

Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación



Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal

Memorias de un taller regional
organizado por el Instituto de Investigaciones
Porcinas (IIP) y la FAO, en La Habana, Cuba,
del 5 al 8 de septiembre de 1994

Editado por
Vilda Figueroa (IIP)
y
Manuel Sánchez (FAO)

ESTUDIO FAO
PRODUCCION
Y SANIDAD
ANIMAL

134

Organización
de las
Naciones
Unidas
para la
Agricultura
y la
Alimentación



Roma, 1997

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

M-21

ISBN 92-5-303942-6

Reservados todos los derechos. No se podrá reproducir ninguna parte de esta publicación, ni almacenarla en un sistema de recuperación de datos o transmitirla en cualquier forma o por cualquier procedimiento (electrónico, mecánico, fotocopia, etc.), sin autorización previa del titular de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización, especificando la extensión de lo que se desea reproducir y el propósito que con ello se persigue, deberán enviarse a la Dirección de Información, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

© FAO 1997

Contenido

Capítulo	Página
Antecedentes	iv
Objetivos del Taller	v
Sección I. Residuos de Origen Pesquero	
1 Experiencias con ensilado de pescado en Venezuela R.A. Bello (ICTA-UCV, Caracas, Venezuela)	1
2 Utilización del ensilado de residuos de pescado en pollos. Ziska Berenz (ITPP, Callao, Perú).	15
3 Ensilajes de pescado en Brasil para la alimentación animal. E. Lessi (CPTA/INPA, Manaus, Brasil)	29
4 Aspectos económicos del procesamiento y uso de ensilados de pescado. María Amelia Parín y Aurora Zugarramurdi (CITEP, Mar del Plata, Argentina).	41
Sección II. Residuos de Origen Animal.	
5 La industria Europea de recuperación de subproductos animales, el ejemplo de Dinamarca. H. Holst-Pedersen (KAMBAS, Ringsted, Dinamarca).	65

Capítulo	Página
6 Procesos de deshidratación y/o hidrólisis de los subproductos de origen animal. F. Mendizábal Acebo (APELSA Monterrey, México).	71
7 Desechos de matadero como alimento animal en Colombia. L. H. Falla Cabrera (Frigorífico Guadalupe, Bogotá, Colombia).	77
8 Uso de los desechos de origen animal en México. G. Salazar Gutiérrez y J. Cuarón Ibargüengoytia (CENIFMA-INIFAP, Querétaro, México).	111
9 Uso Potencial de subproductos animales en la alimentación animal en la República Dominicana. D. A. Vargas Mena (CIMPA, Santiago, República Dominicana).	129
- Sección III. Residuos de Origen Institucional y otros.	
10 Política Cubana de recuperación de todo tipo de desperdicios y subproductos para la producción porcina y saneamiento ambiental. M. Pérez Valdivia (IIP, La Habana, Cuba).	137
11 Desperdicios procesados y subproductos agroindustriales y de pesca en la alimentación porcina en Cuba. P. L. Domínguez (IIP, La Habana, Cuba).	161

Capítulo	Página
12 Tecnología para la obtención de pasta proteica a partir de animales muertos, desperdicios de mataderos y subproductos de la pesca. A. Pineda, J. del Río, R. Chao, A. A. Pérez y Victoria Martínez (IIP, La Habana, Cuba).	179
13 Experiencia Cubana sobre procesamiento industrial de residuos, desechos y subproductos alimenticios como piensos líquidos. J. del Río, A. Pineda, R. Chao, M. Leal y A. A. Pérez (IIP, la Habana, Cuba).	189
14 Conservación de cadáveres de cerdos en mieles de caña. Victoria Martínez Morales (IIP, La Habana, Cuba).	197
15 Integración de la caña de azúcar con el reciclaje de desperdicios, subproductos y residuales para una producción porcina sostenible. Vilda Figueroa (IIP, La Habana, Cuba).	207
16 Alimentación alternativa para patos y gansos en áreas tropicales. Juana R. Rodríguez Denis (IIP, La Habana, Cuba)	227
17 Conclusiones y recomendaciones	247

Antecedentes

Ante el desafío de producir suficiente alimento para la creciente población humana, que incluye en este momento más de 800 millones de gentes que no reciben adecuada alimentación, y la imperiosa necesidad de conservar el medio ambiente y la biodiversidad, la producción animal debe inclinarse cada vez más hacia sistemas de alimentación que no compitan directa o indirectamente con la alimentación humana.

La matanza de los animales domésticos, el procesamiento de los productos pesqueros y de la acuicultura, y la alimentación humana cotidiana, generan una serie de residuos de alto valor nutritivo potencial. Entre las variadas alternativas para su aprovechamiento, su utilización como alimento animal generalmente representa una de las mejores opciones desde los puntos de vista económico y de eficiencia biológica.

El aprovechamiento alternativo de estos residuos evita la contaminación del medio ambiente que se ocasiona al desechar los mismos en los cuerpos de agua y en el suelo.

Objetivos del Taller

1. Dar a conocer los tratamientos, el manejo y los usos de los diferentes desechos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal.
2. Discutir la problemática de estos desechos y las perspectivas de desarrollo.
3. Promover la cooperación técnica y los sistemas de comunicación entre los individuos e instituciones interesados en esta temática en los países de América Latina y el Caribe.

Capítulo 1

Experiencias con Ensilado de Pescado en Venezuela

Dr. Rafael A. Bello.
Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos
Universidad Central de Venezuela
Caracas, Venezuela.

ENSILADOS QUIMICOS

El ensilado de pescado puede definirse como un producto semi-líquido, obtenido a partir de la totalidad del pescado entero o partes del mismo. Este estado se alcanza por efecto de las enzimas proteolíticas contenidas en el mismo pescado. Estas enzimas presentan su mayor actividad cuando el pH se reduce a valores cercanos a 4, por efecto de la producción o la adición de ácidos. A este pH se impide la descomposición del producto. El ensilado es un producto estable a temperatura ambiente por mucho tiempo y se utiliza principalmente en alimentación de aves y cerdos.

Las primeras experiencias en elaboración de ensilados de pescado en Venezuela se realizaron en 1984 en el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Central de Venezuela, trabajando con ensilados de pescado químicos. El objetivo de estas experiencias fue aprovechar la abundante fauna acompañante del camarón, capturado con redes de arrastre en la zona oriental del país (Córdova y Bello, 1990).

Este ensilado se elaboró a partir de una mezcla de 27 especies de pescados enteros, frescos y molidos, a la cual se añadieron ácidos sulfúrico y fórmico al 3,5 % en peso, en una relación 1:2, 1:3, y 1:4. El material fue colocado en recipientes plásticos cerrados a temperatura ambiente por 15 días como mínimo para completar la liquefacción. El producto obtenido fue de consistencia líquida pastosa, de color marrón y con fuerte olor a

pescado y ácido. Se encontró la necesidad de realizar una molienda muy fina para garantizar el contacto del pescado con el ácido, el control sobre los organismos putrefactores y el descenso del pH a un nivel adecuado para la acción de las enzimas proteolíticas. Una agitación frecuente fue requerida para facilitar el proceso anterior.

Como índices de evaluación del proceso se realizaron análisis de humedad, cenizas, proteínas, grasa, pH, líquido exudado, consistencia, nitrógeno básico volátil, nitrógeno soluble, trimetilamina, ácido tiobarbitúrico y recuento de microorganismos. El ensilado obtenido presentó la siguiente composición proximal: 77.2 % de humedad, 16.7 % de proteínas, 1.3 % de grasa y 4.8 % de cenizas. El bajo contenido de grasa se debió principalmente a que el pescado utilizado no había llegado a su madurez fisiológica. Este producto una vez secado presentó niveles de proteína comparables a la harina de pescado.

