

LA UTILIZACION DE LA PULPA DE CAFE EN LA ALIMENTACION DE BOVINOS

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá—INCAP—
Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria — CENITA—
Centro de Desarrollo Agropecuario— Izalco — — CEDA—



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
DIRECCION GENERAL DE GANADERIA
Unidad de Divulgación Técnica.
Soyapango, El Salvador, C.A.

I N T R O D U C C I O N

El presente volumen reúne los textos de las conferencias que los respectivos autores presentaron el Curso sobre Ganado Bovino, impartido en ocasión de celebrarse la XV Exposición Pecuaria del Istmo Centroamericano EXPLICA-76 la que tuvo efecto en la ciudad de San Salvador, del 2 al 10 de Mayo de 1976.

La Dirección General de Ganadería del MAG, a través de su Unidad de Divulgación Técnica con el consentimiento de los autores y dentro del programa de Utilización de la Pulpa de Café en la Alimentación de Rumiantes, que el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá INCAP- desarrolla en El Salvador, hace la reproducción total del contenido de los temas, con el propósito de contribuir a la introducción de nuevas técnicas agropecuarias que beneficien el rendimiento económico de la Ganadería Nacional.

UNIDAD DE DIVULGACION TECNICA

Soyapango, Julio de 1976.

UTILIZACION DE DESECHOS DE CAFE EN ALIMENTACION DE ANIMALES, Y MATERIA
PRIMA INDUSTRIAL

R. BRESSANI⁺⁺ Y L.G. ELIAS⁺⁺⁺

-
- + Presentado en la reunión de EXPICA-76, llevada a cabo en El Salvador, San Salvador del 3 al 8 de mayo de 1976 durante la Exposición Pecuaria del Istmo Centroamericano.
 - ++ Ph. D., Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos - del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP, Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C.A.
 - +++ Jefe del Programa de Alimentos Básicos de la División de Ciencias Agrícolas y de alimentos del INCAP, y ponente de la presentación.

INTRODUCCION

Durante muchos años, la producción de café ha sido una de las cosas económicamente más importantes en varios países de la América Latina, así como de otras partes del mundo. Su productividad ha ido en aumento, sin embargo, el procedimiento empleado para convertir el fruto maduro en grano, ha ido cambiando muy poco a través de los años.

Debido a la naturaleza del procesamiento del café maduro y al valor económico de este grano, se considera que en el pasado se le ha dado muy poca atención a sus subproductos. Sin embargo, debido a diversos problemas como son el desecho de los subproductos en sí, la contaminación ambiental, la economía de la producción de café, y la necesidad que existe en América Latina de incrementar el número y disponibilidad de materias primas, ha sido el estímulo para llevar a cabo nuevas investigaciones -- para la utilización de los subproductos del café.

Hasta hace poco, la investigación fue muy limitada, haciéndose énfasis en el uso de la pulpa de café como alimento para animales. Sin embargo, alrededor del año de 1944, se publicaron reportes de investigaciones realizadas sobre el uso de la pulpa de café como ingrediente de dietas para vacas lecheras, y los cuales aparentemente, dieron buenos resultados (1). A partir de entonces, han sido publicados (2-9) otros informes sobre la utilización de la pulpa de café como alimento animal. Varios de éstos son contradictorios, sin embargo, en casi todos ellos, se sugiere el potencial de la pulpa de café como alimento para animales, a pesar de los problemas que se han encontrado. Hasta la fecha, sólo pequeñas cantidades de pulpa se mezclan con otros componentes de las dietas para animales. Se ha propuesto también otros usos, y se han publicado ya algunos resultados, sin embargo, usos económicos todavía están por desarrollarse (10).

El presente informe hace una revisión de los avances en la investigación realizadas, para la utilización de los subproductos de la cereza del café, con énfasis en la composición química y sus usos potenciales. Estos usos han sido considerados en términos de procesamiento a nivel del beneficio de café, disponibilidad de materia prima, composición química y valor nutritivo.

SUBPRODUCTOS DEL CAFE

A- Generales.

A pesar de ser tan bien conocidos los dos principales subproductos del café, al menos en los países productores de café, se considera de interés describirlos antes de entrar de lleno a su uso potencial

Un corte transversal de un grano de café en cereza se puede apreciar en la Figura 1. La pulpa está constituida de una capa relativamente gruesa de células esponjosas por naturaleza. Inmediatamente después de la pulpa, se puede observar una capa mucilaginosa, y luego viene la cascarilla, la que envuelve el grano de café.

Las cerezas del café se cosechan en Centro América, a partir de las últimas semanas del mes de agosto, hasta el mes de mayo, dependiendo de la localidad en la cual se encuentra la plantación. Se cosechan de los árboles, como es conocido por todos, cuando el color de la cereza es marrón oscuro. Después de cosechado, el café maduro se lleva al beneficio, lugar que en algunos casos se encuentra localizado en la misma plantación, mientras que en otros, está centralizado en otro pueblo o localidad. El café maduro es entonces sumergido en grandes tanques de agua para lavarlo, usando esta agua corriente para transportarlo luego hacia las máquinas despulpadoras. El proceso se ha representado en la Figura 2.

Esta operación separa la pulpa de la cereza del café, dejando esta última recubierta por una capa mucilaginosa y por una cascarilla. Luego

del procedimiento anterior, las cerezas se dejan fermentar durante más o menos 48 a 72 horas, o son tratadas químicamente para remover el mucílago de ellas. Se lavan luego, y se dejan secar parcialmente bajo el sol, antes de someterlas a la fase final de secado para lo que se usa un tambor rotatorio con aire caliente. Luego de secados, los granos de café se separan de la cascarilla que los recubre.

