

APROVECHAMIENTO DE UN DESECHO DE LA INDUSTRIA PANELERA (*)

Por Daniel Osrío G.

I.— INTRODUCCION

La población colombiana sufre deficiencias alimenticias crónicas que afectan el desarrollo integral de la persona y comprometen el porvenir de la comunidad. El déficit alimenticio es especialmente grave en los alimentos de origen animal ya que, en 1.956 alcanzaba a un total de 510,7 gr./día/persona en carnes, pescados, leches y huevos, en tanto que el déficit de alimentos de origen vegetal para el mismo año era de 121,8 gr./día/persona (Consejo Nacional de Alimentación y Nutrición, 4). Es de suponerse que es poco lo que esas cifras han variado de un modo favorable.

Estas necesidades y deficiencias alimenticias pueden satisfacerse y evitarse en alto grado si se logra que en ciertas explotaciones agrícolas se sostenga un número de animales domésticos que suministren siquiera la carne, leche, huevos y otros productos que los trabajadores y sus familias de cada fundo rural necesitan.

Se requiere, entonces, fomentar la crianza intensiva de animales domésticos, aprovechando hasta el máximo los residuos y subproductos de muchas explotaciones rurales.

Un tipo de explotación que puede aprovecharse en este aspecto es el de la industria panelera. Esta es una industria rural que, con excepción de los trapiches, que se localizan en la parte plana del valle geográfico del Río Cauca, se encuentra en Colombia dispersa en vertientes de la Cordillera de los Andes, generalmente en sitios de difícil acceso a los centros de distribución y consumo, explotada casi siempre por pequeños propietarios que utilizan el trabajo familiar.

“El aumento del consumo de azúcar per cápita, el alejamiento en algunos Departamentos de un sector consumidor importante, como lo es la población infantil, la continua demanda de caña de azúcar por parte de los ingenios, la escasez de combustible, el alto costo de las tierras y las malas vías de comunicación son factores que están contribuyendo a la elevación de los costos de producción”. (Ramos, 12).

(*) Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia del Dr. Wenceslao Vargas O., Químico, a quien el autor expresa sus agradecimientos.

En consecuencia, los beneficios económicos que deriva el fabricante son muy pocos o ningunos, ya que la ganancia por bulto de 96 panelas redondas es de 63 centavos; en tanto que por cada caja con 80 panelas rectangulares está perdiendo actualmente el producto un promedio de 30 centavos (*). (Agosto, 1.960).

El número de trapiches de hierro que existían en el país, en 1.955, era de 49.222 (*), y sin riesgo de exageración puede decirse que no menos de 500.000 personas eran ocupadas en ellos con su trabajo.

Teniendo en cuenta que la cachaza, producto de desecho que resulta de la acción floculante de los clarificantes naturales usados en el proceso de elaboración de la panela, no es debidamente aprovechada, se ve en la conveniencia de cambiar su condición de producto de desecho a la de subproducto aprovechable, junto con otros elementos de origen vegetal de que se disponga en las áreas de elaboración de la panela.

Se calcula que la producción de cachaza es aproximadamente de 9.000.000 de litros por día, suficientes para servir de base en la alimentación de unos 3.000.000 de cerdos o un número no menos significativo de vacunos u otros animales domésticos que habrían de ayudar a aliviar el déficit alimenticio de un gran sector de la población colombiana.

A pesar de que en muchos trapiches ya se está empleando cachaza en alimentación de cerdos y animales de trabajo, se pierde gran parte del producto a causa de su gran susceptibilidad a la fermentación, que, presentándose en la mayoría de los casos antes de 6 horas a partir de su obtención (Cortázar, 5) ocasiona disturbios digestivos en los animales que la ingieren en este estado.

Hallar la manera de conservarla evitando las transformaciones causadas por la acción de microorganismos, al menos durante un lapso del orden de semanas, y protegerla en una forma que permita un fácil manejo, transporte y adaptación alimenticia, es el propósito del presente estudio.

Conviene dejar establecido que con este trabajo se trata de buscar un medio que, ayudando a aliviar las condiciones económicas del pequeño industrial y agricultor, le evitaria depender exclusivamente de la fabricación de la panela, toda vez que la existencia de producciones suplementarias de la principal en la finca, con base en el aprovechamiento de los subproductos, le permitiría por lo menos reducir los riesgos del negocio.

La cantidad de cachaza que se produce en los trapiches es tal que el pequeño industrial panelero no podría acaso aprovechar el subproducto en la elaboración de alimentos concentrados de tipo comercial. En consecuencia, su situación sería de autoabastecimiento basado en una combinación de su cachaza con otros desechos o subproductos de su explotación agrícola.

(*) Comunicación personal del Instituto de Investigaciones Tecnológicas.

Sin embargo, no se descartaría la posibilidad y aun conveniencia de que grandes fabricantes de panela o asociaciones de paneleros u otros individuos o entidades de empresa pudieran llegar a enfocar el aprovechamiento de la cachaza a escala comercial.

II.— REVISION DE LITERATURA

No son pocos los países donde se elabora la panela. A pesar de ésto, y coincidiendo con Cortázar (5), no se halló ninguna información escrita respecto a su uso en alimentación animal. Se conocen algunos ensayos efectuados en relación con la fertilización de suelos mediante aplicaciones de cachaza proveniente de ingenios azucareros (Cruz Miret, A., E. Hernández Medina and M. A. Lugo López, 6).