El producto fue ensayado con pollos en crecimiento con dietas de 6% de harina o ensilado seco de pescado. Se midió la ganancia de peso y el consumo de alimento, y se calculó la eficiencia de conversión, en un ensayo de cuatro semanas. Los resultados indicaron un comportamiento similar de los pollos en ambos tratamientos. Los resultados del ensayo y de los análisis proximal, de perfil de aminoácidos y de minerales indicaron la factibilidad de utilizar el ensilado de pescado en sustitución de la harina de pescado tradicional en pollos de engorde.

Posteriormente, Rodríguez *et al* (1990a) realizan ensayos con ensilado elaborado con una mezcla de 11 especies de pescado fresco, fauna acompañante del camarón de la zona central del país. Se utilizó el 3,5% de una mezcla con 20% ácido sulfúrico diluido (1:3) y 80% ácido fórmico. Después de 17 días, los índices físicos, químicos y microbiológicos del producto indicaron que el proceso de ensilado fue adecuado y factible, obteniéndose un producto estable y de buena calidad. La composición del ensilado fue: 75.5% de humedad, 17.4% de proteínas; 2.2% de grasa y 4,7% de cenizas. Esta composición es semejante a la del ensilado del trabajo anterior por tratarse de especies muy similares.

Adicionalmente con este ensilado se realizaron ensayos por 21 días en ratas Sprague Dawley. Los tratamientos fueron dietas con caseína, con ensilado de pescado, con harina de pescado y sin proteína. Se determinó la ganancia de peso corporal de los animales, el consumo de alimento, se calculó la ingestión de proteína individual y se determinaron los valores

de la relación de eficiencia de proteína (PER), la retención neta de proteína (NPR) y de digestibilidad de la proteína.

El mayor consumo de alimento fue en las ratas con harina de pescado y el menor con ensilado. Las ganancias de peso reflejaron el consumo. Los resultados entre los tratamientos con harina de pescado y con caseína no fueron estadísticamente significativas, mientras que si lo fueron con el ensilado de pescado. En los valores del PER no se observaron diferencias estadísticamente significativas. La NPR fue mayor en los animales con harina de pescado. La digestibilidad aparente de la proteína fue similar en la caseína y en el ensilado, y superior al de la harina de pescado.

En virtud de estos resultados, Rodríguez *et al* (1990b), evaluaron este ensilado en pollos de engorde. Se realizó un ensayo de cinco semanas con 120 pollos (Cobb x Cobb), que se asignaron al azar en grupos de 10 animales cada uno con 4 réplicas por tratamiento. Los tratamientos fueron tres dietas con harina de pescado al 5%, y con ensilado de pescado al 2.5 y 5%. Se midieron el consumo de alimento y el incremento de peso corporal, y se calculó el índice de conversión.

El consumo y el incremento de peso de los pollos alimentados con la dieta que contenía 5% de ensilado fueron superiores significativamente a los otros dos tratamientos, durante las tres primeras semanas, pero similares a partir de la cuarta semana. El índice de conversión fue comparable entre tratamientos. Se sugirió la utilización de 5% de ensilado.

Se realizaron también pruebas sensoriales con el fin de determinar las diferencias entre los pollos alimentados con ensilado en comparación con los de harina de pescado y con los del comercio local. No existieron diferencias entre los tratamientos evaluados, indicando que la calidad de los pollos alimentados con ensilado de pescado es aceptable y satisfactoria.

ENSILADOS BIOLÓGICOS

Aún cuando el proceso del ensilado con ácidos es sencillo, sin requerir de equipos o infraestructuras especiales ni instrumentales sofisticados, y permite el aprovechamiento de la pesca acompañante en la cría de animales a nivel local, presenta un par de problemas: el costo de los ácidos, que son importados; y el manejo cuidadoso de estos ácidos por

parte de los pescadores, lo cual constituye un peligro y riesgo para ellos.

Para solucionar estos problemas se inició el trabajo con ensilados biológicos o microbianos de pescado. El fundamento es la producción de ácido por la fermentación microbiana de carbohidratos.

Para elaborar este ensilado se ensayaron diferentes sustratos y microorganismos. Entre los microorganismos se utilizaron el *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014, *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus*, *Candida lipolítica* entre otros, y como fuente de carbohidratos se utilizaron harinas de maíz, yuca, arroz y avena; almidón de maíz y melaza. A los compuestos amiláceos se les agregó malta como agente amilolítico.

Se realizaron pruebas para establecer las proporciones mínimas en cuanto a la fuentes de carbohidratos como del inóculo microbiano necesario para la producción de un ensilado estable y económico. El progreso, la eficiencia y la estabilidad del proceso ha sido evaluado mediante una variedad de ensayos físicos, químicos y microbiológicos como: acidez, pH, consistencia, nitrógeno no-proteico, líquido exudado, humedad, grasa, proteína, cenizas, recuento de microorganismos aerobios mesófilos, mohos, levaduras, número más probable de coliformes totales, coliformes fecales, detección de *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus cereus*. De todas estas posibilidades quedó establecido el *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 y la melaza como los agentes más eficientes y recomendables.

Después de los diversos ensayos el proceso quedó establecido de la manera siguiente:

- 1) Selección de la materia prima: pescados enteros o eviscerados; filetes; o residuos como vísceras, espinazos, piel escamas, cabezas.
- 2) Lavado y molienda muy fina.
- 3) Adición de la melaza al 15%; de inóculo de *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 al 1-5%; y de ácido sórbico al 0,25%, como agente para evitar la formación de hongos en la superficie; mezcla.
- 4) Envase en contenedores plásticos cerrados para obtener condiciones anaeróbicas y almacenamiento.

Este proceso ha sido utilizado en diferentes trabajos de investigación con resultados satisfactorios, con la reducción del proceso a la mitad del

tiempo alcanzado en el ensilado con ácidos (Ottati y Bello, 1990 a,b; Ottati *et al*, 1990; Guevara *et al*, 1991; Martínez *et al*, 1991).

Entre las ventajas que presenta el ensilado microbiano o biológico de pescado se encuentran: a) su sencilla manipulación, sin los peligros y riesgos que presentaba el ensilado químico; b) sus costos reducidos, porque no hay necesidad de importar el ácido orgánico; c) la posibilidad de adicionar diversas cepas de bacterias ácido-lácticas; d) el uso de la melaza es fácilmente obtenida en el país a un costo razonable; e) tiempo de proceso reducido; f) y un producto, incluyendo sabor y olor, más atractivo, agradable y apetecible.

La composición proximal del ensilado biológico difiere un poco del ensilado químico por la adición de los carbohidratos: humedad de 65%; proteína 16%; grasa 2%; cenizas 7% y carbohidratos 10%. Una evaluación realizada por Ottati *et al* (1990) del perfil de los ácidos grasos del ensilado indican que posee todos los ácidos grasos prevalecientes en el pescado fresco, mostrando una menor proporción de los ácidos saturados, (aproximadamente 40%) con prevalencia de los ácidos C16:0 y C18:0, al igual que un elevado porcentaje de ácidos grasos mono y polinsaturados (aproximadamente 60%), la mayoría de estos de más de 20 átomos de carbono, resaltando los ácidos C20:5W3 y C22:6W3.

El bajo contenido de grasa de los ensilados elaborados con especies de pescados provenientes de la fauna acompañante del camarón es una gran ventaja por que se reduce la cantidad de grasas insaturadas que pueden sufrir problemas de rancidez oxidativa y de esta manera afectar negativamente la alimentación de los animales. Los resultados de las pruebas del ácido tiobarbitúrico, como índice de oxidación lipídica, muestran que son reducidos los productos de la oxidación. Varias razones pueden explicar este fenómeno como la poca cantidad de grasa presente, las condiciones anaeróbicas del proceso y la presencia del líquido en el cual están inmersa las grasas y reduce el contacto con el oxígeno del aire.

