación del material ensilado.

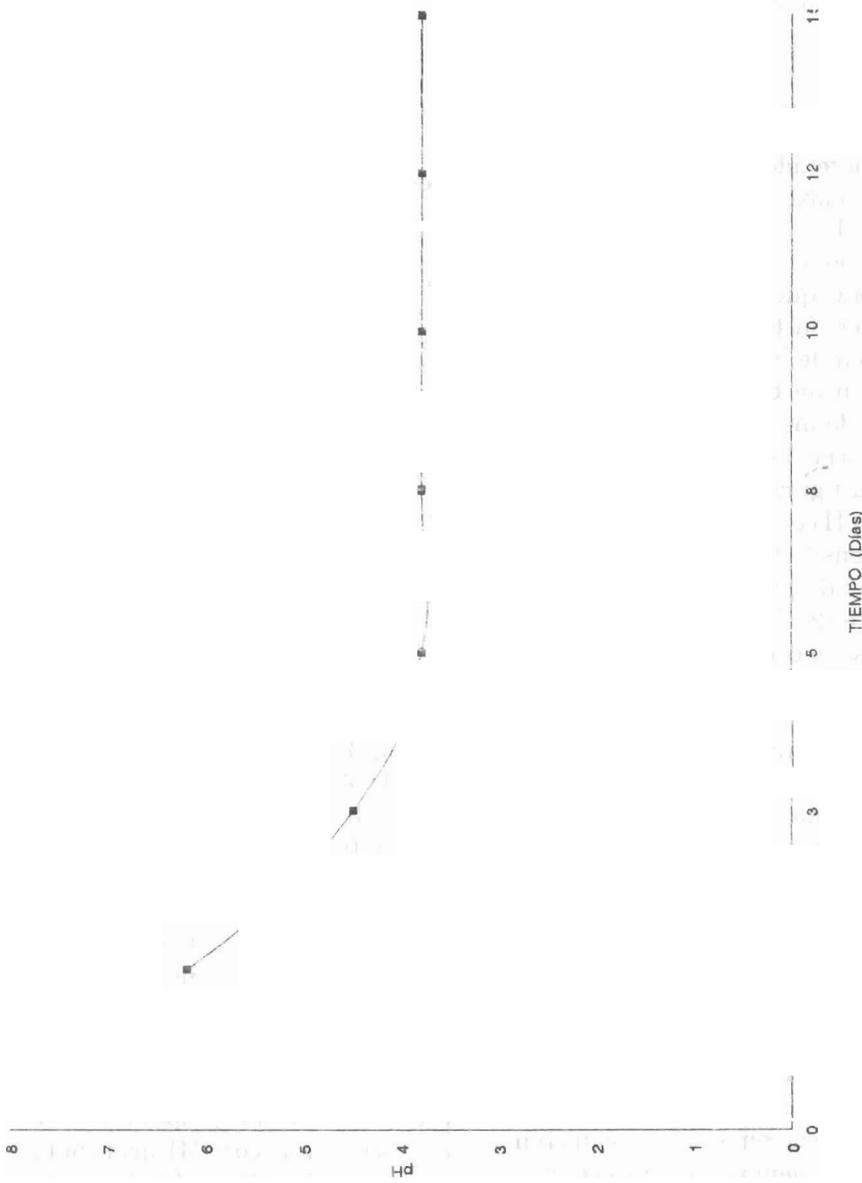
Es de hacer notar, que el material utilizado como control, 0% melaza, sufrió una descomposición por hongos, en éste caso el pH varió entre 7.4 y 6.9, valores adecuados para el desarrollo de estos microorganismos.

Los valores de pH alcanzados en éste estudio estan de acuerdo a los reportados por Daqui (7) y Murillo (25), quienes ensilaron pulpa de café con planta de maíz en proporción 60:40, en silos de trincheras, con solución al 10 % de ácido clorhídrico y sulfúrico y 10 % de melaza, respectivamente.

El análisis de varianza, cuadro 3, determinó diferencias significativas a un nivel de significación del 5%, entre los tratamientos 0%, 3% y 4% de melaza aplicados a la pulpa de café, en relación a los cambios en el pH durante el proceso de ensilaje.