El único ensayo conocido por el autor fue el efectuado en engorde de cerdos por Cortázar (5), quien concluye que "la cachaza de panela es un alimento de alto contenido de carbohidratos y de alto valor energético" y que "los cerdos en crecimiento, alimentados con una ración de cachaza (68,86%) salvado de arroz (12,10) y sémola o super-torta de soya (19,04%), tienen un aumento de peso tan bueno como los alimentados con un buen concentrado seco (16,00%, proteína, 58,11% extracto libre de nitrógeno)".

En el mismo trabajo de Cortázar aparece una tabla de análisis químicos que, según pie de página, fueron efectuados por Mejía C.I., Químico de la Facultad de Agronomía de Palmira. Estos resultados analíticos sirvieron de punto de partida para los trabajos efectuados en el presente estudio (Tabla I).

— T A B L A I —

ANALISIS QUIMICO DE LA CACHAZA

	1	2	3	4	Promedio
Agua (%).	65,40	72,24	68,48	70,52	69,16
Materia seca (%).	34,60	27,76	31,52	29,48	30,84
Cenizas (%).	10,10	3,93	9,03	3,81	6,70
Proteína (%).	5,41	4,47	5,03	5,59	5,12
Fibra cruda (%).	.....	.....	.....	.....	.....
Grasas (%).	10,16	13,14	10,25	12,32	11,46
Extracto libre de					
Nitrógeno (%).	74,32	78,35	75,68	78,27	76,66
Calcio (ppm).	50,00	54,90	85,00	73,00	65,72
Fósforo (ppm).	325,00	325,00	725,00	650,00	506,25

Respecto a otros ingredientes que, junto con la cachaza, se emplearon como base para posibles raciones, se sabe que una cantidad limitada de rastrojo de maíz suministrada después de picarlo en pequeños trozos puede ser en ocasiones un buen forraje para el rebaño de ordeño (Morrison, 11).

Carbonell, Lewy y Van Sveren efectuaron en 1949 un estudio de digestibilidad en hojas de banano y en ellas descubrieron un contenido de 22,3% de proteína con un 76% de digestibilidad (De Alba, 7).

Posteriormente, García y De Alba (1950) confirmaron las excepciones de la hoja de banano como alimento para producción de leche, pero vieron la desventaja que representa su poca aceptación por el ganado, lo cual ha sido un factor limitante para su uso (De Alba, 7).

Morrison (11), Hodgson (9), Work, Kok y French (De Alba, 7) han efectuado análisis de materia seca, proteína bruta, proteína digerible, grasa, extracto libre de nitrógeno y materia mineral en tusa de maíz, pasto guinea, rastrojo de maíz (tallos y hojas secas) y bagazo de caña. No se hallaron análisis para pasto Guatemala en estado seco ni para el cogollo de caña, materiales empleados en este trabajo pero se dispuso de los siguientes análisis efectuados en la Facultad de Agronomía de Palmira, expresados en base seca(*):

	Materia Mineral	Fibra cruda	Grasa bruta	Extracto libre de nitrógeno
Pasto Guatemala	8,01%	27,53%	2,64%	53,27%
Cogollo de caña	3,30	28,82	7,34	62,57
Hoja de yuca	10,00	21,01	7,76	33,00

En lo que se relaciona con la conservación y preservación de la cachaza contra la acción bacteriana tampoco se encontró literatura y por eso los tratamientos se basaron en principios generales de biología.

Refiriéndose a la acción bactericida del calor húmedo, Fairbrother (8), le encuentra las siguientes ventajas sobre la del calor seco: a) el poder de penetración hacia el interior de la masa es grandemente incrementado; b) las proteínas de protoplasma bacteriana, son fácilmente coagulables por el calor cuando contiene agua, lo cual es confirmado por Lutman (10); c) el vapor es mejor conductor del calor que el aire.

Las bacterias contienen de 70 a 80% de agua, por término medio (Topley, 14). Aprovechando el fenómeno de la plasmólisis, que ocurre cuando las bacterias se hallan en un medio salino concentrado, se pueden deshidratar estos microorganismos y por lo tanto producir su muerte (Chavannes, 3); pero Topley (14), sostiene que la acción germicida de muchas soluciones salinas se debe a la toxicidad del ion sodio y que, cuanto más favorables sean las cualidades nutricias del medio en que la bacteria se encuentra, como lo son las soluciones proteicas, tanto menos tóxico es el efecto de las sales.

III.— MATERIALES Y METODOS

El principal problema de la investigación consistía en la determi-

(*) Comunicación personal de W. Vargas O., Químico.

nación del medio más eficaz para conservar la cachaza exenta de fermentaciones. Se hicieron, entonces, diferentes pruebas de laboratorio usando métodos físicos que, basados por una parte en las propiedades del calor húmedo y por otra en la eliminación de la humedad propicia a las fermentaciones, permitieron destruir los microorganismos presentes o crear un medio adverso a su desarrollo.

Estos métodos se emplearon para tratar la cachaza sola o mezclada con forrajes y desechos vegetales. Las proporciones de esta mezcla tenían que ajustarse en tal forma que permitieran un ulterior balanceamiento de raciones alimenticias para animales. Como el conocimiento sobre la composición química de estos forrajes que se utilizaron en las mezclas, y otros que podrían dar buenos resultados, era en unos casos fragmentario, en otros no había y para algunos se quería confirmar los datos existentes, hubo necesidad de efectuar los análisis químicos que más adelante se describen. Estos análisis se realizaron tanto sobre los forrajes solos, como sobre los mismo ya mezclados con la cachaza.