Los estudios de estabilidad del ensilado muestran que es factible almacenar este producto por períodos mayores a 6 meses sin requerir de refrigeración.

PROCESOS DE ACIDIFICACIÓN Y DE HIDRÓLISIS

De acuerdo a los resultados de los estudios realizados del proceso del ensilado, pareciera que dicho proceso se puede dividir en dos fenómenos o fases distintas, pero que se complementan: una correspondiente a la hidrólisis o licuefacción, la cual está gobernada por las enzimas proteolíticas, y la otra correspondiente a la acidificación y reducción del pH, la cual está gobernada por la acción de los microorganismos ácido-lácticos. Es posible acelerar uno de los dos fenómenos, sin alterar drásticamente el otro.

Estudiando el proceso de elaboración del ensilado y su comportamiento durante el almacenamiento a temperatura ambiente durante 150 días, a través de índices físico-químicos y microbiológicos, se observa que durante los primeros cinco días hay una disminución drástica del pH, de valores de 6 hasta aproximadamente 4. Este valor se mantiene estable por todo el período de almacenamiento. Dicho valor de pH refleja la fase o fenómeno de acidificación por parte de los microorganismos.

El pH es uno de los índices de mayor importancia que debe ser controlado durante todo el proceso y almacenamiento del ensilado biológico de pescado, ya que refleja el desarrollo del proceso, la calidad del ensilado y manifiesta cualquier cambio que pueda afectar el producto. Adicionalmente el pH se puede medir muy fácil y rápidamente, inclusive fuera del establecimiento de producción.

Paralelamente a la disminución del pH se observa el incremento rápido en los valores de ácido láctico, el cual se sigue produciendo lentamente por 60 días aproximadamente, hasta mantenerse estable. Posiblemente esto se debe a un mecanismo de auto control, estando en disponibilidad de continuar produciéndose ácido cuando el pH aumente por incremento de compuestos nitrogenados, producto del crecimiento o desarrollo de organismos distintos a los ácido-lácticos.

En otras palabras existe un sistema de auto control, cuando se generan bases volátiles o compuestos nitrogenados que incrementen el pH, se inicia la producción de ácido por parte de los microorganismos, hasta que la cantidad de ácido en el medio sea suficiente para reducir el pH a niveles cercanos a 4, y detener o controlar el crecimiento de las bacterias y por ende la producción de ácido.

Por esto es importante que la cantidad de melaza añadida sea

suficiente como para mantener un pequeño reservorio que le permita a las bacterias lácticas producir suficiente ácido en el momento que sea necesario. Este fenómeno puede verse en los resultados de los contajes de microorganismos mesófilos, los cuales incrementan en el momento en que el pH aumenta y luego disminuyen cuando la cantidad de ácido producida es suficiente para reducir nuevamente el pH a su valor cercano a 4 y auto inhibir el crecimiento microbiano. Esta tendencia de los microorganismos a incrementar y luego a disminuir en el tiempo fue observada por Van Wik y Heyderich (1985).

Lógicamente la producción de ácido por los microorganismos conduce a la caída del pH. De allí la importancia que tiene la medida del pH, por que no solamente está evaluando la producción de ácido, sino que también la actividad de los microorganismos ácido-lácticos, la estabilidad y la calidad del ensilado.

En cuanto a la otra fase o fenómeno de hidrólisis o licuefacción del ensilado, puede medirse o evaluarse a través de el nitrógeno no-proteico, el líquido exudado o la consistencia. Estas determinaciones muestran un aumento de la hidrólisis protéica progresiva y rápidamente al inicio del proceso, haciéndose más lenta posteriormente hasta los 60 días.

Aunque ambos fenómenos parecieran estar separados o ser independientes, presentan una relación estrecha. A medida que la hidrólisis protéica progresa, se producen compuestos nitrogenados, como péptidos, aminoácidos, aminas, amonio y otros compuestos de bajo peso molecular, los cuales perturban la capacidad amortiguadora del producto, incrementándose los valores de pH, lo cual conduce a que las bacterias ácido-lácticas comiencen a producir ácido y reducir nuevamente el pH a su valor inicial (Lindgren y Pleaje, 1983).

La frescura inicial del pescado juega un importante rol en la velocidad de reducción del pH inicial. Esto se debe a que se establece un mecanismo de competencia entre las bacterias lácticas y los microorganismos descomponedores. A mayor carga microbiana inicial de organismos que participan en el deterioro del pescado fresco, mayor será la cantidad de bacterias lácticas que se deben inocular para asegurar un adecuado proceso. Igualmente cuando se utilizan las vísceras del pescado en la elaboración del ensilado, se está favoreciendo el fenómeno de hidrólisis, por la presencia de mayor cantidad de enzimas contenidas en las vísceras,

pero paralelamente se esta añadiendo una fuerte carga de microorganismos que es necesario inhibir rápidamente. En consecuencia es recomendable la utilización de pescados frescos y con vísceras para favorecer la velocidad del proceso de ensilado.

UTILIZACIÓN DE DESECHOS DE FRUTAS

Reyes *et al* (1991) ensayaron la adición de desechos de frutas como una vía para acelerar el proceso de hidrólisis del ensilado. Después de probar con desechos de naranja, piña, banana, y papaya, encuentran que la piña y papaya tienen un efecto positivo en la velocidad del proceso, por efecto de su contenido de las enzimas proteolíticas bromelina y papaína respectivamente. Se determinó que la banana actúa como una fuente más de carbohidratos y los cítricos no tiene mayor influencia en la velocidad del proceso.

Se estudió como influye el grado de maduración de las frutas, observándose que la piña puede usarse madura y fundamentalmente su jugo, mientras que una mayor concentración de enzimas se encuentran en la corteza verde de la papaya. Evaluando la proporción correcta de estos desechos de frutas, se encontró que una concentración de 10-15% es suficiente y adecuada para acelerar el tiempo del proceso de hidrólisis a la mitad sin afectar los demás parámetros. Además estos autores encontraron que la temperatura óptima del proceso está entre 35 y 45 °C., temperatura ésta que favorece la actividad enzimática sin afectar el crecimiento microbiano.

Recientemente Tomé *et al* (1994), trabajando con enzimas aisladas y puras, estudiaron el efecto y participación de las enzimas papaína y bromelina en el desarrollo del ensilado biológico de pescado, determinando la importancia que tienen estas enzimas para acelerar el proceso hidrolítico. Este tiene un efecto paralelo que es facilitar el contacto del ácido producido por los microorganismos con las partículas de pescado, evitando de esta manera la putrefacción.

En este mismo sentido Bello *et al* (1993b), añadiendo desechos de piña y papaya, y trabajando a 35 °C., lograron acelerar el proceso de hidrólisis a 24 horas y estudiaron la conveniencia de utilizar el pescado entero para la elaboración del ensilado, por la presencia de vísceras donde se encuentra una mayor cantidad de enzimas que contribuyen favorablemente a la hidrólisis del pescado. Sin embargo en estudios

previos de Bello et al (1993a) trabajando con pescado eviscerado, como una vía de reducir la carga microbiana inicial del ensilado, después de evaluar una serie de microorganismos (aerobios mesófilos, psicrófilos, esporas de aerobios y anaerobios, pseudomonas, enterobacterias, coliformes fecales y totales, mohos y levaduras, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp*, y *Clostridium perfringens*) encontraron que es posible reducir los organismos patógenos por la acidez y reducido pH del medio y por las sustancias antibacterianas producidas por las bacterias ácido-lácticas, generándose ensilados de adecuada calidad microbiológica.

ENSILADO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Los estudios de los ensilados biológicos en la alimentación animal en Venezuela, han sido realizados en cerdos (Ottati y Bello, 1990 a,b), pollos (Guevara *et al*, 1991) y rumiantes (Viète y Bello, 1990).

