

COMPOSICION QUIMICA Y DIGESTIBILIDAD

in vitro DE LA PULPA DE CAFE *

Jaime Rubio U. **

Jaime Pineda M.

INTRODUCCION

En Colombia, uno de los desechos agrícolas más abundante lo constituye la pulpa de café. En diversos trabajos, se ha buscado su utilización como parte de la dieta alimenticia en animales. Sin embargo, se han encontrado factores adversos tales como la cafeína, los polifenoles y los taninos. La pupa de café posee un alto contenido de fibra cruda.

En nuestro país, la cantidad de pulpa producida con base en materia seca es de 207.000 toneladas anuales, aproximadamente. La cantidad de pulpa fresca asciende a 1.155.000 toneladas, que se arrojan a los ríos, o parte se deja descomponer en las fincas produciendo contaminación ambiental en la zona cafetera.

Los objetivos de este estudio fueron:

1. Establecer la composición química de la pulpa de café obtenida del beneficio de la cereza de *Coffea arábica* variedad típica, con la aplicación de los métodos de Weende y de Van Soest.
2. Conocer su valor nutritivo *in vitro*, para buscar cuáles podrían ser los factores adversos a la utilización de la pulpa como alimento por parte de los animales.
3. Conocer las fracciones que componen la fibra de la pulpa, con la aplicación de los métodos detergentes de análisis, o de Van Soest; cuya aplicación hasta donde se conoce, se hace por primera vez en Colombia.

* Contribución del programa de Estudios para Graduados UN - ICA y el Departamento de Ciencias Animales del ICA. Adaptación y resumen de la Tesis de grado presentada por el autor principal a dicho Programa como requisito parcial para optar el título de Magister Scientiae,

** Respectivamente, M.V.Z. Ms, jefe de la Sección de Industria Animal CENICAFE - CHINCHINA, M.V.Z., PhD, Director del programa Nacional de Ganado de leche del ICA.

4. Establecer si la pulpa de café mejora nutricionalmente cuando se somete a diferentes sistemas de fermentación.

REVISION DE LITERATURA

La pulpa de café, subproducto obtenido del beneficio de la cereza de café, está formado por el epicarpio y parte del mesocarpio del fruto (32). La descomposición de la pulpa, se permite en las fincas cafeteras con la finalidad de utilizarla posteriormente como fertilizante ya que su gran valor en tal sentido ha sido demostrado por varios investigadores (10, 22, 25 y 32).

En la alimentación animal, la pulpa ha sido utilizada en diferentes trabajos en forma seca (2, 3, 5, 7, 9, 10, 16, 20, 21, 35). Los análisis químicos, indican que posee un alto contenido de fibra cruda. Se ha encontrado que su valor alimenticio (5) es semejante al del heno de buena calidad. El estudio de la digestibilidad de la pulpa seca (20) realizado en cabras Anglonubian, presentó los siguientes porcentajes: proteína, 34,0; extracto etéreo, 97,9; fibra, 87,7; extracto no nitrogenado, 76,1 y materia seca 76,20. Se ha realizado el análisis proximal de la pulpa de café en forma de ensilaje (2, 7, 9, 16, 17, 23, 30). Tanto los análisis de la pulpa seca como los de la pulpa ensilada muestran un alto contenido de fibra cruda.

Para tratar de mejorar el valor nutricional de la pulpa de café, se han realizado trabajos en los cuales se ha ensayado la propagación de microorganismos (6, 8, 31). Se destaca la utilización de las levaduras *Torulopsis utilis* (6, 8) y *Candida utilis* (31) con buenos resultados en cuanto a la propagación de dichos microorganismos.

Se ha mencionado el contenido alto de potasio (3) tanto en la pulpa seca como en la pulpa ensilada, como factor adverso para su utilización en la alimentación animal. La pulpa de café se utilizó en animales no rumiantes, para identificar los factores adversos fisiológicamente (4). Los resultados revelaron que las raciones con 30 por ciento de pulpa de café causaron alta mortalidad en ratas y pollos antes de siete días con síntomas variados. Como posibles sustancias tóxicas se señalan la cafeína y el ácido clorogénico, pero éstas no han podido ser identificadas en forma definitiva.

El componente más importante del café después de la cafeína es el ácido clorogénico (18), pero sus efectos en la fisiología animal no son bien conocidos.