Se efectuó una prueba final y a escala mayor en un trapiche panelero para observar los efectos que puedan presentarse en la práctica.

Para mayor facilidad en la comprensión de este capítulo, se ha ordenado en la siguiente forma:

A.—Materiales.

Los materiales empleados podrían clasificarse y especificarse así:

a)—Materias primas.

- 1.—**Cachaza**, como base de los ensayos. Mezcla heterogénea en su composición, formada por materiales sólidos de poca densidad y jugos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, L.), de color gris oscuro, sabor dulce y agradable y olor sui generis, con densidad promedio de 1,12.

Una vez que los jugos de caña azucarera comienzan a calentarse en el primer caldero de evaporación, empiezan a acumularse en la superficie las substancias que van a constituir la cachaza. Esta floculación es activada o acelerada por medio de un clarificante natural que "se obtiene de la corteza o de los frutos macerados de algunos vegetales como guásimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.), balso (*Ochoroma lagopus* Sw), cadillo (*Triunfetta* sp), escoba babosa (*Sida glutinosa* Com)". "Cuando la temperatura del jugo está alrededor de 50°C., se introduce un manojo de corteza atado a una vara y se remueve dentro del caldero por espacio de 2 a 4 minutos" y las cachazas se formarán rápidamente; éstas son removidas del caldero o fondo a unos recipientes llamados cacha-

ceras, en donde las diferencias de peso específico permiten recuperar parte de los jugos que se habían ido con la cachaza (Ramos, 12).

2.—**Fforrajajes y desechos vegetales, secos al aire y molidos:**

Pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq): planta entera a media floración.

Pasto Guatemala (*Paspalum laxum* Lam.): planta entera, cortada antes de la floración.

Hoja de plátano (*Musa*, sp.): sin nervadura central.

Cogollo de caña (*Saccharum officinarum* L.), como residuo del corte de la caña con que se va a elaborar la panela.

Bagazo de caña: material rico en fibra, que se obtiene como subproducto en las mismas explotaciones paneleras.

Rastrojo de maíz (*Zea mayz* L.): Plantas secas en pie, tal como quedan después de efectuada la cosecha.

Tusa de maíz: residuo final dejando en la cosecha del grano.

Hojas de matarratón (*Gliricidia sepium* (Jacq) Steud).

Hojas de yuca (*Manihot*, sp.) recogidas a la edad en que se efectúa la cosecha.

Hojas de pelá (*Vachellia Farnesiana* Willd), sin moler.

Desechos de panela y residuos de miel recogidos en el trapiche.

b)—**Instalaciones.**

El ensayo final se efectuó en el trapiche de la Hacienda de "El ergel" en Florida (Valle), donde fue construída una hornilla con el propósito de someter la cachaza a proceso de deshidratación (Figuras 1 y 2).

c)—**Material de laboratorio.**

Para efectos de deshidratación de la cachaza y de los elementos que se le mezclaron, se utilizó una estufa con regulación de temperatura y movimiento de aire. El resto de material utilizado fue el equipo del Departamento de Química de la Facultad de Agronomía de Palmira, que fue empleado al llevar a cabo los análisis químicos de las substancias y los ensayos de deshidratación en el laboratorio.



Figura 1.— Hornilla con un caldero y una paila para deshidratación de la cachaza.

(Foto del autor).



Figura 2.— Deshidratación de la cachaza en una hornilla construída para el efecto.

(Foto del autor).

B.—Métodos.**a)—Estudio del secado y conservación.**

Inicialmente se tomaron muestras de cachaza en diferentes trapiches del Valle del Cauca, se mezclaron y se tomaron cuatro porciones de 500 cc. cada una. Se pesó cada porción y se llevó a la estufa en vasos de precipitados, en una temperatura de 80°C. Con agitación periódica para facilitar la evaporación, se extrajo el 25, 50 y 75% de la humedad en tres de las muestras y se dejó un testigo sin deshidratar.

Por separado se tomaron otros 500 cc. de cachaza y se les fue agregando poco a poco tusa de maíz molida hasta formar una pasta ligeramente húmeda.

Finalmente, se escogieron los demás residuos de cosecha o subproductos vegetales ya mencionados en la primera parte de este capítulo, se mezclaron en proporción de tres partes en peso de cachaza sin deshidratar por una del material vegetal y se llevaron a la estufa hasta obtener una apariencia seca a la vista y al tacto. Se desea que la cachaza haga parte de las raciones de los animales en la mayor cantidad posible; pero teniendo en cuenta la dificultad para deshidratar una mezcla muy saturada de humedad, se halló que la relación 3:1 en peso entre cachaza y vegetales molidos es la más amplia posible.

En la hornilla para tratar cachaza de la Hacienda El Vergel se deshidrató una porción de 70 litros de cachaza sola, y otra de 500 litros de ésta más 25 kilos de rastrojo de maíz picado (Figuras 3, 4 y 5).

b)—Estudio de aglutinación.

De cada una de las mezclas de cachaza con residuos vegetales una vez deshidratadas se separó una parte y se le agregó miel y recortes de panela; se homogeneizó bien, y luego se llevó a la estufa para calentar un poco y ablandar el material. Con ayuda de moldes de madera como los empleados para darle forma a la panela se hicieron bloques rectangulares y se dejó en reposo y observación.

c)—Análisis químicos.