La prueba de Dunnett para la comparación de las medias de tratamiento, 3% y 4% de melaza con el control 0% de melaza, permitió establecer diferencias significativas, para  $\alpha = 0.05\%$ , entre las parejas de medias, 3% de melaza y control, 4% de melaza y control. No existió diferencia significativa entre el par 3% y 4% de melaza para el mismo nivel de  $\alpha$ .

Las concentraciones de ácidos grasos volátiles y no volátiles, ácido acético (C2), ácido propiónico (C3), ácido iso-butanoico (iC4), ácido butanoico normal (nC4), ácido isopentanoico (iC5), ácido pentanoico normal (nC5) y ácido láctico, para los dife-



**Fig. 1.** Variación del pH con el tiempo para púpa de café ensilada con 1% de melaza en bolsas de plástico a temperatura ambiente (28°C) capacidad 500 g, c/u.

**Cuadro 2. Variación del pH con el tiempo durante el proceso de ensilaje.**

Días	Sólido			Líquido drenado		
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>c</sub>
0	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
29	6.7	6.8	7.3	6.7	6.8	6.9
42	4.7	4.8	6.9	5.2	6.0	7.0
63	4.3	4.0	6.8	4.7	5.0	6.8
68	3.8	3.8	6.4	4.3	4.0	6.7
103	3.4	3.5	6.7	3.9	3.7	6.8
133	3.6	3.6	6.6	4.0	4.1	6.9

T<sub>1</sub> : Pulpa de café ensilada con 3 % de melaza.

T<sub>2</sub> : Pulpa de café ensilada con 4 % de melaza.

T<sub>c</sub> : Pulpa de café ensilada sin melaza (control).

**Cuadro 3. Análisis de varianza para los cambios de pH del sólido durante el proceso de ensilaje.**

Fuentes de Var.	Suma de Cuadrad.	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Pr>F
% Melaza	55.698	2	27.849	64.099	0.000
Tiempo de ensilaje	75.045	6	12.508	28.788	0.000
Residual	23.462	54	0.434		
Total	154.037	62			

rentes ensayos se presentan en los cuadros 3, 4 y 5.

Del análisis del Cuadro 4, se desprende que en el proceso de ensilaje de la pulpa de café con 3 % de melaza, se llevó a cabo una fermentación heteroláctica, produciéndose ácido acético y ácido láctico en cantidades adecuadas para disminuir el pH a niveles óptimos para preservar el material. Además, se observa que en el líquido drenado existen cantidades bajas de

estos ácidos lo cual no interfiere en el desarrollo de la fermentación. Estos resultados concuerdan con los establecidos por Mc Donald (23) para ensilado prehenificado.

De los resultados presentados en el Cuadro 5, se puede establecer que el ensilaje de la pulpa de café con 4 % de melaza, siguió el mismo patrón de fermentación heteroláctica, con niveles de producción de ácidos ligeramente mayores a los del ensi-

**Cuadro 4. Concentración de ácidos grasos volátiles y no volátiles en el ensayo de ensilaje con 3 % de melaza.**

T (meses)	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	iC <sub>4</sub>	Sólido (% p/p Base Seca)			Ac. Láctico.
				nC <sub>4</sub>	iC <sub>5</sub>	nC <sub>5</sub>	
2	4.33	0.96	0.04	1.52	0.03	0.11	1.19
4	3.31	0.49	N.D.*	0.41	N.D.	N.D.	2.55
Líquido drenado (% p/p)							
2	1.03	0.14	0.01	0.11	0.00	0.00	0.02
3	0.87	0.12	N.D.	0.10	0.00	N.D.	0.81
4	1.03	0.13	N.D.	0.11	0.00	0.00	0.84
5	1.00	0.14	0.00	0.12	0.00	0.00	0.71

\* N.D.: No detectado.