El análisis proximal ó de Weende (14), ha sido el utilizado tradicionalmente por todos los autores para mostrar las fracciones que componen la pulpa de café. Debido al empirismo en el cálculo de las fracciones tales como la fibra cruda, extracto etéreo y extracto no nitrogenado, los investigadores han tratado de establecer un nuevo método que reemplace al de Weende, (1, 9, 14, 26, 27, 28, 29), este método se conoce con el nombre de Van Soest o método detergente de análisis.

Van Soest (12, 26, 27, 28, 29), ha empleado un nuevo método para la preparación de la fibra de los materiales, en el cual se utilizan detergentes en dos combinaciones, neutra o ligeramente alcalina y fuertemente ácida. La fibra preparada por la solución neutra representa los constituyentes de las paredes celulares en forma no degradada. La fibra preparada por la digestión ácida representa la porción menos digestible de la fibra, en lo que a rumiantes se refiere.

La pared celular de los vegetales, corresponde a lo que puede ser definido nutricionalmente como una fracción total de fibra (27). La disponibilidad nutritiva de la pared celular está controlada por las características estructurales que encadenan juntamente a la himecelulosa, y a la lignina.

La digestibilidad *in vitro* (12) no descubre la naturaleza del factor limitante. Esta identificación se obtiene con base en los análisis químicos. La cantidad en que se rebaja la digestibilidad por efecto de la lignificación, ha sido expresada matemáticamente por Hvidsten mencionado por Lewis (19), por medio de la fórmula: digestibilidad de la materia seca = $84,9 - 1,15X$, donde X es el porcentaje de lignina.

MATERIALES Y METODOS

El material utilizado se obtuvo de un lote semiexperimental de **Coffea arábica** var. típica establecido en CENICAFE, Chinchiná; localizado a 1360 msnm, 20,6°C de temperatura media, 75% de humedad relativa, precipitación pluvial de 2.510 mm. anuales (11). El suelo pertenece a la unidad 20. (13)

Después de cosechada la cereza, se obtuvo la pulpa por medio de una despulpadora manual. Una parte se ensiló en un microsilo de laboratorio, otra se deshidrató y una tercera se conservó en refrigeración para ser inoculada posteriormente con levaduras que se obtuvieron del líquido

que drenaba del silo. Se obtuvo también una muestra de pulpa descompuesta, procedente de las fosas de descomposición, con el fin de someterla a los mismos análisis a que fueron sometidas las otras muestras.

Del material ensilado se tomaron muestras al mes y a los cuatro meses. Las levaduras obtenidas del líquido que drenaba del silo, se propagaron en el laboratorio adicionando a la melaza de caña que sirvió de sustrato, los requerimientos de fósforo, nitrógeno y biotina aconsejados.

La pulpa que se destinó para inocular con las levaduras propagadas en la forma indicada, se dividió en tres sustratos, para estudiar qué tipo de tratamiento ofrecía mejores resultados para incrementar el N: pulpa deshidratada molida, pulpa fresca entera y pulpa fresca cortada en licuadora. Se colocaron los sustratos en beakers de 3.000 ml de capacidad. Se agregó, a cada uno, agua, biotina hidrosoluble al 2%, fosfato de amonio y el inóculo húmedo. Se llevaron los beakers a baño maría a 28°C. el pH se calibró a 4,5. Se mantuvieron las condiciones aeróbicas requeridas por medio de un motor de los usados en los acuarios. El proceso de inoculación se extendió durante 60 horas, obteniendo alícuotas de 35 ml. cada 12 horas. A estas se agregó 10 ml de ácido tricloroacético, se dejó en reposo durante una hora, se centrifugó y se filtró en papel de filtro, que se secó en estufa a 60°C durante 24 horas; luego se pesó y la diferencia se anotó como materia seca, ésta se sometió al método de Kjel'dahl para el análisis de nitrógeno total. Al final se utilizaron los sobrantes del inóculo, para realizar los análisis químicos previstos para todas las muestras.

Las muestras que fueron analizadas en el presente trabajo, se identificaron así:

- a) Pulpa fresca
- b) Pulpa ensilada
- c) Pulpa descompuesta ó de fosa
- d) Pulpa inoculada con levaduras 1) entera 2) cortada 3) molida.