En el caso de los cerdos, se realizaron estudios en las etapas de crecimiento y engorde. Se iniciaron los estudios con animales jóvenes cruzados Landrance x York de 30 Kg. de peso, a los cuales se les suministró cuatro dietas, dos de ellas con ensilado de pescado al 2,5 y 5,0 % de materia seca de la dieta final; una dieta sin pescado (control) con harina de soya como fuente proteica; y una dieta comercial para cerdos en esta etapa. Los 16 animales se dividieron en cuatro grupos al azar de dos machos y dos hembras. Se evaluó la aceptación y el efecto sobre el rendimiento de los animales sometidos a los 4 tratamientos diferentes constituidos por raciones isoprotéicas e isoenergéticas. Se registraron ganancia de peso, consumo de alimento, aceptación del producto, síntomas adversos y mortalidad.

Para la etapa de engorde igualmente se emplearon cuatro dietas: Control (sin pescado), alimento comercial, y dos niveles de ensilado (2,5 y 5,0%), utilizando los mismos animales, iniciándose el ensayo con un peso promedio de 60 Kg, hasta alcanzar 90 Kg. de peso final. Similarmente se registró el aumento de peso y el consumo de alimento para determinar el índice de conversión. Adicionalmente se midió el espesor de la grasa dorsal en los animales en pie.

Los resultados de este estudio indican que en los cerdos en la etapa de crecimiento la mejor respuesta biológica se obtiene con la dieta con 5 % de ensilado de pescado, mientras que en los cerdos en la etapa de engorde,

la mejor respuesta fue con las dietas comercial y control. Adicionalmente los autores indican que la inclusión de ensilado en la dieta reduce el tiempo requerido por los cerdos en alcanzar el peso comercial, lo cual representa una ventaja en el costo de manutención de los animales.

Seguidamente Ottati y Bello (1990b) evaluando la calidad y el rendimiento de los animales previamente estudiados y luego sacrificados concluyeron que: las mediciones de peso, longitud y espesor de la grasa dorsal, realizadas a las canales, demostraron adecuadas características para los tratamientos: control y 5% de inclusión de ensilado de pescado.

Igualmente concluyeron que la incorporación de ensilado de pescado en la dieta no causaron lesiones u otro tipo de problema de índole fisiológico en los animales experimentales. Además notaron que la carne del pernil proveniente de los cerdos alimentados con dietas que incluyeron 5% de ensilado de pescado presentaron una mejor composición nutricional. Las pruebas sensoriales realizadas con estos perniles revelaron gran aceptación de la carne.

En cuanto a los estudios realizados en pollos de engorde por Guevara *et al* (1991) se trabajó con 128 pollos del cruce Cobb x Cobb, de un día de nacidos, en un ensayo durante seis semanas. Hubo cuatro tratamientos (dietas con 2.5 y 5% de ensilado de pescado , harina de pescado 5% y control sin pescado), formándose cuatro grupos de ocho animales por tratamiento. Se evaluó el incremento de peso en cada pollo y el consumo de alimentos, para obtener el índice de conversión. Los resultados obtenidos indicaron que no existen diferencias significativas entre los incrementos de peso desarrollado por las aves alimentadas con los diferentes tratamientos, sin embargo se observó que el mejor índice de conversión lo presentó la dieta con 5% de ensilado de pescado.

Al concluir el ensayo se hizo la autopsia de los pollos para evaluar las vísceras, donde no se observaron lesiones en los órganos estudiados. Finalmente se realizó una prueba sensorial en la carne de los pollos alimentados con los dos niveles de los ensilados de pescado y se compararon con pollos adquiridos en el comercio local. Los resultados de esta prueba no mostraron diferencias.

Los estudios realizados con 30 becerros durante 90 días, alimentados con una dieta complementaria de 2 Kg. diarios, a base de harina de soya, harina de maíz, sal y minerales suplementada con ensilado biológico de pescado (0, 100, 200 y 300 g como materia seca por día) , indicaron un

incremento en peso vivo mayor en los animales suplementados con 100 g de ensilado por día. A pesar de estos resultados se hace necesario ampliar los estudios en rumiantes.

USO DE BACTERIAS DEL YOGUR

Últimamente se han desarrollado nuevos ensilados biológicos de pescado utilizando las bacterias ácido-lácticas del yogurt, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (Aguilera, 1993). La ventaja de estos estudios es que han permitido incorporar microorganismos de más fácil obtención, utilización y manejo. Adicionalmente se ha logrado determinar la temperatura del proceso más conveniente para que garantice un rápido proceso hidrolítico con una eficiente acidificación. Se han estudiado como son afectados los diferentes componentes de la flora microbiana existente en el pescado y los ingredientes durante el desarrollo del proceso de ensilado, al igual de como se reflejan en los parámetros físicos y químicos.

CONCLUSIONES

Como se ha expresado existe una tecnología sencilla, práctica, de poca inversión, que permite aprovechar una serie de recursos pesqueros sub-utilizados o no aprovechados o bien sub-productos o desechos de la actividad pesquera, en la elaboración de alimentos para animales. Por su alto contenido proteico, similar a la harina de pescado, puede ser utilizado como sustituto de la harina de pescado en la elaboración de raciones de alimentos concentrados, o directamente como un complemento en la alimentación animal.

Estos ensilados biológicos de pescado son elaborados a partir del pescado entero o de sus partes, molidos finamente y con el añadido y mezcla de melaza de caña de azúcar (15%); desechos o partes de las frutas papaya o/y piña (15%); ácido sórbico (0,25%); inóculo con la bacteria ácido-lácticas (1%); y envasado y almacenado anaeróbicamente a 35-40°C. por pocos días.

Lamentablemente, los ensilados de pescado, aún cuando se han estudiado con profundidad y existen suficiente información para industrializarlos y comercializarlos, los esfuerzos en este sentido han sido infructuosos hasta el momento. Sin embargo las condiciones económicas

reinantes en el país en los actuales momentos, imposibilitan la adquisición de equipos costosos, como los requeridos para elaborar harinas de pescado. Los ensilados pasarán a ser una alternativa para el aprovechamiento de especies de pescado no utilizadas hasta el momento, como lo es la fracción de la fauna acompañante del camarón, conocida como broza, o los desechos de la industria fileteadora y conservera. Pareciera que esta tecnología tiene mayores posibilidades de aplicación en las pesquerías artesanales y en las comunidades pesqueras artesanales o de pocos volúmenes.

Referencias

- Aguilera, N. 1993. Elaboración de ensilado biológico de pescado a partir de los fermentos lácticos del yogurt (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*). Tesis de Magister Scientiarum, Postgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Bello, R., Cardillo, E. y Martínez, R. 1993a. Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado eviscerado. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 43(3):221-227.
- Bello, R., Cardillo, E. y Martínez, R. 1993 b. Estudio del efecto de la adición de frutas tropicales, piñas (*Ananás comosus*) y lechosa (*Carica papaya*) en la elaboración del ensilado biológico de pescado. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 43(3):228-233.
- Córdova, E. y Bello, R. 1990. Obtención de ensilado de pescado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 36(3):522-535.
- Guevara, J., Bello, R. y Montilla, J. 1991. Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiológica como suplemento proteínico en dietas para pollos de engorde. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 41(2):247-256.
- Lindgren, S. and Pleaje, M. 1983. Silage fermentation of fish waste products with lactic acid bacteria. Journal of Science of Food and Agriculture. 34:1057.
- Martínez, R., Pascual, M. y Bello, R. 1991. Elaboración de ensilados biológicos de pescado en Venezuela y España. Alimentaria.