La pulpa que se quitó al fruto se descarta entonces, para lo cual se utiliza agua, que la lleva hacia los sistemas disponibles para su descarte. En algunos casos la pulpa se echa a los ríos y en otros se usa en la misma finca como abono orgánico.

El proceso descrito anteriormente es el más comúnmente usado en los beneficios de café que tienen abundante agua, pero que no es el caso en la mayoría de los beneficios de café centralizados. En aquéllos donde el agua es limitada, ésta se usa varias veces para remojar el café en cereza, operación que sugiere la posibilidad de usar las aguas de remojo como sustrato para la producción de microorganismos. La Figura 3 diagramáticamente describe la utilización del agua en los beneficios de café centralizados así como también indica cómo podría ser utilizada. El agua usada para despulpar y para lavar los granos fermentados podría ser usada para crecimiento de microorganismos y la cual, luego de ser recuperada, podría ser utilizada nuevamente. Se ha indicado que la DQO (Demanda Química de Oxígeno) del agua usada para despulpar, varía de 20 a 50 g./litro, mientras que el DQO del agua de lavado del grano fermentado, varía de 3 a 10 g./litro. Los valores dependen principalmente del número de veces que la misma agua se use para la misma operación (12,13).

El balance material como se obtiene en el laboratorio, se presenta en el Cuadro No.1. El proceso se describe al lado izquierdo del Cuadro. Este Cuadro incluye el contenido de humedad del grano entero y fraccionado. De 1000 g. de cerezas, 432 g. de pulpa de café se obtienen, lo que en base seca, representa alrededor del 29% del peso del grano entero. Procesamientos posteriores del grano de café dan como resultado alrededor de 61 g. de cascarilla de café húmeda, ó 41 g. de peso seco, lo que

es equivalente a cerca de 12% de cereza. El otro producto de interés es el mucílago, el que asciende a alrededor de 5% del peso seco del cerezo de café (11).

El Cuadro Nº. 2 resume el porcentaje de distribución de la estructura anatómica de la cereza, en dos variedades de café, y de una muestra mezclada. Los resultados indican que existe una variación pequeña en la mayoría de los componentes. Es de interés observar que la variación en el mucílago, cuyo contenido es de 4.9 a 13.7 que se supone debe ser debido al procesamiento utilizado para separar las diferentes fracciones. (10, 11).

En base a la producción de café de América Latina, se ha estimado - que existen alrededor de 1.5 millones de toneladas métricas de pulpa, de café seca disponible, y alrededor de 0.5 millones de toneladas métricas de cascarilla de café. De la misma manera, las cantidades de mucílago son bastante grandes. Datos de los países de Centro América se resumen en el Cuadro Nº. 3. En él se puede notar que en 3 países la disponibilidad de pulpa fresca está entre 7 y 8 millones de quintales, y en dos - de ellos, las cantidades disponibles pasan de 2 millones de quintales. Obviamente, estas cantidades deberían tener alguna significación económica y deberían también servir para otros propósitos de utilidad para los países productores de café.

B- Composición química de la pulpa de café.

La composición química total de la pulpa de café se ha descrito varias veces, y algunos valores representativos de nuestros laboratorios - (11) se muestran en el Cuadro Nº. 4. Se detallan tres grupos de análisis, que corresponden a: pulpa fresca, pulpa deshidratada, y una muestra de la pulpa dos o tres días después de separada del grano.

Debe llamar la atención el alto contenido de agua de la pulpa de café. Para propósitos de utilización, este nivel de humedad constituye - un problema para su manejo, transporte, procesamiento y uso directo, co-

mo alimento para animales. Una vez la pulpa de café está seca, deja un material con alrededor de 10% de proteína cruda, 21% de fibra cruda, 6% de cenizas y 44% de extracto libre de nitrógeno. Estos valores cambian, de acuerdo a la variedad de café, localización de la plantación, y prácticas agrícolas.

El Cuadro N^o. 5. resume el contenido promedio en la pulpa de café y otros compuestos orgánicos de interés, en términos de su uso potencial como materia prima industrial, ó como alimento para animales. Se desea más información de esta naturaleza, ya que la mayoría de los valores del Cuadro, se han obtenido de estudios llevados a cabo hace algún tiempo, y en los que no se ha hecho ninguna asociación en cuanto a variedad de café, prácticas agrícolas o técnicas de procesamiento (10).

Los resultados del fraccionamiento de la pared celular y los polisacáridos estructurales de la pulpa de café, se muestran en el Cuadro N^o.6. El contenido celular de 63%, sugiere que este material tiene niveles relativamente altos de nutrientes. Los niveles de hemicelulosa, celulosa y lignina, indican que el producto es superior a varios otros tipos de alimentos. Es de interés indicar que alrededor del 3% de la proteína total, se encuentra en forma lignificada, y posiblemente no disponible biológicamente (14).

La composición mineral de la ceniza se muestra en el Cuadro N^o.7. El índice de Ca/P, se inclina mucho más hacia el calcio, sin embargo, la disponibilidad de cualquiera de estos minerales se desconoce. Debe darse atención a la alta concentración de potasio, ya que bien podría tener importantes implicaciones en el uso que se da a la pulpa de café. Los niveles de elementos menores son muy bajos (11).

Finalmente, el Cuadro N^o.8 resume el contenido promedio de aminoácidos de dos muestras (11). Para propósitos comparativos se presenta también el contenido de aminoácidos de otros productos. Es de interés hacer notar el nivel de lisina de la pulpa de café, y el cual es tan alto como el de la harina de soya, en base de "Por gramo de nitrógeno".

El contenido de aminoácidos azufrados en la proteína de la pulpa de café es deficiente. Hasta la fecha, la disponibilidad biológica de estos aminoácidos no se conoce. Esto es un aspecto que requiere investigación, ya que los aminoácidos pueden fácilmente reaccionar con los taninos causando una baja disponibilidad biológica de los aminoácidos para el animal.