Las muestras fueron sometidas a los siguientes análisis: proximal o de Weende (14, 24); análisis de minerales: fósforo, calcio, magnesio y hierro; energía bruta por medio del calorímetro de bomba; fibra detergente neutro (FDN); fibra detergente ácido (FDA), para identificar los contenidos de paredes celulares (PC), contenido celular (CC), hemicelulosa, lignina, celulosa y sílice (14, 24, 26, 27, 28, 29, 34).

julio - septiembre 1973

Se utilizó el método de digestibilidad *in vitro*, modificado por Van Soest, (12, 24) y se estimó el valor nutritivo a partir de los resultados químicos. Se calculó el TDN y la proteína digestible por medio de la aplicación de las ecuaciones de regresión de Harris *et al* (15).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se observan los resultados del análisis de Weende en los cuales se destaca el incremento de la proteína cruda en las muestras inoculadas con levaduras. La fracción fibra cruda es alta en todas las muestras, aumenta en la pulpa descompuesta y baja a la mitad en la pulpa inoculada cortada.

TABLA 1. Pulpa de café. Resumen comparativo de la composición química proximal de las muestras analizadas, expresada como porcentaje de la materia seca (Tibaitatá, 1973).

Fracciones	Fresca	Ensilada		Descompuesta	Inoculada con levaduras		
		30 días	4 meses		Molida	Entera	Cortada
Humedad residual	8.20	4.60	5.50	8.95	6.80	5.65	5.80
Extracto etéreo	3.86	4.80	4.67	4.10	4.12	4.01	4.37
Fibra cruda	19.43	20.62	22.89	26.83	21.83	18.47	10.50
Nitrógeno total	1.80	2.10	2.15	2.64	3.20	3.90	3.65
Proteína cruda	11.25	13.12	13.44	16.60	20.00	24.40	22.82
Cenizas	8.72	7.14	7.80	6.86	9.80	11.82	11.00
Extracto no nitrogenado	56.74	54.32	51.20	46.24	44.25	41.20	51.31
Materia orgánica	83.08	88.26	88.73	84.18	83.40	82.40	83.20

No se encuentran diferencias marcadas entre la pulpa fresca y la pulpa ensilada. Este resultado concuerda con el reportado por Bressani *et al.* (3) quienes no encontraron diferencias entre los análisis químicos de las muestras mencionadas.

En la misma tabla, se aprecia que no hay diferencias entre las muestras de pulpa ensilada obtenida a los 30 días y a los cuatro meses, lo que permite pensar que si la cafeína disminuye con el almacenamiento (3), con este procedimiento se podría obtener pulpa con menor contenido de cafeína pero con un contenido constante de las otras fracciones.

Entre las muestras inoculadas con levaduras se observa la disminución marcada de la fibra cruda y el aumento simultáneo de la proteína cruda, en el tratamiento de la pulpa cortada. No se encuentran diferencias en el contenido de materia orgánica de las muestras.

La figura 1 muestra los cambios presentados por el nitrógeno durante las 60 horas de incubación de las muestras inoculadas con levaduras. Se obtuvo el mayor incremento con las muestras entera y cortada.

El análisis de minerales, tabla 2, muestra el alto contenido de potasio de todas las muestras con excepción de la pulpa descompuesta, en la cual se encuentra rebajado a más de la mitad, debido posiblemente al lavado que se produce por la entrada continua de agua a la fosa de descomposición.

TABLA 2. Pulpa de café. Resumen comparativo del análisis de minerales. (Tibaitatá, 1973).

Minerales		Fresca	Ensilada	Descompuesta	Inoculada con Levaduras		
					Molida	Entera	Cortada
Calcio	%	0.76	0.77	1.30	1.07	1.00	0.95
Fósforo	%	0.52	0.47	0.23	0.30	0.51	0.51
Potasio	%	7.10	6.60	3.10	6.11	7.42	7.11
Magnesio	%	0.10	0.05	0.06	0.51	0.61	0.60
Hierro	ppm	76.30	55.03	104.20	53.65	53.00	63.70

El contenido alto de potasio de la pulpa ha sido mencionado (3) como un factor adverso por interferir con la utilización del sodio. Un elevado cociente nutritivo potasio/sodio, agota el sodio y el cloro del organismo aumentando las necesidades de dichos elementos (33). Las concentraciones relativamente altas de potasio, en el rumen, aumentan la diferencia de potencial entre el rumen y la sangre; a mayor potencial, mayor es la concentración que debe ser alcanzada por los cationes como el magnesio para que puedan ser absorbidos (19). Así mismo, los altos niveles de potasio en el rumen de los animales que consumen pasto con alto contenido de potasio, puede ser un factor que contribuye a la tetania de los pastos; este desorden está asociado con una alta relación K/Ca; K/Mg y K/Na.