Dado que sólo se encontró una tabla de análisis de la cachaza y que en esta no aparecen datos correspondientes a la fibra cruda, se creyó necesario efectuar su evaluación a fin de que sus nutrientes digeribles puedan ser determinados.

Se trató de realizar evaluación directa de la fibra cruda en la cachaza pero no se logró, debido a que es prácticamente imposible aislar en forma pura la fibra cruda presente en ella, tal vez debido a la posible presencia de sustancias insolubles en el ácido sulfúrico y la soda de digestión. Por este motivo se intentó su evaluación en forma indirecta y apelando a los análisis, tanto de los forrajes solos como mezclados con la cachaza.



Figura 3.— Deshidratación en paila a cachaza sola.

(Foto del autor).

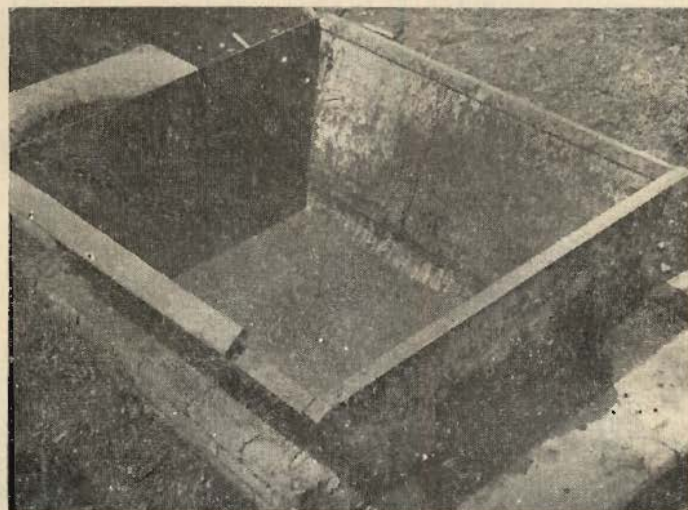


Figura 4.— Caldero con 500 lt. de cachaza, antes de agregarle el rastrojo de maíz picado para deshidratación posterior.

(Foto: W. Vargas O.)



Figura 5.—Agitación y mezclado de rastrojo de maíz picado con la cachaza que se va a deshidratar.

En vista de que los glúcidos solubilizados o fácilmente hidrosolubles pueden desempeñar un papel definitivo en la rápida fermentación de la cachaza, y ello de acuerdo con su mayor o menor concentración, se procedió a realizar su evaluación con los resultados que aparecen en la Tabla IV.

Dado el aspecto terroso que presentaba el residuo de la cachaza al tratar de hacer el análisis de la fibra cruda, se juzgó conveniente efectuar la determinación de su materia silíceo a fin de esclarecer este punto y evitar inconveniencias provenientes del carácter abrasivo que un alto contenido de sílice puede presentar en el tubo digestivo de los animales. Esta materia silíceo se analizó tanto en los forrajes solos o como mezclados con cachaza, al mismo tiempo que en cachazas totalmente deshidratadas. Se determinaron también las relaciones Ca/P y K/Na., necesarias para el balanceamiento de la parte mineral de las raciones.

A los residuos vegetales, tanto solos como mezclados con la cachaza, se les efectuaron los siguientes análisis químicos:

Humedad: Método de secado en la estufa, a presión atmosférica en cápsula de porcelana a 75-80°C., hasta peso constante.

Materia seca: Se dedujo por diferencia entre 100 y la unidad.

Materia mineral: Se obtuvo por desecación previa en la estufa para eliminación de agua, calentamiento progresivo a fin de obtener carbonización lenta y gradual eliminación de las materias volátiles. Por último, se calcinó hasta 550°C. para obtener de un residuo blanquecino o gris claro que indicó la incineración completa.

Materia orgánica: Deducida por diferencia entre materia seca y materia mineral.

Fibra cruda: Método basado en el clásico de extracción de Weende. Se modificó el filtrado de la substancia problema, después de efectuada la digestión con ácido sulfúrico al 1,25%, mediante utilización de filtro de lino en vez de filtro de papel, con el objeto de facilitar la recuperación de todo el residuo, tal como lo indica el A.O.A.C. (2), (Anónimo, 1).

Extracto etéreo: Se obtuvo la grasa bruta mediante su disolución y arrastre con éter de petróleo, según el sistema de extracción en extractor de Soxhlet.

Proteína bruta: Se aplicó el método de Kjeldahl para determinación de nitrógeno. El pesc de nitrógeno obtenido se multiplicó por 6,25, con lo cual se obtuvo la proteina bruta.

Glúcidos: El método seguido comprendió cuatro etapas principales: 1) Extracción por agua a 40°C. y agitación simultánea en platina eléctrica oscilante con el fin de imitar ciertas condiciones digestivas; 2) Defecación del extracto en fiola cónica por acción de una solución de acetato de zinc al 30% y una solución de ferrocianuro de potasio al 15%; 3) Inversión de los azúcares no reductores con catálisis del ácido clorhídrico concentrado; 4) Evaluación de azúcares totales por el método cuprométrico de Bertrand, según el cual el ion cúprico reducido a ion cuproso por los azúcares, actuando sobre una solución férrica, permiten la titulación con permanganato potásico de normalidad conocida.

Extracto libre de nitrógeno: Su evaluación se llevó a cabo por el sistema clásico de diferencia entre la materia seca y la suma de sus demás componentes.