C- Composición química de la cascarilla de café.

Esta fracción anatómica de la cereza del café, ha recibido muy poca atención en lo que a su uso concierne. Una pequeña parte se utiliza como combustible, y el resto, se desecha o se esparce en las plantaciones de café. Su descomposición es muy lenta, debido a que la cascarilla está recubierta por una capa cerosa, de composición química desconocida. El Cuadro Nº. 9 resume la composición de la cascarilla de café en comparación con la del olote de maíz y la de la cascarilla de algodón (11). La concentración de proteína es similar entre los tres subproductos, mientras que la fibra cruda es significativamente más alta en la cascarilla de café. El contenido de extracto libre de nitrógeno de la cascarilla de café es el más bajo, por lo tanto su valor como alimento animal es dudable. El Cuadro Nº. 10 resume algunos resultados del fraccionamiento de los carbohidratos de la cascarilla de café. La concentración de carbohidratos estructurales es muy alta, y tal vez sería posible que por medio de algún tratamiento químico, el valor energético de este alimento podría aumentarse económicamente. Algunos resultados preliminares indican que el tratamiento con hidróxido de sodio, disminuye la cantidad de fibra de 62 hasta 35% dependiendo de la concentración de álcali utilizado (14).

D- Composición química del mucílago.

El mucílago de la cereza del café ofrece buenas posibilidades para usos industriales, particularmente por su composición química la que se muestra en el Cuadro Nº. 11. Las sustancias pécticas totales llegan hasta 39% con un valor promedio de 35.8%. La mayor parte del contenido total de azúcares es de la clase de "azúcares reductores". Esta fracción

ción, aparentemente, no contiene taninos ni cafeína, pero sí contiene en zimas púcticas degradantes, los cuales hasta donde se conoce, no han podido identificarse (10).

USOS POTENCIALES DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFE

Como se indicara en la sección previa, en Centro América la cereza del café se procesa, ya sea por el beneficiado en la propia finca, o en beneficios centralizados. En el primero de los casos, el beneficio es capaz de procesar todo el café que se produce en la finca, más pequeñas cantidades adicionales. Sin embargo, es probable que las cantidades de pulpa no sean suficientemente grandes para su procesamiento industrial. En este caso el uso de la pulpa de café para la alimentación de animales parece más promisorio.

En el otro caso, de los beneficios centralizados, estos tienen capacidad de procesar mayores cantidades de café, ya que estos compran el fruto de pequeños y grandes productores. En este caso, las posibilidades de inversión económica para la industrialización, son mucho mayores que en los casos del beneficio no centralizado.

Basados en estas consideraciones, así como en la disponibilidad de los subproductos, composición química, las necesidades de los países y la probable inversión económica y tecnológica a hacerse, se han preparado varios Cuadros que indican las posibilidades de utilización de los sub productos del café.

En la Figura 4 se muestra un cuadro sobre la utilización de la pulpa de café, basado en algunos resultados ya publicados. En la mayoría de los casos, los procesos que se desarrollaron han sido para su uso en la alimentación animal, en forma de ensilaje, o bien sucos.

Debido a que la pulpa de café contiene de 80 a 85% de agua, el proceso de prensado puede reducir la humedad a 55-60%. El residuo de este

proceso puede luego ser utilizado como alimento para animales, mientras que el jugo, puede convertirse en productos que pueden usarse para otros propósitos.

La extracción de la pulpa de café con agua elimina la cafeína, y el residuo puede usarse como pienso. Asimismo, se ha tratado de obtener enzimas pécticas y proteína. También se ha fermentado para preparar vinegre, alcohol, y se ha procesado para producir una variedad de extrac--tos para bebidas suaves, jaleas y otros tipos de alimentos similares. --Debido a su alta capacidad de fermentación natural, podría producirse --también un buen fertilizante orgánico, así como también gas.

Los posibles usos que podría dársele a la cascarilla y al mucílago del café, se muestran en la Figura 5. Debido a su naturaleza la cascá--rilla no ofrece tantas posibilidades para uso, como la pulpa, ya que co--mo alimento para animales, juega un papel únicamente como material de relleno. Las cantidades de cera de la cascarilla, son muy pequeñas como para poder considerar su extracción económicamente. Su valor es como --combustible. El mucílago y aguas conteniendo esta fracción o sus pro--ductos degradados, pueden tener alguna aplicación, como fuentes de pectina y enzimas pécticas. Su uso como sustrato en los procesos de crecí--miento microbiano, como levaduras y hongos, está bajo estudio (10,15,16).

La información presentada, indica por un lado que la disponibilidad de pulpa de café es relativamente amplia en América Central y por el --otro, contiene compuestos orgánicos que pueden ser útiles como fuentes --de nutrientes para animales o para microorganismos, convirtiéndose de esta manera de un desecho a una fuente de alimentos.

REFERENCIAS.