- 28(221):43-49.
- Ottati, M. y Bello, R. 1990a. Ensilado microbiano de pescado en la alimentación porcina. I. Valor nutritivo del producto en dietas para cerdos. *Alimentaria*. 27(211):37-44.
- Ottati, M. y Bello, R. 1990b. Ensilado microbiano de pescado en la alimentación porcina. II. Evaluación de la canal y caracterización de la carne. *Alimentaria*. 27(212):109-113.
- Ottati, M., Gutiérrez, M. y Bello, R. 1990. Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado proveniente de especies subutilizadas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 40(3):408-425.
- Reyes, G., Martínez, R., Rodríguez, L., Bello, R. y Pascual, M. 1991. Efecto de la adición de desechos de frutas tropicales sobre la velocidad de producción de ensilado microbiano de pescado. *Alimentaria*. 28(219):99-108.
- Rodríguez, T., Montilla, J J. y Bello, R. 1990a. Ensilado de pescado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón. I. Elaboración y evaluación biológica. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 40(3):426-438.
- Rodríguez, T., Montilla, J J. y Bello, R. 1990b. Ensilado de pescado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón. II. Prueba de comportamiento en pollos de engorde. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 40(4):548-559.
- Tomé, E., Levy, A. y Bello, R. 1994. Control de la actividad proteolítica en ensilado de pescado. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. (En Prensa)
- Van Wik, H. and Heydenrich, M. 1985. The production of naturally fermented fish silage using various lactobacilli and different carbohydrate sources. *Journal of Science and Agriculture*. 36, 1093-1102.
- Viete, C. y Bello, R. 1990. Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiana como suplemento protéico en la dieta de rumiantes. Informe de Pesca FAO No. 441. Suplemento de la "2da Consulta de expertos en tecnología de productos pesqueros en América Latina. Montevideo, Uruguay. 11-15/12/89." pp.99-106.

Capítulo 2

Utilización del Ensilado de Residuos de Pescado en Pollos

Ing. Ziska Berenz
Instituto Tecnológico Pesquero del Perú
Callao, Perú

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores más importantes en la producción animal es la alimentación, pues representa entre el 50 y 80% de los costos de producción. Un problema particular en la alimentación animal es la provisión de proteínas, debido a la limitada disponibilidad de insumos protéicos y su relativo alto costo. En el caso de la harina de pescado, a pesar de ser una fuente protéica muy completa, su fabricación es un proceso sumamente costoso. En tal sentido se hace necesaria la búsqueda de fuentes alternas de proteínas de diferentes orígenes.

Una de las alternativas viables la constituye el ensilado biológico de pescado. Este es un producto de fácil elaboración y de bajo costo, que aprovecha los residuos de desechos de la industria pesquera, tales como cabezas, colas, huesos, piel, escamas, vísceras y pescado entero no apto para consumo humano. Mediante un proceso de fermentación controlada con bacterias lácticas y carbohidratos, se obtiene un producto acidificado, estable, con buenas cualidades nutritivas y antimicrobianas contra bacterias patógenas y putrefactivas por lo que puede ser de gran utilidad en alimentación animal.

En recientes años ha despertado considerable interés la preparación de ensilados biológicos como ha sido reportado por Tatterson y Windsor (1974), Pizardi (1975), Raa y Gilberg (1982), Lindgren y Pleje (1983), Cooke y Twiddy (1987), Bertullo (1989), Martinez *et al* (1991) y Rabia

et al (1993).

En el Instituto Tecnológico Pesquero (ITP) del Perú también se ha desarrollado el proceso del ensilado biológico con residuos de pescado utilizando bacterias del yogurt (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophyllus*) y melaza como sustrato fermentable (Areche y Berenz, 1990a).

Se sabe que en muchos países donde no se procesa harina de pescado, los ensilados han sido empleados como un sustituto de la misma, obteniendo buenos resultados, sin embargo para aplicarlo en alimentación animal es necesario probarlo biológicamente debido a que la calidad e inocuidad del ensilado depende del tipo de materia prima, proceso (químico, biológico u otras), condiciones de almacenamiento, etc.

En cuanto a la inocuidad del ensilado del ITP, se llevó a cabo un ensayo donde se evaluó la producción del "vómito negro" en pollos, que es una intoxicación de los mismos al consumir harina de pescado elaboradas en condiciones inadecuadas, manifestándose ulceraciones en las mollejas que pueden producir hasta la muerte de las aves. Se comprobó que el ensilado es completamente inocuo a la producción de vómito negro (Areche y Berenz, 1990b).

Por otro lado, ensayos llevados a cabo en otros países como en Venezuela, donde en una prueba con pollos de carne, utilizaron ensilados químicos en niveles de 6% de inclusión en las dietas, y concluyen que no se ve afectada la conversión alimenticia (Guevara y Bello, 1989) también se conoce de otro ensayo en pollos en que utilizaron 5% de ensilado seco, obtenido con la bacteria *Lactobacillus plantarum* comparándola con harina de pescado, donde resultó que no hay diferencias significativas entre los incrementos de peso de los pollos alimentados con harina de pescado y ensilado, pero si hay diferencias con las conversiones alimenticias de las dietas, resultando menor en el tratamiento con ensilado (Córdova y Bello, 1986).

El objeto de la presente investigación fue evaluar el ensilado biológico de residuos de sardina del ITP en un bioensayo de crecimiento de pollos de carne, donde se sustituye totalmente la harina de pescado por ensilado con dietas balanceadas nutricionalmente. La finalidad del estudio fue evaluar su calidad considerando como parámetros: peso vivo, consumo de alimento y conversión alimenticia y ver si realmente puede sustituir a la harina de pescado bajando los costos de alimentación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración del ensilado biológico de pescado

Se utilizaron los residuos y desechos del procesamiento de sardina (cabezas, vísceras, huesos, aletas de las plantas de procesamiento del ITP). Los residuos después del lavado fueron sometido a cocción, molienda y mezclado con 5% de yogurt, y 10% melaza utilizando el método descrito por Areche y Berenz (1990a).

Ensayo con pollos

Animales.

En la etapa de Inicio (0-3 semanas), 60 pollos de la raza Hubbard de 1 día de nacido y 47 g de peso en promedio, se distribuyeron al azar en 6 lotes de 10 pollos cada. Hubo 3 lotes por tratamiento (1, 2 y 3 para D1; 4, 5 y 6 para D2). Estos lotes fueron colocados en una batería metálica de 6 jaulas, provistos cada uno de comedero, bebedero y lámpara de calefacción, en un ambiente cerrado. En la etapa de acabado (4-7 semanas), los lotes se redujeron a 8 pollos, se quitó la calefacción y se cambió la batería a un lugar abierto donde solo tuvieron luz natural. Ambas instalaciones tuvieron buenas condiciones de ventilación y sanidad.

Dietas.

Las dietas empleadas fueron D1 (control) con harina de pescado como fuente proteica animal y D2 con ensilado de residuos de sardina. Ambas fueron formuladas de acuerdo a los requerimientos de los pollos según la National Research Council (1984). En la Tabla 1 se muestra la formulación porcentual de las 2 dietas y su costo aproximado en dólares. El contenido nutricional se presenta en la Tabla 2. Se contó con apoyo de la Universidad Nacional La Molina para las formulaciones de dietas, manejo y sanidad de animales.

Tabla 1. Composición de las dietas por etapa.

Ingredientes (%)	Inicio		Acabado	
	D1	D2	D1	D2
Maiz	58.60	47.69	70.50	56.90
Torta de soya	30.00	26.20	18.90	16.70
Aceite vegetal	2.50	1.75	1.00	0.40
Premezcla	0.15	0.13	0.15	0.15
Carbonato de Calcio	0.90	0.79	0.90	0.80
Sal	0.20	0.17	0.30	0.20
DL-Metionina	0.15	0.13	0.15	0.15
Fosfato dicálcico	1.30	1.14	0.90	0.50
Cloruro de Colina	0.10	0.09	0.10	0.10
Antifúngico	0.10	0.09	0.10	0.10
Harina de pescado	6.00	--	7.00	--
Ensilado de pescado	--	21.83	--	24.00
Costo \$/Kg	0.32	0.28	0.20	0.25

Tabla 2. Contenido nutricional de las dietas en base seca.