Calcio y Fósforo: Se efectuó la mineralización por vía húmeda mediante la acción de la mezcla ternaria de ácidos nítrico, sulfúrico y perclórico. Luego se procedió a hacer la evaluación del calcio por espectrofotometría en espectrofotómetro Beckman modelo B y la del fósforo por colorimetría en colorímetro Beckman, modelo C.

Sílice: Por calcinación, insolubilización en ácido clorhídrico, infiltración y nueva incineración.

IV.— RESULTADOS Y DISCUSION

El ensayo de deshidratación por calor a la cachaza sola ofreció los siguientes resultados: Mientras la muestra no tratada sufrió fermentación antes de las 12 horas de haberse obtenido en el trapiche, las que sufrieron extracción del 25 y 50% de su humedad permanecieron cuatro días sin manifestar ninguna anormalidad, en tanto que la que quedó con un 25% de su humedad inicial se conservó

Ninguna de las muestras tratadas presentó manifestaciones de fermentación en ningún tiempo posterior al tratamiento, pero las dos que contenían más de 50% de su humedad permitieron el desarrollo de colonias de hongos en su superficie.

Podría concluirse que con extraer cantidades de agua superiores al 50% del contenido total queda resuelto el problema de conservación de la cachaza, pero esto implicaría una operación prolongada y difícil, con recargos de mano de obra y combustible en cantidades tales que la harían antieconómica.

Continuando la investigación para hallar un medio más sencillo para obtener el mismo fin, se ensayó la adición de un material que llenara estas condiciones: que fuera alimenticio, —o al menos inocuo para la alimentación animal—, que tuviera propiedades absorbentes de la humedad y que fuera relativamente fácil de obtener en las áreas próximas a trapiches paneleros. Este material fue la tusa de maíz seca y molida.

Este experimento no resultó promisorio por cuanto no se obtuvieron los resultados que se esperaban, pues a los ocho días se observó una gran actividad microbiológica y producción de calor con temperaturas hasta de 50°C.

Con base en la gran superficie libre y la cantidad de intersticios o espacios porosos que presentan los cuerpos al seccionárseles en pequeñas partículas, se emplearon los residuos y materiales vegetales molidos y descritos en el capítulo anterior, pues se dedujo que, con poca cantidad de calor y en un tiempo relativamente corto, se podría efectuar una buena deshidratación de la mezcla.

Esta deshidratación en el laboratorio a las siete mezclas de cachaza con residuos vegetales presentó muy buenos resultados por cuanto el producto obtenido se ha conservado por cuatro meses sin sufrir alteraciones.

En la deshidratación efectuada en el trapiche, se observó lo siguiente:

1).— Al someter la cachaza sola a la acción del calor durante tres horas, manteniendo la temperatura del líquido entre 90 y 100°C. se obtuvo una deshidratación parcial (aproximadamente al 50% de su humedad).

2).— El aspecto de la cachaza sola que se deshidrató en hornilla es semejante al que presentó la deshidratada en el laboratorio. Por tanto se presume que su poder de resistencia a la acción bacteriana es semejante a esta última, ya que el factor tiempo impidió efectuar esta comprobación.

La deshidratación en esta forma se viene empleando con éxito en alimentación de cerdos sólo cuando se trata de guardar cachaza por dos o tres días, como son los días feriados, en los cuales no se

3).— La extracción de humedad efectuada a los 500 litros de cachaza que contenían 25 kilos de rastrojo de maíz picado no resultó exitosa por las siguientes razones: a). Como no se disponía de un molino suficientemente capaz de fragmentar grandes cantidades del material hasta los tres milímetros de diámetro anotados, se decidió agreyarlo únicamente picado, así que éste no presentaba la suficiente superficie de humedecimiento ni una gran cantidad de espacios porosos que facilitarían la deshidratación; b). La forma redondeada y estrecha del fondo del caldero no permitía un mejor aprovechamiento del calor desprendido por la hornilla.

Estudio de aglutinación.— Se logró obtener bloques formados por cachaza deshidratada, residuos vegetales molidos, desechos de panela y residuos de miel, de una compactación que promete mucho éxito si se continúa ensayando y perfeccionando el sistema. Estos bloques son a la vez fácilmente desmenuzables a voluntad y presentan características organolépticas muy buenas.

Se hace notar que el ensayo sólo tenía un carácter preliminar para estudios posteriores, así que no se consideraron las proporciones de los principios nutritivos de sus tres componentes, y sólo se tuvieron en cuenta las proporciones adecuadas para la aglutinación, las cuales fueron: 9/1, 4/1, 7/3, 3/2 y 1/1. Los numeradores indican las partes de cachaza deshidratada mezclada con forrajes y los denominadores las partes de miel o aglutinantes.

Análisis químicos.— Los resultados de los análisis químicos efectuados aparecen en las Tablas II, III y IV y corresponden tanto a porcentajes en base húmeda y en base seca, como el análisis parcial de cachaza deshidratada. En el apéndice aparecen estos mismos resultados expresados en gramos por kilogramo.

De acuerdo con estas tablas, y especialmente la expresada en base seca, se observa lo siguiente:

1.— La fibra cruda es menor en las muestras en que se tiene una mezcla, que en los forrajes solos correspondientes. Por otra parte, según el sistema ideado de evaluación de la fibra cruda en la cachaza, por diferencia con sus mezclas, se encontró un porcentaje promedio de 3,30 para la cachaza sola.

2.— Con el Extracto libre de Nitrógeno sucede lo contrario en las mismas muestras: es mayor en las mezclas.