1. Choussy, F. La Pulpa de Café como Alimento del Ganado. Anales -- del Instituto Tecnológico de El Salvador. 1:265-280. 1944.
2. Work, S.H., M. Lewy Van Severen y L. Escalón. Informe Preliminar del valor de la Pulpa Seca del Café, como sustituto del Maíz -- en la ración de vacas lecheras. Café de El Salvador. 16:773-780, 1946.
3. Osegueda Jiménez, F.L., R.A. Quiteño, R.A. Martínez y M. Rodríguez. Uso de la pulpa de café seca en el engorde de novillos en con- finamiento. Agricultura de El Salvador. 10:3-9, 1970.
4. Echavarría, G. La Pulpa de Café como Alimento para Ganado. Revis- ta Cafetera de Colombia. 8:3310-3313, 1947.
5. Madden, D.E. The value of coffee pulp silage as feed for cattle. Thesis (Magister Scientifcae) Instituto Interamericano de -- Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica, 1948.
6. Squibb, R.L. Present status of dried coffee pulp and coffee pulp silage as an animal food stuff. Boletín mimeografiado, Insti- tuto Agropecuario Nacional. Guatemala, 1950.
7. Bolaños, J.R. La Pulpa de Café como Alimento para Ganado. Café de El Salvador, 23:217-218. 1953.
8. Rogerson, A. Nutritive value of coffee hulls. E. African Agron. J. 20:254-255. 1955.
9. Van Severen, M.L. y R. Carbonell. Estudios sobre digestibilidad -- de la Pulpa de Café y de la Hoja de Banano. Café de El Salva- dor. 19:1619-1624. 1949.
10. Aguirre, F. La Utilización Industrial del grano de Café y de sus Subproductos. Investigaciones Tecnológicas del ICAITI No. 1-1966. ICAITI, Guatemala, C.A.

11. Bressani, R., E. Estrada, R. Jarquín. Pulpa y Pergamino de Café.
I. Composición Química y Contenido de Aminoácidos de la Proteí
na de la Pulpa. Turrialba 22:299-304. 1972.
12. Altamirano, J.O. Consideraciones sobre los desechos del benefi--
ciado del café. Universidad de El Salvador. Ing. Química
San Salvador, El Salvador. 1973.
13. Rolz, C. Utilización of cane and coffee processing by-products as
microbial protein substrates. The International Conference
on SCP, MIT, May 1973.
14. Murillo, B., E. Estrada, M.T. Cabezas, E. Vargas, L. Daquí y R. -
Bressani. Composición de carbohidratos estructurales en difere
rentes muestras de pulpa y pergamino de café. En prensa.
15. Bressani, R. Composición química de los subproductos del café. -
En: Primera Reunión Internacional sobre la utilización de sub-
productos del café en la alimentación animal y otras aplicacione
s agrícolas e industriales. CATIE 11-14 Junio, 1974.
Turrialba, Costa Rica.
16. Bressani, R., M.T. Cabezas, R. Jarquín and B. Murillo. The use -
of coffee processing waste as animal feed. p. 107-117, 1975.
Proc. Conf. on Animal Feeds and Tropical and Sub-Tropical --
Origin. London, Brunswick Square, London School of Pharmacy,
WCINIAX, 1-5 April, 1974.

CUADRO N^o. 1BALANCE MATERIAL DEL PROCESAMIENTO DEL CAFE

	FRESCA PESO, G.	PESO %	HUMEDAD %	PESO SECO	%
Café maduro	1000	100.0	65.5	345	
despulpado					
Pulpa de Café	432	43.2	77.0	99	28.7
+					
Granos de Café					
+ mucílago					
+ Cascarilla de Café.	568	56.8	56.0	250	72.2
Fermentación y lavado					
Mucílago	-	-	-	17	4.9
Grano de café					
+ cascarrilla	450	-	50.0	225	-
Descascarado					
Cascarilla de café	61	6.1	32.0	41	11.9
Granos de café	389	38.9	51.0	191	55.4

Bressani et al. Turrinlba 22: 299, 1972.

CUADRO Nº. 2

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS DEL GRANO DE CAFE
(Base Seça)

	Arábigo	Borbón	Mezcla
Pulpa	26.5	29.6	28.7
Cascarilla	10.0	11.2	11.9
Mucílago	13.7	7.5	4.9
Grano de café	50.0	51.7	55.4

CUADRO Nº. 3

PRODUCCION DE CAFE EN LOS PAISES DE CENTRO AMERICA Y PANAMA Y CANTIDAD DE
PULPA DE CAFE

País	Producción anual de fruto - maduro, qq ⁺	Disponibilidad anual de pulpa de café, qq ⁺⁺
	1974-1975	1974-1975
Guatemala	16,141.444	6.973.104
El Salvador	19.443.105	8.399.421
Honduras	5.392.710	2.329.651
Costa Rica	16.141.444	6.973.104
Nicaragua	4.,769.060	2.060.234
Panamá	498.915	215.531

+ Cifras tomadas de : Annual Coffee Statistics, Nº. 38, 1974. (Pan American Coffee Bureau), New Work.

++ Cifras Estimada de los datos arriba indicados.

COMPOSICION QUIMICA DE LA PULPA DE CAFE (%)

	Fresca	Deshidratada	Fermentada naturalmente y - deshidratada.
Humedad	76.7	12.6	7.9
Materia Seca	23.3	87.4	92.1
Extracto Etéreo	0.48	2.5	2.6
Fibra Cruda	3.4	21.0	20.8
Proteína cruda (N x 6.25)	2.1	11.2	10.7
Cenizas	1.5	8.3	8.8
Extracto libre de nitrógeno	15.0	44.4	49.2

CUADRO Nº. 5

CONTENIDO DE OTROS COMPONENTES DE LA PULPA DE CAFE .

Componentes	% de peso seco		
Taninos	1.80	-	8.56
Sustancias péclicas totales		6.5	
Azúcares reductores		12.4	
Azúcares no reductores		2.0	
Cafeína		1.3	
Acido clorogénico		2.6	
Acido cafeico total		1.6	

CUADRO N^o. 6

COMPONENTES DE LAS PAREDES CELULARES Y POLISACARIDOS ESTRUCTURALES EN
LA PULPA DE CAFE. (g %)

Contenido celular	63.2
Fibra neutra detergente	36.8
Fibra ácido detergente	34.5
Hemicelulosa	2.3
Celulosa	17.7
Lignina	17.5
Proteína lignificada	3.0
Proteína cruda	10.1
Ceniza insoluble	0.4

CUADRO N^o. 7

CONTENIDO DE MINERALES Y CENIZAS EN LA PULPA DE CAFE.