C<sub>2</sub>: Acido acético.C<sub>3</sub>: Acido propiónico.iC<sub>4</sub>: Acido isobutanoico.nC<sub>4</sub>: Acido butanoico normal.iC<sub>5</sub>: Acido isopentanoico.nC<sub>5</sub>: Acido pentanoico normal. Ac. Láctico: Acido láctico.**Cuadro 5. Concentración de ácidos grasos volátiles y no volátiles en el ensayo de ensilaje con 4 % de melaza.**

T (meses)	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	iC <sub>4</sub>	Sólido (% p/p Base Seca)			Ac. Láctico.
				nC <sub>4</sub>	iC <sub>5</sub>	nC <sub>5</sub>	
2	5.82	0.65	0.02	0.65	0.01	0.00	1.74
4	3.36	0.59	N.D.	0.52	N.D.	N.D.	3.06
Líquido drenado (% p/p)							
2	0.75	0.17	0.00	0.18	0.00	0.00	0.02
3	0.84	0.15	N.D.	0.17	0.00	N.D.	0.75
4	0.95	0.16	0.00	0.18	0.00	0.10	0.68
5	1.00	0.16	0.00	0.17	0.00	0.01	0.79

laje con 3 % de melaza. Esto es debido a la mayor disponibilidad de azúcares fermentables. Por otro lado, la caracterización del licor de drenaje indica bajos niveles de ácidos, sin perjudicar el proceso de ensilaje. Del análisis de los resultados del cuadro 6, se desprende que no existen cantidades apreciables de los ácidos acéticos y láctico en la pulpa fresca, y que el ensayo control no sufrió la fermentación heteroláctica suficiente, para lograr disminuir el pH a niveles adecuados y preservar el producto del crecimiento de microorganismos no deseados.

Los valores correspondientes a las concentraciones de azúcares totales en los líquidos de drenaje de los ensilajes, con 3 y 4 por ciento de melaza, con el tiempo se presentan en el cuadro 7. Se puede observar que existe una disminución apreciable en dicha concentración a medida que transcurre el tiempo de ensilaje,

pero sin embargo, de los cuadros 2 y 3 se aprecia que a medida que transcurre el tiempo de ensilaje, el líquido de drenaje es enriquecido con ácido acético y láctico, los cuales serían útiles para disminuir el pH, al usar éste líquido en etapas sucesivas de ensilaje, mezclado con melaza. Estas características del líquido drenado tienen una influencia apreciable en el proceso, ya que su uso para disminuir la viscosidad de la melaza, en la etapa de adición de ésta al material a ensilar, involucra una doble ventaja al disminuir los costos, ya que se usaría menor cantidad de melaza, y por el otro lado, garantizaría un proceso de ensilaje efectivo al provocar un descenso rápido del pH.

En el Cuadro 8, se muestran los valores correspondientes a la composición química de la pulpa de café, ensilada y la tomada como control. De los resultados de la composición química de la pulpa control, se

**Cuadro 6. Concentración de ácidos grasos volátiles y no volátiles en la muestra original y el control.**

Muestra	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	iC <sub>4</sub>	nC <sub>4</sub>	iC <sub>5</sub>	nC <sub>5</sub>	Ac. Láctico.
Original	0.54	N.D.	N.D.	0.04	N.D.	N.D.	0.29
Control	2.20	0.55	N.D.	0.79	N.D.	0.06	1.64

**Cuadro 7. Variación de la concentración de azúcares totales (% p/p) con el tiempo en el líquido de drenaje, para el ensilaje con 3 % y 4 % de melaza.**

T(meses)	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
2	6.30	6.27
3	0.95	0.63
4	0.48	0.38

**Cuadro 8. Composición química de la pulpa de café ensilada en base seca.**

Componentes	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>c</sub>
Humedad	5.6	4.7	2.5
Materia Seca	94.4	95.3	97.5
Grasa	5.83	1.68	1.95
Fibra	20.13	20.67	27.80
Proteína	10.70	10.70	16.72
Cenizas	4.98	8.60	4.41
E.L.N.	58.37	58.34	49.13
CHO Solubles	3.48	4.1	
Azúcares Reductores	2.30	3.2	
Hemicelulosa	3.8	3.4	0.0
Lignina	21.86	20.82	33.63
Celulosa	20.18	22.01	28.25
Cafeína	0.66	0.67	0.24
Taninos	0.70	0.68	0.29

puede establecer que hubo un aumento considerable en el contenido de proteína y fibra cruda, (44 y 82 %, respectivamente) así como una disminución apreciable en el extracto etéreo, en el extracto libre de nitrógeno, en la cafeína y los taninos, (61.20, 72 y 85 %, respectivamente). Todo esto se explica por el incremento relativo en la celulosa y la lignina, y por la desaparición de la hemicelulosa.