3.— Materia silícea: En las mezclas es ligeramente menor que en sus correspondientes forrajes solos, pero su porcentaje no indica peligrosidad en ninguno de los casos.

4.— Los glúcidos hidrosolubles son escasos en los forrajes solos pero se hallan en cantidad considerable en las muestras de forrajes mezclados con cachaza.

5.— Cuando se tiene una mezcla la relación calcio/fósforo tiende

— T A B L A II —

Resultados de los Análisis Químicos de los Forrajes y sus Mezclas con Cachaza, en Base Seca y Porcentaje

Material Analizado	Materia Orgánica	Materia Mineral	Proteína Bruta	Grasa Bruta	Fibra Cruda	E.L.N.	Glúcidos Hidrosolubles	Calcio	Fósforo	Relación Ca/P.	Materia Silicea
a) Forraje solo:											
Cogollo de caña I	93,99	6,01	6,83	1,84	37,94	47,58	3,03	0,048	0,057	0,94	3,64
Hoja de yuca I	92,22	7,78	25,20	6,65	12,30	48,07	....	0,560	0,055	10,10	1,28
Hoja de plátano I	87,92	12,08	17,54	5,13	34,46	30,79	....	0,240	0,051	4,70	5,29
Hoja de matarratón I	92,04	7,96	26,03	4,54	10,71	50,76	....	0,502	0,056	8,85	1,01
Cogollo de caña II	89,09	10,91	7,44	1,89	34,10	45,66	....	0,156	0,048	3,25	7,54
Bagazo de caña I	96,68	3,32	2,70	0,87	41,74	51,37	1,37	0,087	0,047	1,75	2,64
Rastrojo de maíz I	92,83	7,17	7,40	2,53	32,38	50,52	....	0,052	0,045	1,15	5,11
Tusa de maíz I	98,65	1,35	2,72	0,49	34,84	60,60	....	....	0,038	....	0,86
Pasto Guatemala I	88,33	11,67	9,69	1,12	31,85	45,69	....	0,030	0,040	0,75	5,68
Pasto guinea I	90,87	9,13	5,54	1,57	37,51	46,25	....	0,039	0,036	1,08	4,93
Pelá I	94,55	5,45	23,70	2,11	30,06	38,68	....	0,500	0,046	10,83	0,63
b) Cachaza mezclada con:											
Cogollo de caña II	92,02	7,98	6,68	2,43	20,67	62,24	33,47	0,104	0,035	2,97	4,20
Bagazo de caña I	93,49	6,51	4,59	1,84	25,64	61,42	35,11	0,066	0,036	1,74	1,28
Rastrojo de maíz I	93,04	6,96	7,66	2,39	20,40	62,59	32,97	0,091	0,043	2,22	3,49
Tusa de maíz I	97,43	2,57	4,38	0,74	21,63	70,70	50,36	0,048	0,042	1,61	0,81
Pasto guatemala I	91,97	8,03	8,71	2,30	22,04	58,92	37,34	0,075	0,027	2,78	4,39
Pasto guinea I	92,36	7,64	6,61	2,37	25,54	57,84	27,30	0,092	0,038	2,43	3,61
Hoja de plátano I	89,86	10,14	9,84	6,08	13,35	60,59	33,48	0,180	0,028	6,43	5,47
Tusa de maíz II	95,04	4,96	4,45	5,13	20,27	65,19	22,00	0,035	0,023	1,51	2,87
Bagazo de caña II	93,71	6,29	3,93	4,54	17,14	68,07	37,63	0,137	0,028	4,90	3,05
Pasto guatemala II	91,47	8,53	7,11	6,00	17,45	60,91	37,34	0,056	0,025	2,25	4,58

a aumentar. La relación calcio/fósforo en la cachaza sola es decididamente baja, en tanto que la relación K/Na es, en términos generales, notoriamente alta.

Los otros análisis no presentan ningún hecho notable y por tanto no se juzga necesario comentarlos.

V.— CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las diferentes pruebas para conservación y preservación de la cachaza permiten llegar a las siguientes conclusiones:

1.— La cachaza se puede deshidratar por medio del calor hasta el grado que se desee, teniendo la precaución de evitar temperaturas mayores a 95°C. para que la materia no sufra transformaciones químicas.

2.—La deshidratación por medio de forrajes secos y molidos que simplemente absorban el agua de la cachaza no ofrece ninguna ventaja, por cuanto de una parte no hay destrucción de los microorganismos presentes en el forraje y en la cachaza, y de otra, subsiste el medio húmedo que permite el desarrollo de esos microorganismos.

3.— Si a la cachaza se le extrae la humedad por medio del calor, sin adicionarle forrajes molidos, se prolonga el tiempo de evaporación.

Si la deshidratación es total se obtiene un producto de consistencia pastosa que, de acuerdo a la anatomía de la boca de los animales, dificulta su masticación y deglución. Además presenta grandes dificultades de homogenización al mezclarla con otros alimentos.

La deshidratación parcial, aproximada del 50%, permite el consumo directo por los animales y su mezcla con otros concentrados alimenticias, pero subsisten características indeseables en cuanto transporte, e higiene de los comederos y recipientes en que se mantenga, a causa de su estado semi-líquido. Además, el tiempo de buena conservación es relativamente corto.

4.— Cuando a la cachaza se ha mezclado otro alimento convenientemente molido y se somete a secado por calor se economiza tiempo de deshidratación y se obtiene un material que, además de su magnífico aspecto y presentación, permite su fácil transporte y empaque en sacos, costales o cajas de madera.