Componente	Contenido
Cenizas, g %	8.3
Ca, mg %	554
P, mg %	116
Fe, mg %	15
Na, mg %	100
K, mg %	1765
Mg	Traza
Zn, ppm	4
Cu, ppm	5
Mn, ppm	6.25
B, ppm	26

CUADRO N°. 8

CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS EN LA PROTEÍNA DE LA PULPA DE CAFÉ (g/16 g N)

Aminoácido	Pulpa de -- café	Maíz	Harina de soya	Harina de algodón
Lisina	6.8	1.7	6.3	4.3
Histidina	3.9	2.8	2.4	2.6
Arginina	4.9	3.1	7.2	11.2
Treonina	4.6	3.3	3.9	3.5
Cistina	1.0	1.0	1.8	1.6
Metionina	1.3	1.6	1.3	1.4
Valina	7.4	5.0	5.2	4.9
Isoleucina	4.2	4.3	5.4	3.8
Leucina	7.7	16.7	7.7	5.9
Tirosina	3.6	5.0	3.2	2.7
Fenilalanina	4.9	5.7	4.9	5.2
Hidroxiprolina	0.5	-	-	-
Acido aspártico	8.7	-	-	-
Serina	6.3	-	-	-
Acido glutámico	10.8	-	-	-
Prolina	6.1	-	-	-
Glicina	6.7	-	-	-
Alanina	5.4	-	-	-

Gressani et al. Turrialba 22:299, 1972.

Componente	Cascarilla de café	Olote de maíz	Cascarilla de algodón.
Humedad	7.6	8.1	10.4
Materia seca	92.8	91.9	89.6
Grasa cruda	0.6	0.9	1.1
Nitrógeno	0.39	0.39	0.58
Fibra cruda	70.0	38.9	45.7
Cenizas	0.5	1.6	2.5
ELN	18.9	48.1	36.7
Ca, mg	150	765	160
P, mg	28	274	80

Bressani et al. Turrialba 22:299, 1972.

CUADRO Nº 10

COMPONENTES DE LAS PAREDES CELULARES Y FRACCIONAMIENTO DE LA
FIBRA CRUDA DE LA CASCARILLA DE CAFE (%)

Contenido celular	11.8
Fibra neutro detergente	88.2
Fibra ácida detergente	67.5
Hemicelulosa	20.7
Celulosa	44.5
Lignina	17.7
Cenizas insolubles	5.3

Murillo et al., En prensa.

CUADRO Nº. 11

COMPOSICION QUIMICA DEL MUCILAGO DEL GRANO DE CAFE

Sustancias pécicas totales	35.8 %
Azúcares totales	45.8 %
Azúcares reductores	30.0 %
Azúcares no reductores	20.0 %
Celulosa + Ceniza	17.0 %