De la composición del material ensilado con melaza al compararlos con los valores correspondiente a la pulpa de café fresca (ver Cuadro 1), se puede observar que hubo un incremento en la fibra cruda y una disminución en el extracto libre de nitró-

geno, lo cual se evidencia al aumentar la celulosa y hemicelulosa y disminuir los azúcares reductores y totales. Por otro lado, es de hacer notar la disminución en el contenido de cafeína y taninos. Estos cambios están de acuerdo con lo reportado por otros investigadores (2, 7, 25).

Con respecto a los cambios físicos ocurridos, se observó que el material ensilado con 3 % de melaza y el material ensilado con 4 % de melaza no presentaron signos de putrefacción, ni cambios en la contextura de la pulpa, así como tampoco cambio alguno en su color pardo original. Sin embargo, al ponerse en contacto con el aire, tomó un color negro debido al proceso de oxidación enzimática.

El material usado como control (sin melaza), presentó olor de abono orgánico, es decir a tierra húmeda. Además, el material perdió su forma

y color original, transformándose en un material pastoso de color blanco por la presencia de hongos y no de bacterias.

## Conclusiones

1. La pulpa de café fresca tiene cantidades de proteínas comparables con el maíz amarillo, aunque difiere en cuanto al contenido de fibra y extracto libre de nitrógeno. Su uso como parte de ración alimenticia de bovinos se puede establecer en combinación con melaza y tubérculos.

2. El ensilaje de la pulpa de café fresca con 3% y con 4% de melaza es un proceso efectivo para preservarlo de una degradación microbiológica inadecuada.

3. No existe diferencia significativa para  $\alpha = 5\%$  entre el ensilaje de la pulpa de café con 3% y 4% de melaza. Sin embargo si existe diferencia signi-

ficativa con el control, 0%, para el mismo nivel de significancia.

4. El proceso de ensilaje provocó una disminución del pH a niveles adecuados siguiendo un patrón fermentativo heteroláctico.

5. Las características químicas del licor de drenaje permiten utilizarlo como activador del proceso unido a la melaza.

6. La pulpa de café ensilada durante cinco meses, tiempo que dura la zafra, y seca presenta características físico-químicas y organolépticas (olor, color y textura) adecuadas para incorporarse a raciones alimenticias de bovinos.

## Literatura citada

1. Asociación of Official Analytical Chemists (A.O.A.C) 1980. Official Methods of Analysis (13 th. Ed.) Washington.D.C.
2. Bohkernford, B. y H. Fonseca. 1974. Calidad del ensilado con pulpa de café conteniendo humedad y varios aditivos. Informe Final. Primera reunión Internacional sobre la utilización de sub-productos de café en la alimentación animal y otras aplicaciones agrícolas e industriales. CATIE. Turrialba. Costa Rica.
3. Braham, J. E. y R. Bressanni. 1979. Coffee pulp composition. Technology and Utilization. International Research Center. Canadá.
4. Cabezas, M. T.; E. Estrada; B. Murillo; J. M. González y R. Bressanni. 1976. Pulpa y pergamino de café XII. Efecto del almacenamiento sobre el valor nutritivo de la pulpa de café para terneros. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 26:203-215.
5. Costa, L., A. Escalera, M. Fernández y J. R. Ferrer. 1981. Composting de la pulpa de café venezolano. 3ras. Jornadas Científico-Técnicas. Facultad de Ingeniería. LUZ.
6. Chirinos M., G. León de Pinto, N. González de Colmenares y J. R. Ferrer. 1990. Producción de alcohol etílico mediante fermentación sumergida a partir de escobajo de uva. XIX Jornadas Venezolanas de Microbiología, Dra. Slavia Ryder. Maracaibo. Venezuela.
7. Daqui, L. E. 1974. Características químicas y nutricionales de la pulpa de café ensilada con pasto napier y plantas de maíz. Tesis de magister Scientiarum. Universidad de San Carlos de Guate-