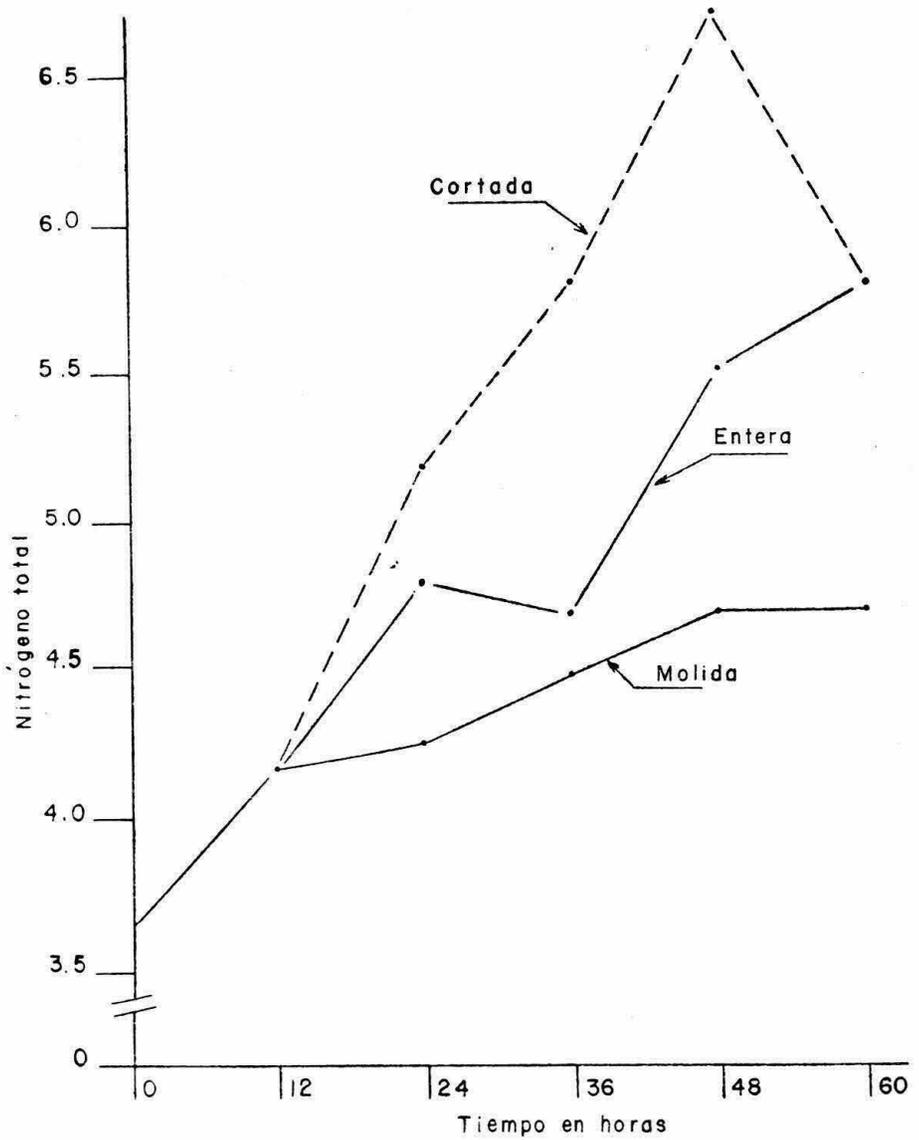


FIGURA 1.- Pulpa de Café. Cambios mostrados por el N total durante el tiempo de incubación con levaduras.

La relación calcio/fósforo y el contenido de hierro se encuentran aumentados en la pulpa descompuesta. El magnesio aumenta considerablemente en las muestras inoculadas con levaduras.

Los métodos detergentes de Van Soest para el análisis de la materia seca de los vegetales, hasta donde se conoce, se aplican por primera vez a la pulpa de café.

Los resultados obtenidos con la aplicación de los métodos detergentes para el análisis de la materia seca, se observan en la tabla 3. El contenido de paredes celulares (PC), la fibra detergente ácido (FDA), la celulosa, lignina y sílice son más altos con la pulpa descompuesta; estos valores indican que su poder nutricional es escaso por poseer un alto contenido de paredes celulares y de lignina.