FIGURA Nº 1

CORTE TRANSVERSAL DE UN GRANO DE CAFE EN
CEREZA

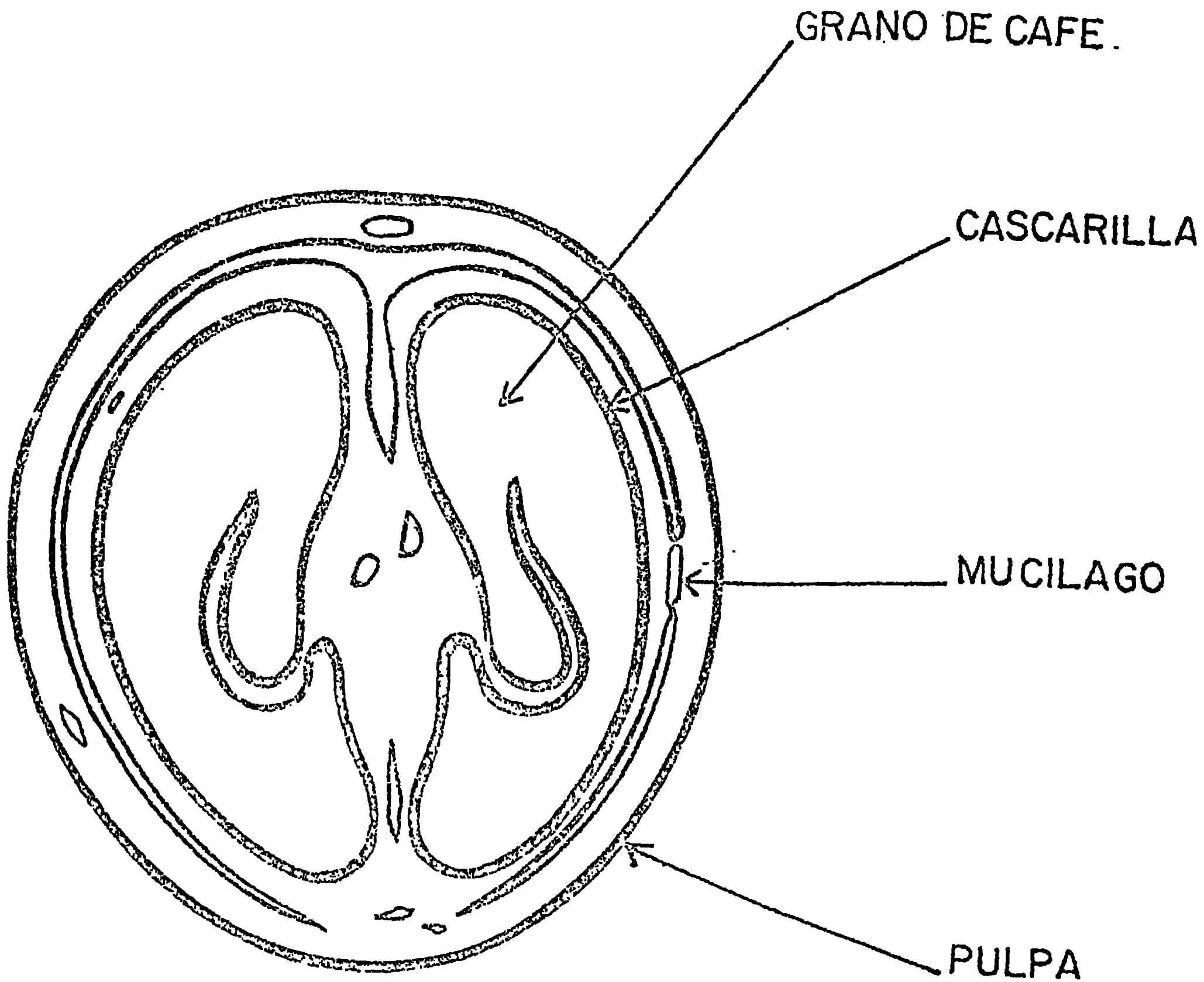


FIGURA No. 2