	Inicio		Acabado	
	D1	D2	D1	D2
EM (Mcal/kg)	3.40	3.40	3.40	3.50
Proteína cruda (%)	24.80	24.80	20.90	21.60
Calcium (%)	1.00	1.20	0.90	1.00
Fósforo (%)	0.50	0.60	0.50	0.50
Metionina (%)	0.60	0.70	0.60	0.70
Metionina + Cistina (%)	1.00	1.00	0.90	1.10

Manejo y Sanidad.

Durante todo el experimento los animales dispusieron libremente de agua y alimento. Diariamente se limpiaron las jaulas y los bebederos. Durante la etapa de inicio se adicionó al agua vitaminas B más antibióticos. Los pollos fueron vacunados contra las enfermedad de Marek y de New Castle.

Mediciones.

Se llevó el control del consumo de cada dieta mediante el pesaje diario, luego al final de la semana se evaluó el sobrante y por diferencia se calculó la cantidad real de alimento consumido, por semana y por lote. Los pesos corporales fueron registrados semanalmente y en forma individual, desde el inicio hasta el final del experimento para luego obtener los pesos semanales por lote para cada tratamiento y así poder hallar los incrementos de peso. Terminado el ensayo, se procedió al sacrificio de los pollos, observándose los órganos, especialmente en las mollejas, donde se manifiesta las lesiones del vómito negro.

Determinaciones químicas.

Humedad, proteínas, grasa cruda, cenizas, carbohidratos se determinaron según los métodos de AOAC (1980). El fósforo según método colorimétrico de Raheja et al (1973). Calcio, Hierro, Magnesio según métodos de AOAC (1980) con espectrofómetro de Absorción Atómica del ITP, marca HITACHI, modelo 170-30. El cromatograma de ácidos grasos en grasa extraída del ensilado por el método de Bligh and Dyer (1959) con un cromatógrafo de gases marca HITACHI modelo 163.

Comportamiento Animal.

El incremento de peso se determinó por diferencia entre peso final y el peso inicial. El consumo de alimento se determinó por diferencia entre el alimento suministrado semanalmente con el residual, tanto tal como ofrecido como en materia seca. La conversión alimenticia se calculó considerando el alimento tal como ofrecido como en base seca.

Diseño Estadístico.

Se usó el diseño completamente al azar, con dos tratamientos y 3 repeticiones cada uno. Los parámetros evaluados mediante Análisis de Varianza (ANOVA) fueron incremento de peso, consumo tal como ofrecido y en base seca, y conversión alimenticia, utilizando el programa estadístico SAS y Stat Graphic (1985).

Retribución Económica.

La retribución económica se realizó considerando el rubro de alimentación

por representar éste, el que ocupa el mayor porcentaje dentro de los costos de producción. Esta evaluación se realizó al final de la prueba, considerando el peso promedio, el precio por Kilo de pollo vivo, así como del alimento consumido, se obtuvo así el margen de utilidad obtenida por pollo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del Ensilado Biológico

En la Tabla 3 se muestran los resultados de la composición química proximal del ensilado, elaborado a partir de los residuos de sardina, y de la harina de pescado utilizados en las dietas de los pollos.

Se observa que el ensilado contiene un elevado contenido de humedad y consecuentemente la proteína es menor comparado con la harina de pescado. La presencia de carbohidratos en el ensilado y la humedad resulta medio propicio para el desarrollo de las bacterias lácticas, confiriendo al producto cualidades benéficas en la digestión, mejorando la población natural microbiana de los animales (Jorgensen, 1962) y estabilidad al producto (Areche y Berenz, 1990a).

En el cromatograma obtenido de los principales ácidos grasos se observa que predominan los ácidos grasos insaturados, 56.94% en el ensilado y 47.60% en la harina de pescado, que al incluirse en las dietas de pollos resulta beneficioso para prevenir alteraciones de la visión y tasa de crecimiento en las aves (16), pero la presencia de esta alta insaturación, tiende a enranciar el producto, cuando hay contacto con el oxígeno del aire, por lo que es conveniente el uso de antioxidante como el Butil Hidroxianisol (BHA) y de bolsas plásticas adecuadas para su almacenamiento.

El contenido de aminoácidos en ambos insumos no ha sido llevado a cabo, pero hay referencias en un trabajo anterior, donde se reporta que son menores las concentraciones de los principales aminoácidos del ensilado respecto a la harina de pescado (Areche y Berenz, 1990b). Es necesario considerar que en el ensilado se parte de residuos o desechos de pescado y que se pretende utilizarlo aprovechando sus otras cualidades benéficas.

Tabla 3. Composición química proximal del ensilado de residuos de sardina y de la harina de pescado.

Análisis	Ensilado	Harina de pescado
- Humedad (%)	63.32	10.11
- Grasa (%)	5.31	10.21
- Proteína total (%)	18.46	65.80
- Cenizas (%)	8.15	13.88
- Carbohidratos (%)	4.76	-
- Calcio (%)	1.54	3.65
- Fósforo (%)	1.06	2.65
- Hierro (mg/kg)	12.00	32.00
- Magnesio (mg/kg)	19.00	204.00

Cromatograma de Acidos grasos (% relativo)		
- C14:0 Ac. Mirístico	7.55	8.13
- C16:0 Ac. Palmítico	21.28	28.44
- C18:0 Ac. Esteárico	6.06	6.27
- C16:1 Ac. Palmitoleico	9.13	10.27
- C18:1 Ac. Oleico	13.66	13.46
- C18:2 Ac. Linoléico	2.01	1.70
- C18:3 Ac. Linolénico	2.16	2.50
- C20:5 EPA	15.52	10.80
- C22:5 Docosapentaenoico	2.84	1.90
- C22:6 DHA	11.62	8.53
Total Acidos Grasos Saturados	34.88	42.84
Total Acidos Grasos Monoinsa.	22.79	24.33
Total Acidos grasos Polinsat	34.15	25.43
Total Ac.grasos no identificados	8.18	7.40

En cuanto a minerales se encontró Calcio y Fósforo en proporciones adecuadas, por lo que resulta ventajoso incluirlo en dietas de animales para su formación osea y regulación de sus funciones metabólicas (Mundo Avícola, 1992).

DEL ENSAYO CON POLLOS.

Utilizando el ensilado elaborado, se formularon las dos dietas de la evaluación (Tabla 4). Se observa que la dieta formulada con ensilado (D2) presentó mayor humedad respecto a la dieta control (D1), esto ocurre por la naturaleza misma del ensilado, pero que en base seca nutricionalmente ambas dietas proporcionan lo requerido tanto para la etapa de inicio como acabado (Tabla 2).

En cuanto al consumo no se observó en los pollos rechazo por ninguna de las dos dietas, por el contrario se notó preferencia por D2, quizá por la mayor humedad, por la cepa láctica o por la melaza. La aceptación de una dieta por los animales es importante, porque así éstos la ingieren en cantidades que se traducen en un mayor rendimiento productivo.

Tabla 4. Composición química proximal de las dietas utilizadas.