La pulpa inoculada con levaduras presentó un análisis muy similar entre los tratamientos de la entera y la cortada, mostrando diferencias en favor de esta última, por el menor contenido de lignina.

En todas las muestras estudiadas, la pulpa presentó una disponibilidad muy limitada para los animales no rumiantes, ya que ellos no producen en el organismo las enzimas capaces de desdoblar los carbohidratos estructurales como la celulosa y la hemicelulosa (27, 29). Además el contenido de lignina es alto y no es digestible para dichos animales. Es probable que a ello se deban los hallazgos de varios investigadores (4, 17) quienes han encontrado detrimento del crecimiento de los animales cuando aumentan los niveles de pulpa en la ración.

La lignina produce un enlace muy fuerte con las partes cristalizadas de la estructura de la celulosa, formando una barrera física que impide que la celulosa sea atacada por los microorganismos celulolíticos del rumen (19). La disponibilidad de la celulosa baja notoriamente a medida que se incrementa el contenido de lignina. Cuando el contenido de lignina pasa de 10%, la digestibilidad de la celulosa baja significativamente.

El incremento del contenido de paredes celulares (27), produce un marcado descenso de la ingestión voluntaria; esto ocurre con materiales que como la pulpa de café, forman una cubierta de la semilla de la planta y como tal, se ha demostrado que estos materiales suministran fibra relativamente indigestible incluso para rumiantes (34).

TABLA 3.- Pulpa de Café. Análisis de los componentes encontrados con la aplicación de los métodos de Fibra Detergente (Tibaitatá, 1973).

	Fresca	Ensilada	Descompuesta	Inoculada con levaduras		
				Molida	Entera	Cortada
Contenido de paredes celulares (PC) %	42,00	41,95	56,90	41,50	36,10	35,87
Contenido celular (CC) %	58,00	58,05	43,10	58,50	63,90	64,13
Fibra detergente ácido (FDA) %	46,43	43,70	63,70	49,27	41,52	40,71
Hemicelulosa %	4,63	1,75	6,80	7,77	5,42	4,84
Celulosa %	29,51	29,66	33,42	29,02	28,25	28,90
Lignina %	16,85	13,96	28,27	19,91	13,04	11,60
Sílice %	0,27	0,08	2,01	0,34	0,23	0,21

El contenido de celulosa obtenido con el método de Van Soest en el presente trabajo, coincide con el resultado de Wiltbank, mencionado por Calle (7) quien obtuvo 27,65 por ciento por el método ácido-soda.

En la tabla 4 se observan los resultados obtenidos cuando se sometieron las muestras al proceso de digestibilidad *in vitro* por el método modificado de Van Soest. La digestibilidad verdadera de la materia seca DVWS fué baja para la pulpa descompuesta, un poco mayor para la pulpa molida inoculada con levaduras y más o menos constante para las otras muestras .

TABLA 4. Pulpa de Café. Digestibilidad verdadera obtenida *in vitro*, corregida por lignina y calculada por los análisis químicos. (Tibaitatá, 1973).

Pulpa de café	DV <i>in vitro</i> %	DV* corregida %	DV calculada %
Fresca	85.13	65.50	66.90
Ensilada	86.82	68.80	69.00
Descompuesta	62.40	52.40	52.50
Molida	76.00	62.00	66.00
Entera	83.20	69.90	73.10
Cortada	86.00	71.60	75.90

* $DV \text{ corregida} = 84,9 - 1.15X$
donde X = % de lignina.

La digestibilidad *in vitro* muestra la tendencia que presentan las distintas muestras, pero no indica el factor limitante (12).

Entre los factores que limitan la digestibilidad de la materia seca, se encuentra la lignina, que como se observa en la tabla 3, presenta un alto contenido en las distintas muestras.

Hvidsten mencionado por Lewis (19) ha propuesto una ecuación de regresión, para corregir la digestibilidad de la materia seca, la cual se encuentra enunciada en la tabla 4.

En dicha tabla se observan los resultados de la digestibilidad corregida por lignina en la segunda columna. En la tercera columna se aprecian los resultados de la digestibilidad verdadera calculada con base en los análisis químicos por la ecuación aditiva de Van Soest (1, 12, 24). Los porcentajes de digestibilidad son bajos ya que están afectados fuertemente por el alto contenido de lignina.