PROCESAMIENTO DEL CAFE Y SUS SUBPRODUCTOS

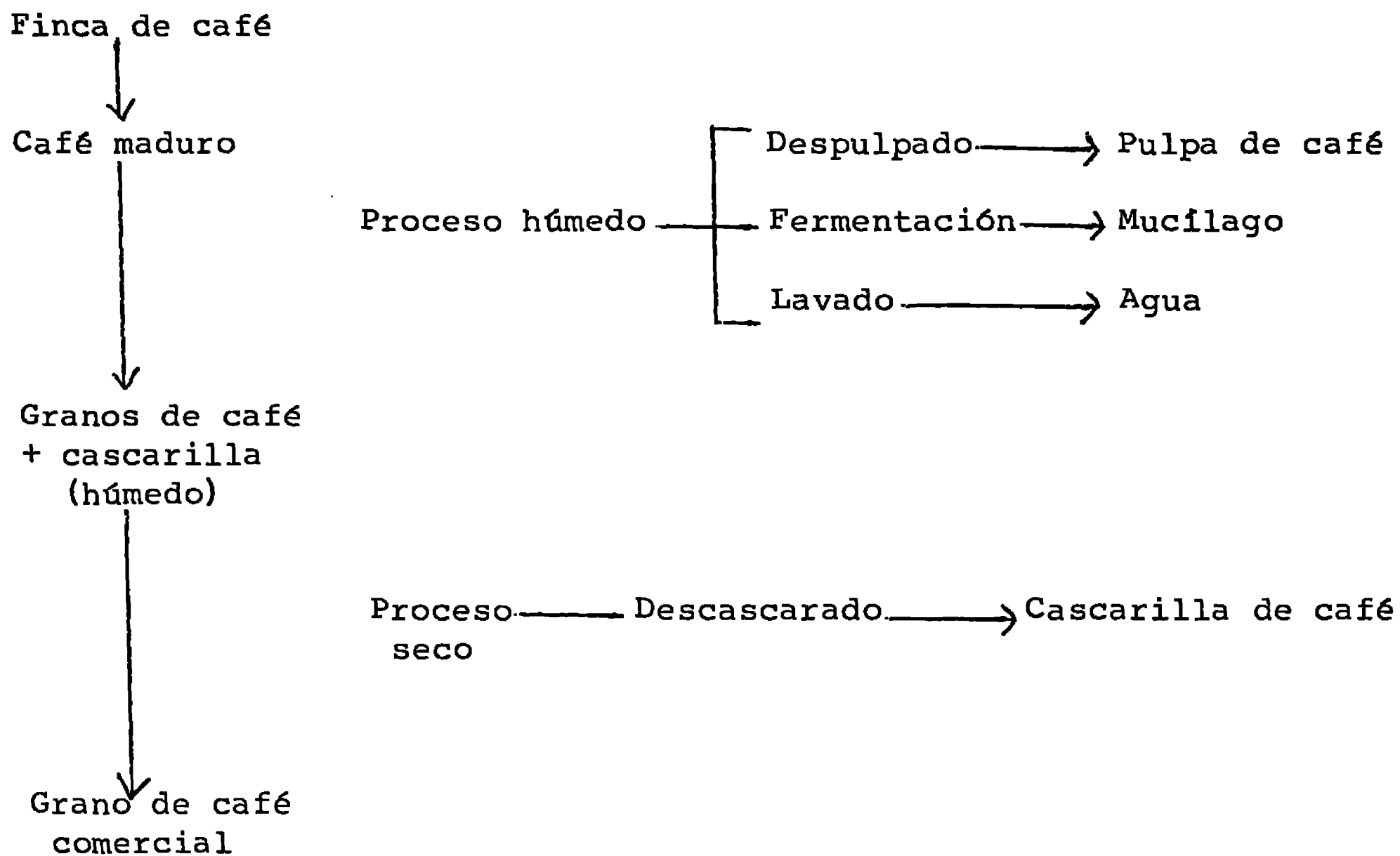
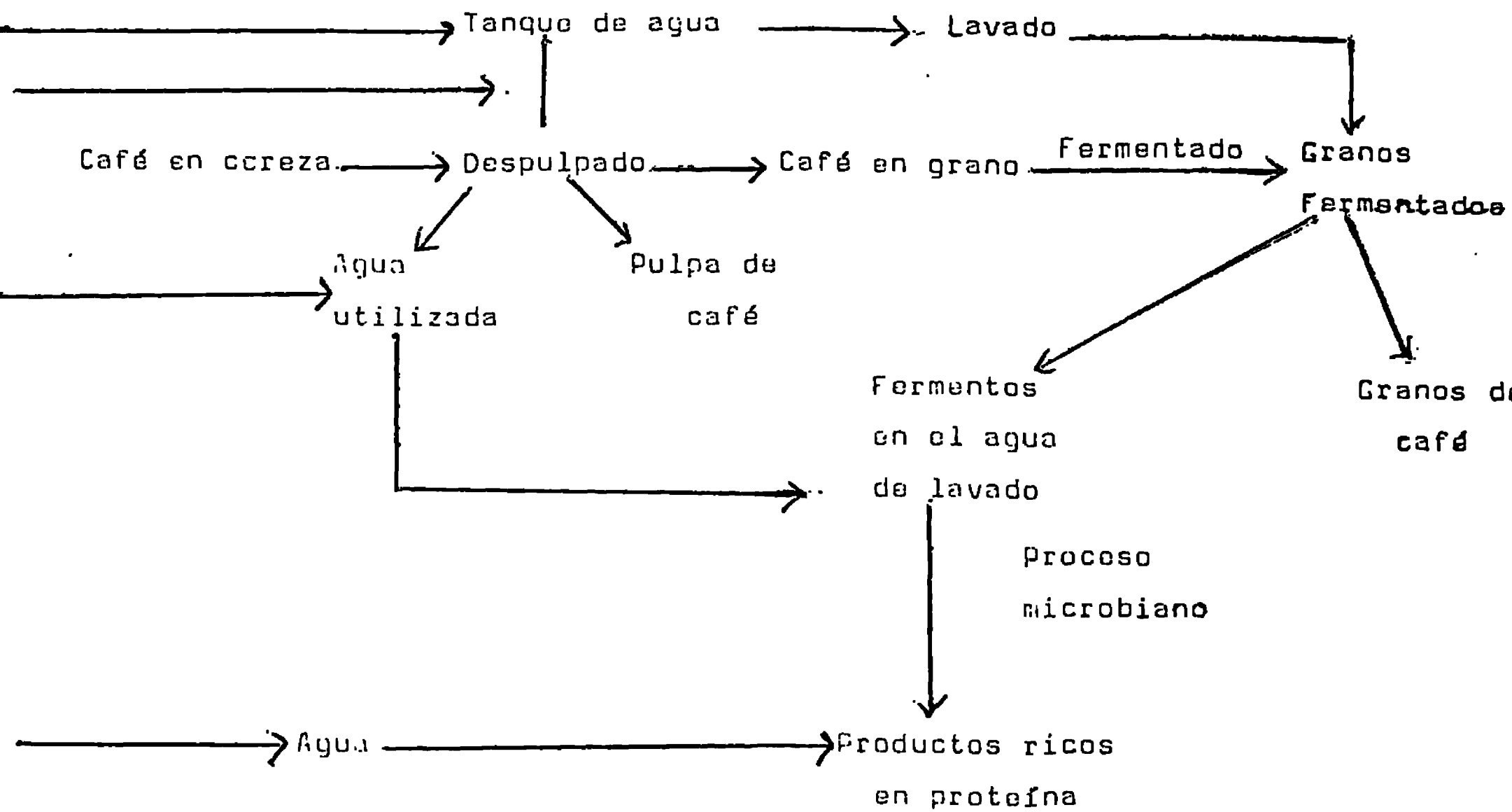