Análisis (%)	Inicio		Acabado	
	D1	D2	D1	D2
- Humedad	11.0	23.6	11.0	22.8
- Grasa	6.3	6.0	4.8	7.2
- Proteína total	18.7	15.8	19.3	16.6
- Cenizas	11.2	5.1	5.9	7.0
- Carbohidratos	52.8	49.6	59.0	46.4

ETAPA DE INICIO

En Tabla 5 se observan los pesos corporales promedios de los 60 pollos, desde el comienzo del ensayo (46.5 g por pollo) hasta las 3 semanas (765.2 g = D1, 707 g = D2). Existieron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) en favor de la dieta con harina de pescado (D1). La Tabla 5 también presenta los resultados del consumo "tal como ofrecido" y en "base seca" (al 90%), notándose mayor consumo de D2, que según el Análisis de Varianza no presenta diferencias significativas ($P > 0.05$), en cambio con la conversión alimenticia (CA) sí hay diferencias ($P < 0.05$).

Tabla 5. Ganancia, Consumo y Conversion Alimenticia en etapa de Inicio.

	D1	D2	P
- Peso Inicial (g)	46.5	46.5	
- Peso Final (g)	765.0	707.7	
- Ganancia (g)	718.5	661.2	A
- Consumo (kg):			
Tal como Ofrecido	1,016.6	1,148.3	NS
En base seca	1,005.0	975.3	NS
- Conversión Alimenticia:			
Tal como Ofrecido	1.42	1.74	B
En base seca	1.40	1.47	B

A = P <0.01; B = 0.01 < P <0.05; NS = P >0.05

Durante toda la etapa de inicio no se observó mortandad ni afección sanitaria diferencial en los pollos en ambos tratamientos, solo fatiga debido a un tipo de osteoporosis en las patas y huesos de las piernas de los pollos criados en jaulas. Esto se debe al crecimiento, al poco movimiento y al reducido espacio, se soluciona cambiando las aves al piso (Rojas, 1986). Como el ensayo fue en jaulas para el mayor control, se optó por reducir el número de aves por lote al comienzo de la etapa de Acabado.

ETAPA DE ACABADO

En la Tabla 6 se observan los pesos corporales promedios de los 48 pollos experimentados con las 2 dietas, aunque se produjo un leve incremento de peso en los pollos alimentados con ensilados (D2), pero que estadísticamente no representó diferencias significativas (P >0.05). También se presentan el consumo y la conversión alimenticia (CA) para esta etapa, donde se observa que no hay diferencias significativas P>0.05).

Durante toda la etapa de acabado no se observaron problemas sanitarios ni mortandad en los pollos alimentados con las dos dietas en estudio y los valores alcanzados en los pesos corporales finales y las CA con ambos tratamientos se encuentran en los rangos de los estándares de crecimiento en pollos de raza Hubbard presentados en la Tabla 7 (Mundo Avícola, 1992).

Tabla 6. Ganancia, Consumo y Conversión Alimenticia en la etapa de Acabado.

	D1	D2	P
- Peso Inicial (g)	765.0	707.7	
- Peso Final (g)	2,196.7	2,286.7	
- Ganancia (g)	1,431.7	1,579.1	NS
- Consumo (kg):			
Tal como Ofrecido	3,230.0	3,800.0	
En base seca	3,192.7	3,257.9	NS
- Conversión Alimenticia:			
al como Ofrecido	2.26	2.40	
En base seca	2.23	2.06	NS

A = P < 0.01; B = 0.01 < P < 0.05; NS = P > 0.05

Tabla 7. Estándares de crecimiento de pollos de la raza Hubbard.

Machos y hembras Combinados	
- Peso vivo	
A 42 días	1.95 Kg
A 49 días	2.40 Kg
- Conversión Alimenticia	
A 42 días	1.90
A 49 días	2.04

Fuente: Mundo Avícola, 1992.

Al sacrificio de todos los pollos se evaluaron los órganos de las aves, especialmente las mollejas donde no se encontró lesiones ni ulceraciones en ellas, comprobándose nuevamente la inocuidad del producto al vómito negro (Areche y Berenz, 1990b). En un sondeo de opinión entre los consumidores de todos los pollos del ensayo, manifestaron la inexistencia de olor o sabor a pescado.

RETRIBUCIÓN ECONÓMICA

En la Tabla No. 8 se tiene la retribución económica al final de la prueba en base al costo en dólares del alimento, donde apreciamos que por kilo de pollo vivo alimentado con la dieta preparada con ensilado (D2), se obtiene una ganancia de \$ 0.78, mientras que con las dietas de harina de pescado (D2) decrece levemente esta retribución (\$ 0.76).

Tabla 8. Retribución Económica por kg de pollo vivo al final de la prueba.

	D1	D2
INGRESO		
- Peso promedio al final (Kg)	2.20	2.30
- Precio por peso vivo (\$/Kg)	1.33	1.33
- Ingreso bruto por pollo (\$/Kg)	2.93	3.06
COSTOS ALIMENTICIOS		
- Consumo (Kg):		
Etapa Inicio	1.02	1.15
Etapa Acabado	3.23	3.80
Total	4.25	4.95
- Costo de la dieta (\$/Kg):		
Inicio	0.32	0.28
Acabado	0.29	0.25
- Costo (\$):		
Total	1.26	1.27
Por Kg de pollo vivo	0.57	0.55
RETRIBUCION ECONOMICA SOBRE COSTOS ALIMENTICIOS		
- Por pollo (\$)	1.67	1.79
- Por Kg de pollo (\$)	0.76	0.78

CONCLUSIONES.

Los resultados de Composición Química Proximal del ensilado de residuos de Sardina producido por bacterias lácticas del yogurt, indican que es una fuente proteica-energética factible de ser utilizada en formulaciones de alimentos para animales.

Bajo las condiciones en que se realizó el ensayo, el ensilado de residuos de Sardina reemplazó eficazmente como fuente proteica animal a la harina de pescado en términos de Peso - Incremento - Conversión Alimenticia y Retribución Económica, aunque en mejores condiciones en la etapa de acabado que en la etapa de inicio.

Agradecimiento

Se desea expresar agradecimiento al Bach. José Oliva por su dedicada labor en el manejo del ensayo, igualmente al Dr. Carlos Gómez por su asesoramiento y demás personas de la Planta de Alimentos Balanceados de la Universidad Nacional Agraria La Molina. También al Ing. Manuel Plácido por la interpretación de los datos estadísticos y al personal del ITP que ha colaborado con nosotros para la ejecución del presente trabajo.

Referencias

- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis, Association of Official Agricultural Chemist, 13 ed., Washington, D.C.
- Areche, N. y Berenz, Z. 1990. Ensilado de residuos de pescado por bacterias del yogurt. Bol Inst. Inv. Tec. Pes. Vol 3 (1):26-28.
- Areche, N. y Berenz, Z. 1990. Inocuidad del ensilado de pescado en la producción de vómito negro Bol. Inst. Tec. Pes. Vol 3(1):36-42.
- Bertullo, E. 1989. Desarrollo del ensilado de pescado en América Latina 2da. Consulta de Expertos sobre Tec. Pesq. en América Latina FII819/RLAC/2, pag 24-45.
- Bligh and Dyer, W. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification J. Biochem Physiol, 39:911-917.
- Cooke, R. Twiddy, D. 1987. Lactic acid fermentation as low cost means of food preservation in tropical countries, FEMS Microbiology Reviews 46:369-379.