La digestibilidad verdadera de la materia seca corregida por lignina y la calculada por la ecuación de Van Soest son similares para cada una de las muestras lo que permite establecer que con la aplicación de la ecuación sumativa, es suficiente para conocer la digestibilidad verdadera y aparente de la materia seca sin tener que acudir a la digestibilidad *in vitro* ya que dan un resultado similar.

La aplicación de las ecuaciones de regresión de Harris et al. (9, 15), permite obtener el total de nutrientes digestibles o TDN estimado utilizando para ello, el análisis de Weende. A partir de la obtención del TND, se calculan la energía digestible y la energía metabolizable. En la tabla 5 se pueden apreciar los datos de energía digestible, TND, energía metabolizable y energía bruta, obtenida esta última por el calorímetro de bomba ,además del porcentaje de utilización de la energía bruta.

TABLA 5. Pulpa de Café. Cálculo de la energía digestible y de la energía metabolizable a partir del TND caculado por las ecuaciones de regresión de Harris et al. (15).

Energía	Fresca	Ensilada	Inoculada con levaduras		
			Molida	Entera	Cortada
Energía bruta Mcal/Kg*	4.4	4.6	4.3	4.3	3.9
Energía digestible Mcal/Kg	1.15	2.95	2.51	2.50	3.15
Total de nutrientes digestibles %	26.1	66.9	57.0	56.6	71.4
Energía metabolizable Mcal/Kg.	0.94	2.42	2.10	2.10	2.60
Utilización de la energía bruta %	21	52	48	47	65

* Mcal = megacalorías

El TDN obtenido para la pulpa procedente de la fosa, al aplicar la ecuación de regresión, como un alimento considerado de la categoría 1,

alimento tosco (9), fué de 8.13%. Este valor es muy bajo nutritivamente, para continuar calculando los demás datos de energía. Los valores encontrados de TDN, coinciden con los de las tablas de alimentación (9).

Los resultados indican que la pulpa de café fresca, posee un bajo valor energético para ser utilizada con rumiantes; estos valores mejoran con la pulpa ensilada y la inoculada con levaduras cortada, pero el porcentaje de utilización de la energía bruta es muy bajo para ser considerada la pulpa como un alimento energético.

Las ecuaciones para calcular la proteína digestible (15) estaban disponibles para la pulpa fresca, categoría 1 de alimentos y para la pulpa ensilada categoría 3 (9).

Los resultados son los siguientes:

Fresca: $Y = 0.866 (11.25) - 3.06 - 6.68$ de proteína digestible.

Ensilada: $Y = 0.908 (13,12) - 3.71 - 8.14$ de proteína digestible

En las fórmulas, Y es la proteína digestible y el número en paréntesis corresponde a la proteína cruda obtenida por el análisis proximal. Los resultados obtenidos para la proteína digestible son similares a los calculados en las tablas de alimentos (9).

La digestibilidad calculada para la proteína de la pulpa fresca y de la pulpa ensilada es de 59.4% y 62.0% respectivamente, lo cual representa un valor nutritivo muy bajo de dicha proteína y difiere de los resultados encontrados en cabras (20) en los que se indica una digestibilidad del 34%. Es posible que la lignina atrape no solo la celulosa sino gran parte de la proteína de la pulpa y la arrastre hacia las heces para ser excretadas sin metabolizar.

CONCLUSIONES

1. La pulpa de café en las distintas formas estudiadas, no posee valor nutritivo para los animales, por su alto contenido de potasio y de lignina, su escaso poder energético y su bajo porcentaje de digestibilidad.
2. Considerando los bajos valores nutritivos encontrados mediante los diferentes análisis y la baja palatabilidad del material, se concluye que hasta tanto no se diseñen procesos mejorantes y económicos del

valor nutritivo de la pulpa de café, su utilización en gran escala para la alimentación animal está seriamente limitada.

3. Se demostró que gracias a los métodos detergentes de análisis de Van Soest, utilizados para identificar los componentes de la pared celular de los forrajes, se logró establecer que la lignina es el principal factor que interfiere con el valor nutritivo de la pulpa de café en los animales.

RESUMEN

Uno de los subproductos más abundantes como desecho agrícola, lo constituye la pulpa de café, la cual se deja descomponer o se envía a las aguas de los ríos provocando la contaminación ambiental en la zona cafetera.

Con el presente trabajo, se estudió la composición proximal por el método de Weende y se llevó a cabo el análisis de la materia seca para conocer las fracciones que hacen parte de la pared celular con la aplicación de los métodos detergentes de Van Soest. Además se empleó el método de la digestibilidad *in vitro* modificado en su segunda fase por Van Soest con el fin de determinar la digestibilidad verdadera de la materia seca.