FIGURA Nº 3.

USO DE AGUA DE ALGUNOS BENEFICIOS DESCENTRALIZADOS DE AMERICA CENTRAL



USOS POTENCIALES DE LA PULPA DE CAFE

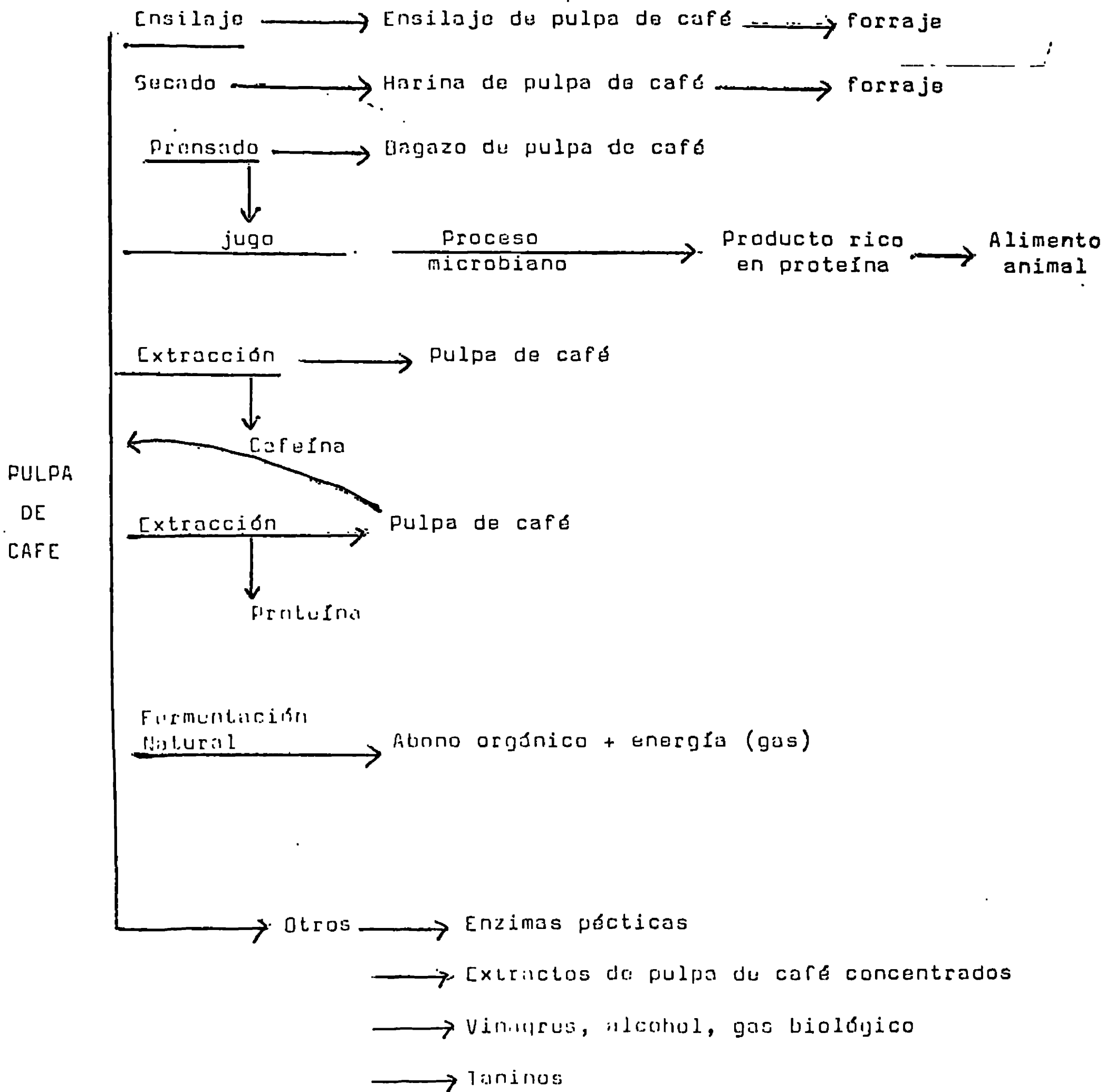
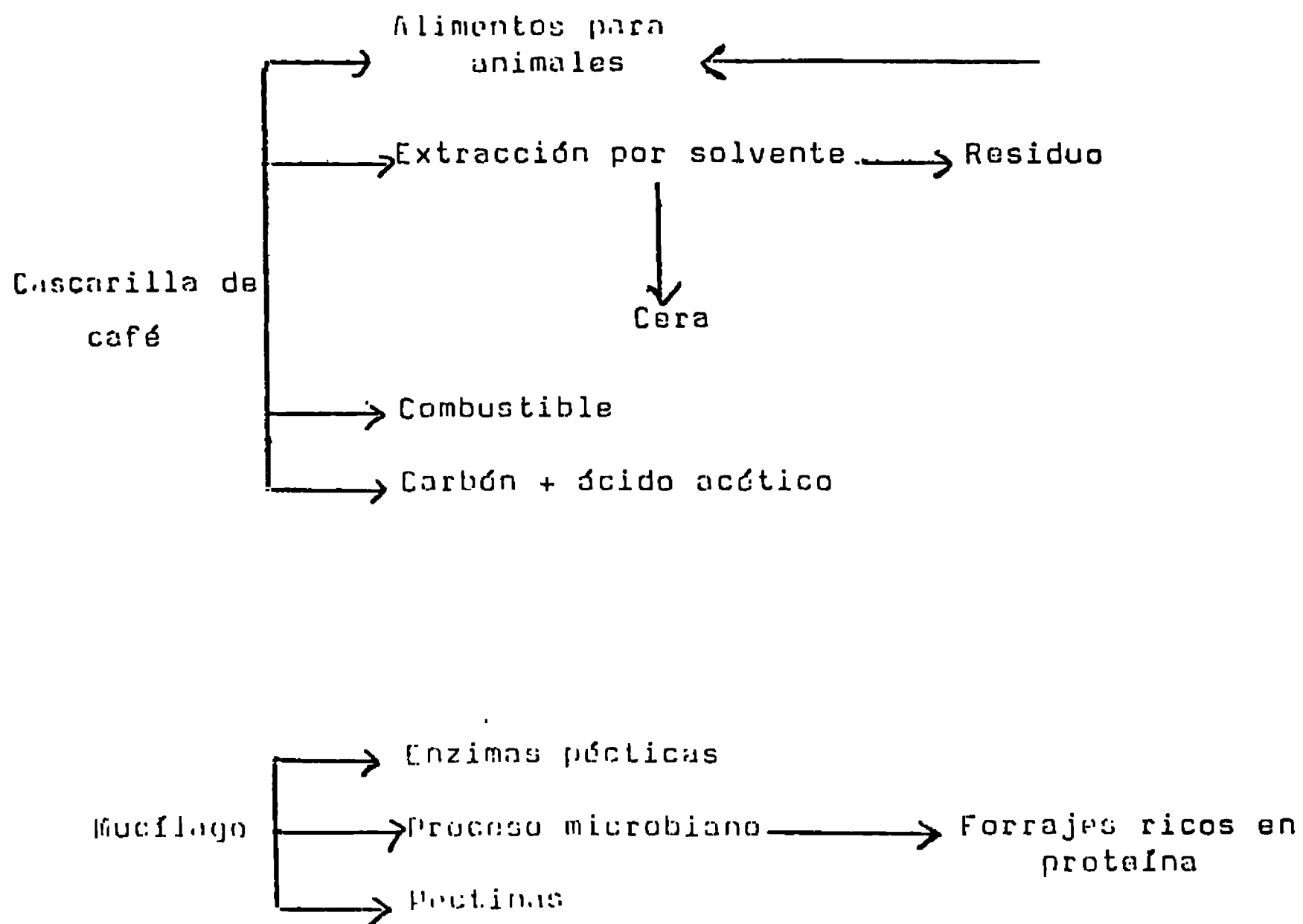


FIGURA Nº 5.

USOS POTENCIALES DE LA CASCARILLA Y EL MUCILAGO DE CAFÉ



INCAP 76-109