Si los forrajes que se emplean para este efecto no están molidos sino simplemente picados, a causa del tamaño de los trozos, el alimento no puede ser ingerido por algunos ganados o lo será difícilmente por otros. Además, es difícil obtener una mezcla homogénea y un producto de características deseables.

Resultados de los Análisis Químicos de los Forrajes y sus Mezclas con Cachaça, con Base Húmeda y Porcentaje

Material Analizado	Agua	Materia Seca	Materia Orgánica	Materia Mineral	Proteína Bruta	Grasa Bruta	Fibra Cruda	E.L.N.	Glúcidos Hidrosolubles	Calcio	Fósforo	Relac. Ca/P.	Materia Silicea
Forraje solo:													
Bollo de caña I	6,65	93,35	87,74	5,61	6,38	1,72	35,42	44,22	2,83	0,045	0,048	0,94	3,40
de yuca I	6,50	93,50	86,25	7,29	23,55	6,22	11,50	44,94	....	0,520	0,052	10,00	1,20
de plátano I	6,10	93,90	82,52	11,35	16,47	4,82	32,36	28,90	....	0,225	0,048	4,70	4,97
de matarratón I	7,50	92,50	85,15	7,37	24,08	4,20	9,91	46,94	....	0,465	0,052	8,94	0,94
Bollo de caña II	9,60	90,40	80,56	9,87	6,73	1,71	30,83	41,26	....	0,141	0,044	3,20	6,82
cazo de caña I	8,30	91,70	88,63	3,05	2,48	0,80	38,28	47,09	1,26	0,080	0,044	1,82	2,43
rojo de maíz I	9,15	90,85	84,33	6,52	6,73	2,30	29,42	45,88	....	0,047	0,041	1,15	4,65
de maíz I	9,00	91,00	89,77	1,23	2,48	0,45	31,71	55,13	....	0,002	0,035	0,06	0,78
de guatemala I	8,70	91,30	80,64	10,66	8,85	1,03	29,08	41,68	....	0,027	0,037	0,73	5,19
de guinea I	4,25	95,75	87,01	8,74	5,31	1,51	35,92	44,27	....	0,037	0,035	1,06	4,72
I	6,60												
Cachaça mezclada:													
Bollo de caña II		93,40	88,31	5,09	22,14	1,97	29,08	36,12	....	0,465	0,043	10,81	0,59
cazo de caña I	2,00	98,00	90,22	7,82	6,55	2,38	20,26	60,99	32,81	0,102	0,034	3,00	4,12
rojo de maíz I	3,55	96,45	90,17	6,28	4,43	1,78	24,73	59,23	33,87	0,064	0,035	1,83	1,24
de maíz I	5,20	94,80	88,20	6,60	7,26	2,27	19,34	59,33	31,26	0,086	0,041	2,09	3,31
de guatemala I	3,00	97,00	94,50	2,50	4,25	0,72	20,98	68,55	45,83	0,066	0,041	1,61	0,79
de guinea I	2,40	97,60	89,76	7,84	8,50	2,25	21,51	57,50	36,45	0,073	0,026	2,80	4,29
de plátano I	3,50	96,50	89,12	7,38	6,38	2,29	24,65	55,82	26,35	0,089	0,037	2,40	3,49
de maíz II	10,10	89,90	80,78	9,12	8,85	5,47	12,00	54,46	30,10	0,161	0,025	6,44	4,92
cazo de caña II	8,65	91,35	86,82	4,53	4,07	4,69	18,52	59,54	20,10	0,032	0,021	1,52	2,63
de guatemala II	10,00	90,00	84,34	5,66	3,54	4,12	15,43	61,25	33,87	0,123	0,025	4,92	2,75
I	10,30	89,70	82,07	7,67	6,38	5,38	15,66	54,61	33,34	0,050	0,023	2,17	4,11

— T A B L A IV —

RESULTADO DE LOS ANALISIS DE SEIS CACHAZAS TOTALMENTE DESHIDRATADAS EN PORCENTAJE

MUESTRA	Mat. Sil.	Ca.	P.	Rel. Ca/P.	K.	Na.	Rel. K/Na.
1	5,75	0,067	0,362	0,19	0,075	0,052	1,44
2	3,50	0,030	0,255	0,12	0,306	0,052	5,90
3	3,05	0,021	0,225	0,09	0,217	0,025	8,70
4	2,33	0,031	0,655	0,05	0,266	0,011	24,20
5	4,50	0,015	0,600	0,03	0,254	0,185	1,40
6	0,63	0,040	0,197	0,20	0,149	0,015	9,93
PROME- DIOS	3,30	0,034	0,382	0,011	0,211	0,058	8,60

5.— Es posible que el secado del cogollo de caña y el rastrojo de maíz no sea práctico en grandes cantidades, dada su riqueza en agua y azúcares. En pelá, hoja de yuca y hoja de matarratón sólo se alcanzaron a hacer análisis químicos. Se sugiere, entonces, continuar las investigaciones respectivas, especialmente en condiciones de campo ya que los resultados generales de este estudio corresponden a pruebas de laboratorio.

VI— RESUMEN

La cachaza, subproducto de la fabricación de la panela, suele emplearse en algunos sitios como alimento suplementario de caballos y mulas. Por otra parte, ha sido ensayada con éxito en la alimentación de ganado porcino.