- mala. Facultad de Medicina Veterinaria. INCAP/CESNA. Guatemala.
8. Ferrer, J. R. 1980. Degradación de Ligninas Marcadas con C<sup>14</sup>, clave para la bioconversión de los desechos agroindustriales. Simposium Nacional sobre Desechos Agroindustriales. Fundación CIEPE. Venezuela.
  9. Ferrer, J. R. y E. Castro. 1980. Producción de Proteína Unicelular a partir de desechos de plátanos. Simposium Nacional sobre Desechos Agroindustriales. Fundación CIEPE. Venezuela.
  10. Ferrer, J. R. 1984. Preservación de la pulpa de café. Proyecto PI-051. Reporte Final. Fundación CIEPE. San Felipe. Venezuela.
  11. Ferrer, J. R. y V. Carrizales. 1984. Recycling agroindustrial waste by lactic fermentation: Coffee pulp silage. Lactic Fermentation in the Food Industries Symposium. UNAM. México.
  12. Ferrer, J. R. 1985. Alternativas Tecnológicas para el Aprovechamiento de la Pulpa de Café. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ingeniería. LUZ.
  13. Ferrer, J. R., C. Oliveros, A. Romero y E. Rivas. 1985. Fermentación de la melaza comercial para la producción de alcohol etílico. 5tas. Jornadas Científico-Técnicas. Facultad de Ingeniería. LUZ.
  14. Ferrer J. R. y V. Carrizales. 1985. Aprovechamiento de la pulpa de café venezolano. Simposio sobre Tecnologías Apropriadas. Fundación CIEPE. Venezuela.
  15. Ferrer, J. R., M. Chirinos y G. Páez. 1992. Diseño de un bioreactor para producción de compostaje a partir de desechos de uva. 8vas. Jornadas Científico-Técnicas. Facultad de Ingeniería. LUZ.
  16. Ferrer, J. R., F. Araujo y E. García. 1992. Estudio de la filtración de cachaza de caña de azúcar para disminuir su grado de polarización. 8vas. Jornadas Científico-Técnicas. Facultad de Ingeniería. LUZ.
  17. Ferrer, J. R., E. Caldera, D. Moreno y G. Páez. 1992. Aprovechamiento integral de los sub-productos generados en la producción de aceite crudo a partir del grano de soya. 8vas. Jornadas Científico-Técnicas. Facultad de Ingeniería. LUZ.
  18. Ferrer J. R.; D. Mujica y G. Páez. 1993. Producción de un compostaje a partir de desechos de uva. Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. 16(3):191-198.
  19. Ferrer, J. R., G. Páez y M. Chirinos. 1993. Estudio de la deshidratación y digestibilidad *in vitro* de la pulpa de café. XLIII Convención Anual de AsoVAC. Mérida. Venezuela.
  20. Ferrer, J. R.; G. Páez y M. Chirinos. 1994. Bioproceso aeróbico de la pulpa de café. Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. 17(2):67-74.
  21. Gómez, G. H. y G. Viniestra. 1980. Orientation of sugar fermentation inoculated with heterogeneous microbial population from cow dung. In *advance in biotechnology*. Moo-Young, M. Edit Vol II. Canadá.
  22. Gómez, J. 1981. Bioquímica de las Fermentaciones. En *Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos*. J. G. Editores. México.
  23. Mc Donald, P., R. A. Edwards y J. F. D. Greenhalgh. 1981. *Nutrición Animal*. Editorial Acribia, S. A. España.
  24. Montgomery, D. 1991. *Diseño y Análisis de Experimentos*. Grupo Editorial Iberoamérica. S.A. México. 71-72.
  25. Murillo, B. 1978. Composición química y fraccionamiento de los componentes celulares de la pulpa de café. Brahan, J. y R. Bressanni, Editores. International Development Research Center. Canadá.
  26. Sanchez, E. y J. R. Ferrer. 1992. Obtención de soluciones nutritivas para cultivos hidropónicos a partir de los desechos de uva. 8vas. Jornadas Científico-Técnicas. Facultad de Ingeniería. LUZ.
  27. Santiago, B.; J. R. Ferrer; N. de Colmenares y G. Páez. 1993. Los desechos de uva y su posible uso industrial. Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. 16(3):199-208.