Las muestras de pulpa de café utilizadas, fueron: pulpa fresca, pulpa ensilada, pulpa fresca inoculada con levaduras y pulpa obtenida de las fosas de descomposición. Las muestras procedían de la cosecha de café de un lote semiexperimental de *Coffea arabica* var. típica, obtenidas en el Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFE, Chinchiná, Colombia.

Los análisis químicos y el proceso microbiológico de inoculación se llevaron a cabo en el Laboratorio Nacional de Nutrición Animal de Tibaitatá, en Bogotá.

El proceso de inoculación con levaduras, obtenidas de la pulpa ensilada, mostró un incremento en el contenido de nitrógeno total.

Los resultados obtenidos con el análisis de Weende, mostraron que no se encuentran diferencias marcadas en el contenido de las fracciones químicas analizadas entre la pulpa fresca y la pulpa ensilada, ni entre las muestras de ésta última obtenidas al mes y a los cuatro meses.

El contenido de fibra de la pulpa de café es alto, pero se destaca la disminución de esta fracción presentada por la pulpa inoculada con levaduras cuyo tratamiento previo a la inoculación fué el cortado con cuchillas de licuadora. La pulpa inoculada con levaduras en sus tres formas de tratamiento: molida, entera y cortada, presentó un incremento marcado en el contenido de proteína cruda.

El análisis de minerales mostró que la pulpa de café posee un alto contenido de potasio, superior al de la melaza de remolacha que es el material con mayor contenido de este mineral utilizado en alimentación animal.

La energía bruta, medida por medio de la bomba calorimétrica no mostró diferencias muy marcadas. Sin embargo, al aplicar las ecuaciones de regresión de Harris, para establecer el total de nutrientes digestibles (TDN), se encontró que el poder energético de la pulpa fresca es muy bajo, mejorando considerablemente en la inoculada con levaduras cortada.

El análisis de las paredes celulares por medio de los métodos detergentes de Van Soest, mostró que el contenido de lignina con base en la materia seca, es alto en todas las muestras estudiadas. Así mismo, es alto el contenido de celulosa. En la pulpa inoculada con levaduras, el contenido de lignina baja apreciablemente, pero permanece alto para ser tenido en cuenta como material nutritivo.

La digestibilidad verdadera de la materia seca *in vitro* y la obtenida con base en la ecuación sumativa a partir de los datos químicos analizados, presentaron un porcentaje alto, con excepción de la pulpa descompuesta que fué bajo. Pero, si se tiene en cuenta el alto contenido de lignina, la digestibilidad de la materia seca baja considerablemente.

Se concluyó que la pulpa de café en las distintas formas estudiadas no presenta utilidad nutritiva para los animales por su alto contenido de fibra, de lignina y de potasio.

La lignina debe ser considerada como un factor adverso que interfiere con la utilización de la celulosa y de otros nutrientes, bajando el nivel nutritivo de la pulpa.