Sin embargo, su uso es limitado debido a que presenta una gran tendencia a fermentarse en poco tiempo, como efecto de su alto contenido en agua y nutrientes que favorecen el desarrollo de microorganismos.

Se ensayaron varios sistemas para eliminar el agua parcial o totalmente, procurando no modificar la composición química de la materia seca de la cachaza.

En pruebas de laboratorio, se concluyó que el método más eficaz de reducción de la humedad y conservación de la cachaza consiste en agregarle un forraje seco y molido en partículas de diámetro inferior a tres milímetros (tamiz No. 10), mezclar bien y someter a una temperatura de 80-85°C., procurando la mayor evaporación posible y aire seco.

El producto que se obtiene presenta partículas sueltas, aspecto seco al tacto y a la vista, olor y sabor agradables, y puede almacenarse en buenas condiciones durante varios meses.

Dada la necesidad de adicionar un forraje seco y molido a la cachaza antes de deshidratar, se tendría la oportunidad de aprovechar residuos y desechos de cosechas (tusa y rastrojo de maíz, hoja de plátano, cogollo de caña), a la vez que sub-productos de la misma fabricación de la panela (bagazo de caña, desperdicios de panela y miel).

Se efectuaron análisis químicos a fin de determinar los principios nutritivos de las materias primas estudiadas. Con base en ellos se pueden calcular las proporciones requeridas para balanceamiento de raciones.

SUMMARY

The cachaza (first broth of the sugar cane juice when boiled), a by-product of the processing of panela, is sometimes employed in some places as a supplementary feed for horses and mules. On the other hand, it has been tried out with success in feeding hog stocks.

However, its use is limited due that it presents a great tendency to fermentate in a short time on account of its high content of water and nutrients which favors the development of micro-organisms.

Several systems were employed to eliminate the water, partial or totally, trying not to modify the chemical composition of the dry matter in the cachaza.

In laboratory tests, it was concluded that the most efficient method of moisture reduction and conservation of cachaza, consists in adding a dry and ground fodder in particles smaller than three millimeters (Screen No. 10) mixing it well and submitting to a temperature of 80-85°C., endeavoring for the most possible evaporation and dry air.

The product which is generally obtained, presents loose particles with an aspect of dryness at feeling and at sight, a pleasant odor and taste, it can be stored in good condition during several months.

Due to the necessity of adding a dry ground fodder to the cachaza before its dehydration, an opportunity could be had to make an use of the residues and wastes of the crop (cobs and stubble of corn, plantain, cane tops etc.), and also whatever products which yields the manufacturing of panela (bagasse of cane, waste of the panela molasses).

Chemical analyses were made with the end to determine the nutritive principles of the raw materials studied, and on its basis, the required proportions for balancing of the rations can be figured out.

BIBLIOGRAFIA

1. (ANONIMO).— Prelevements et analyses des échantillons d' aliments et produits destinés a l' alimentation des animaux. Communica-

tion de L' institut Professionel de Controle et de Recheshmes Scientifiques des Industries de L' alimentation . Paris. (3): 8-12. 1951.

2. ————. — A.O.A.C. (Association of Official Agricultural Chemists). 8. Edit. Board. Washington, D.C., p. 373.
3. Chavannes, D.; Demont, P.; Dorner, —ETAOIN ETAOINh SHRLUD
3. CHAVANNES, D.; DEMONT, P.; DORNER, W.— Microbiologie laitierre. 1951 Librairie Payot. Lausana. pp. 33-59.
4. CONSEJO NACIONAL DE ALIMENTACION Y NUTRICION.— Consideraciones sobre el problema de alimentación y nutrición. Ministerio de Salud Pública, Instituto Nacional de Nutrición. Impr. SCISP. Bogotá, D.E. 1959.
5. CORTAZAR, L.— Suplemento de la cachaza de panela con torta y sémola de soya; comparación de tres fuentes de vitamina B12 en la alimentación del cerdo en crecimiento. Facultad de Agronomía del Valle, Palmira, Colombia. 1959. (Tesis no publicada).
6. CRUZ MIRET, A.; HERNANDEZ MEDINA, E. and LUGO LOPEZ, M. A.— Residual effect of Filter-press-cake application on pineapple yields. Jour. Agric. of the Univ. of Pto. Rico. 41 (3) 197-201. 1948.
7. DE ALBA, J.— Alimentación del ganado en América Latina. La Prensa Médica Mexicana. México.
8. FAIRBROTHER, R. W.— A text-book of bacteriology. 5th ed. Medical Books, Ltd., London p. 56. 1956.
9. HODGSON, H. E. y O. E. REE.— Manual de lechería para la América tropical. Oficina de Industria Lechera, Administración de investigaciones agrícolas, Secretaría de Agricultura. Washington, D. C.
10. LUTMAN, B. F.— Microbiology. 1st ed. McGraw-Hill Book Co. Inc. N.Y. p. 418. 1929.
11. MORRISON, F. B.— Compendio de alimentación del ganado. José Luis de La Loma. 21 ed. México. II. UTHSA. pp. 1-152, 316. 1956.
12. RAMOS, G.— Caña de Azúcar. Facultad de Agronomía del Valle, Palmira, Colombia. p. 8A. (Conferencias mimeografiadas, no publicadas).
13. ————. — La panela. Agricultura Tropical. Bogotá, D. E., 15 (6) 363-386. 1959.
14. TOPLEY, W. W. C.— Bacteriología o inmunidad. José Estellés Salarrich. Salvat, Ed. I. México, D.F., p. 40. 1953.