BIBLIOGRAFIA

1. ALARCON, M. E. Estimación del valor nutritivo de los forrajes. *Temas de Orientación Agropecuaria (Colombia)* 76 : 25-35. 1972.
2. BARRA H., M., ESPINOSA, F. M. y GUERRERO M. S. Determinación del nivel adecuado de pulpa de café en la ración de novillos. Santa Tecla. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café. *Boletín Informativo No. 92.* 1970 8 p.
3. BRESSANI, R., ESTRADA, E. y JARQUIN, R. Pulpa y pergamino del café. I. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. *Turrialba (Costa Rica)* 22 (3): 299-304. 1972.
4. ——— et al. Valor nutritivo de la pulpa de café en monogástricos. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memorias. México, Documento No. 10.* 1973.
5. CAFE para bovinos. *La Hacienda* 39 (2): 84. 1944.
6. CALLE V., H. Enayo sobre cultivo de levaduras alimenticias en pulpa de café. *Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia. Boletín Informativo* 2 (14): 33-36. 1951.
7. ——— Pomoción de las investigaciones sobre beneficio del café y utilización integral y diversificada de sus productos y subproductos. Chinchiná, Colombia, *Centro Nacional de Investigaciones de Café, s.f.* 15 p. (mecanografiado).
8. ——— Propagación de levaduras alimenticias en la pulpa y mucílago del café. *Revista Cafetera de Colombia* 10 (122): 3730-3732. 1951.
9. CHRISTIANSEN, W. M. C. et al. *Latin American tables of feed composition.* Gainesville, Florida University, 1972. 62 p.
10. CHOUSSY, F. La pulpa de café como alimento del ganado. *Instituto Técnico de El Salvador. Anales* 1 (1): 265-280. 1944.
11. FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. *Anuario meteorológico. Suplemento.* Chinchiná, Centro Nacional de Investigaciones de Café, 1970. p.l.
12. GOERING, H. K. and SOEST, P. J. Van. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications). *U. S. Department of Agriculture Handbook No. 379.* 1970. 20 p.
13. GOMEZ A., A. Curso de conservación de suelos. Chinchiná, Colombia, *Centro Nacional de Investigaciones de Café, s.p.* 1971. (mimeografiado).
14. HARRIS, L. E. Método para el análisis químico y la evaluación biológica de alimentos para animales. Gainesville, Florida University. *Center for Tropical Agricultural Feed Composition Project,* 1970.
15. ———, KEARL, L. C. and FONNESBECK, P. V. Use of regression equations in predicting availability of energy and protein. *Journal of Animal Science* 35 (3): 658-680. 1972.
16. HERRERA, H.E. et al. Análisis químico bromatológico de algunas materias primas colombianas empleadas en nutrición animal. Bogotá, *Instituto Colombiano Agropecuario,* 1970. 38 p.

17. JARQUIN, R. et al Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes. Turrialba (Costa Rica) 23 (1): 41-47. 1973.
18. LEE, S. Role of Chlorogenic acid in coffee. Tea and Coffee 123 (1): 13, 39, 42. 1962.
19. LEWIS, D., ed. Digestive physiology and nutrition of the. rumiant. Proceedings. London, Butterworths, 1961. 279 p.
20. LEWY VAN SEVEREN, M. y CARBONELL, R. Estudios sobre digestibilidad de la pulpa de café y la hoja de banano. El Café de El Salvador 19 (219): 1619-1624. 1949.
21. LIZARAZO R., S. Utilización de la cereza de café en la preparación de concentrados para animales. Tesis Ing. Quim. Bogotá, Fundación Universidad de América, 1971. 147 p. (miemografiado).
22. PARRA H., J. El valor fertilizante de la pulpa de café. Cenicafé (Colombia) 10 (10): 441-460. 1959.
23. REST., D. J. Van and RANDEL, P. F. Methods of ensiling coffe pulp. American Society of Agricultural Engineering. Transactions 12 (2): 180-181. 1969.
24. RUBIO U., J. Compendio de métodos de laboratorio en nutrición animal. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario ,1973 43 p. (mecanografiado).
25. SALCEDO C, L. B. Algo cerca de la pulpa de café. Revista Cafetera de Colombia 6 (58-62): 1823-1824. 1934.
26. SOEST, P. J. Van. Development of a comprehensive system of feed analysis and its aplication to forages. Journal of Animal Science 26 (1): 119-128. 1967.
27. ——— Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and ligning. Asociation of Official Agricultural Chemists. Journal 26 (5): 829-835. 1963.
28. ——— Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. I. Preparation of fiber residues of low nitrogen content. Association of Official Agricultural Chemists. Journal 46 (5): 825-829. 1963.
29. ——— and WINE, R. H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. Association of Official Analytical Chemists. Journal 50 (1): 50-55. 1967.
30. SQUIBB, R. L. El ensilaje de la pulpa de café en el engorde de los becerros. La Hacienda 40 (9): 438-441. 1945.
31. STANDINGER, W. I. A laboratory investigation of some agricultural waste products for growth of *Candida utilis*. Turrialba (Costa Rica) 18: 234-241. 1969.
32. SUAREZ DE CASTRO, F. Valor de la pulpa de café como abono. Agricultura Tropical (Colombia) 16 (8): 503-513. 1960.
33. UNDERWOOD, E. J. Los minerales en la alimentación del ganado. Traducción del inglés por P. D. Maheenda, Zaragoza, España, Acribia, 1969. 320 p.
34. WANCJERW, A. Fibra bruta. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, s.f. 28 p. (mecanografiado).
35. WORK, S. H., LEWY VAN SEVEREN, M. y ESCALON, L. Informe preliminar del valor de la pulpa de café seca como sustituto del maíz en la ración de las vacas lecheras. El Café de El Salvador 16 (185): 773-780. 1946.