- Cordova, E. y Bello, R. 1986. Procesamiento y evaluación de ensilado de pescado a partir de la fauna acompañante del camarón. *Arch. Latinoam. Nutr.* 36(3):522-535.
- Guevara, Y. y Bello, R. 1989. Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiológica como suplemento proteico en dieta de pollos de engorde. *FAO Informe de Pesca #441:107-114.*
- Jorgensen, H. 1962. *Microbiología de las fermentaciones Industriales*, p430-431.
- Lindgren, S. and Pleje, M. 1983. Silage fermentation of fish or fish waste product with lactic acid bacteria. *Journal of the Sc. of Food Agric.* 34:1057-1067.
- Martinez, V. Pascual, M y Bello, R. 1991. Elaboración de ensilado biológico en Venezuela y España. *Alimentaria* 211:42-49.
- National Research Council. 1984. *Nutrient requeriments of poultry D.C. National Academic of Science, Washington USA.*
- Mundo Avícola. 1992. *Guía anual Vol 2(5):33-67.*
- Ottati, M. y Bello, R. 1989. Ensilado microbiano de pescado en alimentación porcina I. Valor nutritivo del producto. *FAO Informe de Pesca No. 441 Pag 69-78.*
- Pizardi, D. 1975. Estudio sobre la fermentación láctica del machete *Brevoortia chilcae*. Tesis UNA La Molina Lima-Perú.
- Raa, J. and Gildberg, A. 1982. Fish silage. A review. *Food Sc. and Nutrition* 16(4):383-419.
- Rabia, Z. et al. 1993. Preparation of fish silage by microbial fermentation. *Tropical Sc.* 33:171-182.
- Raheja, R. et al. 1973. New colrimetric method for the cuantitative estimation of phospholipids without acid digest. *J. Lipid Res.* 14:695-697.
- Rojas, S. 1986. *Nutrición animal aplicada*, p74-76.
- S.A.S.- STAT. 1985. *Guide for personal computers. Versión 6ta. Ed. Institute USA.*
- Tatterson, I. and Windsor, M. 1974. Torry test practical value of fish silage L. *Sc. Fd. Agric.* p25-36.

Capítulo 3

Ensilajes de Pescado en Brasil para la Alimentación Animal

Edson Lessi
CPTA/INPA
Manaus, AM, Brasil

INTRODUCCIÓN

El Brasil, es un país con 8.511.956 km², 55.457 km² de aguas interiores, población de aproximadamente 150 millones de habitantes, poseyendo 7.408 km de costa marítima y varios ríos de gran tamaño que bañan millones de kilómetros del territorio nacional (Adas, 1985). Además, el Brasil posee la Región del Pantanal de Matogrosso, la cual tiene una reserva animal bastante diversificada con muchas especies de peces. En los últimos años el gobierno viene construyendo represas hidroeléctricas aumentando significativamente el volumen de agua y la producción de la acuicultura.

La Región Amazónica, integra una gran parte del territorio brasilero, teniendo millones de ríos, quebradas, arroyos, zonas inundables y lagos unidos a varios ríos caudalosos como el Amazonas, Solimões, Negro, Madeira, Purus, formando un volumen de agua incalculable (Lima, 1992). El mar brasilero es derivado de la corriente africana, de aguas cálidas, que a la altura del Río Grande do Norte se bifurca, bañando la costa nordeste y norte, sudeste y sur con aguas pobres en cantidad, más con una gran variedad de peces, crustáceos, moluscos; camarones en el sur, nordeste y norte, principalmente para la exportación, así como la langosta en el nordeste. Hay a lo largo de la costa una gran variedad de peces; y una cierta abundancia de *Sardinella brasiliensis* en el litoral abajo del Estado de Río de Janeiro hasta Río Grande do Sul. Es en esa región donde están

localizados las grandes fábricas de enlatados de sardina, cavalinha y atún en conserva, consecuentemente es en esa región donde se produce toda la harina de pescado del Brasil. Producción muy inferior a las necesidades nacionales de la alimentación principalmente de los rebaños de vacas, caballos, puercos, aves y de la acuicultura (peces y camarones de agua dulce y salada).

La harina de pescado es un producto caro, principalmente por ser producida solamente en la Región Sudeste, aumentando mucho su costo con el transporte. Por el hecho de no existir a lo largo de la costa brasilera del nordeste y norte grandes reservas de pescados no se acumula residuos suficientes para la producción de harina, ni incluso artesanal. En la Región Amazónica, los ríos poseen cerca de 2.050 especies de peces, sin embargo, apenas cerca de 30 especies tienen interés comercial, de las cuales apenas cerca de 10 tienen gran aceptación por la población. De ahí el hecho de que el Instituto Nacional de Pesquisas de la Amazônia-INPA, a través de la Coordenação de Pesquisas em Tecnologia de Alimentos, concentra su interés en la investigación de aquellas especies que no tienen valor comercial y/o que hasta ahora son poco apreciadas por la población.

La producción de peces en toda la Amazônia brasilera es desconocida, hay quien la estime en 200 mil ton/año. Una investigación antigua, Petrere (1978), calculó en 43,000 ton solamente en el desembarque de cinco ciudades del Estado do Amazonas, incluyendo Manaus. Hay investigadores que estiman que el volumen total puede sobrepasar en mucho las 200 mil ton/año. Toda esa producción está dispersa por los ríos, solamente ahora, comienzan a aparecer industrias procesadoras de filetes congelados, para exportación para los Estados Unidos de América del Norte y para el sur del Brasil. Delante de esa situación una fábrica de harina sería antieconómica y fatal para las reservas de varias especies, y generaría problemas ecológicos para la región.

Como puede se notar, el ensilado biológico de pescado aparece como la grande solución para el aprovechamiento de los residuos de la industria y posiblemente también a nivel familiar y artesanal en la Amazonia. Aunque, en 1979, H. Lupin y E. Lessi (comunicación personal), hayan realizado en 1979, en Tamandaré, Estado de Pernambuco, ensilado ácido de pescado para los alumnos del Curso de Tecnología y Control de Calidad de Pescado (FAO/SUDEPE), hasta hoy el proceso no ha sido desarrollado comercialmente. Aunque en Río de Janeiro, Villela de

Andrade *et al* (1992), hayan realizado investigación con ensilado ácido en 1982, logrando alimentar con éxito gallinas ponedoras e pollos, con raciones de costo mínimo, esta investigación solamente fue divulgada mucho más tarde por la FAO (1992) en la Segunda Consulta de Expertos sobre Tecnología de Productos Pesqueros en América Latina - Montevideo 11-15 de diciembre de 1989. Posteriormente en Manaus se hicieron modificaciones de esa formulación substituyendo varios ingredientes, y presentaron los resultados en Cabo Verde, en un curso DANIDA/FAO (Lupin *et al*, 1985), aumentando grandemente la regionalización de la fórmula. Apoyado en esas formulaciones, Ximenes Carneiro(1991) en Manaus utilizó el ensilado biológico para preparar ración para alevines de tambaqui *Colossoma macropomun* y Arthur (1991), en Río de Janeiro, también utilizó ensilado biológico para alimentar post-larvas de camarón (*Macrobrachium rosembergii*, M), ambos con mucho éxito.

En marzo de 1994, E. Lessi y C. Ximenes (comunicación personal), realizaron para a Federação Sindical das Micros e Pequenas Empresas do Estado do Amazonas (FEMPEAM), una transferencia de tecnología de ensilados biológicos y preparación de raciones animales, pero hasta el momento no aparecido ninguna microempresa utilizando la tecnología propuesta.

Aunque el ensilado biológico, en nuestro entender, podría ser una gran alternativa para las regiones brasileras de la costa e de la Amazonia, donde no hay condiciones de producir harina de pescado, hasta el momento no ha habido oportunidad de introducir su producción sistemática. Quizás, por el hecho de la dificultad de reunir los residuos, en las industrias y mercados de pescado de la ciudad y porque la diferencia en el costo de las dietas con ensilado no parece ser atractivo. Por ese motivo, estamos realizando investigaciones con el objetivo de abaratar todavía más el costo del ensilado biológico y de las raciones de ensilado, utilizando también otros residuos, como el suero de la fabricación del queso, abundante en Manaus.

EXPERIENCIAS CON RACIONES DE ENSILADO ÁCIDO DE RESIDUO DE PESCADO PARA AVES

El trabajo de investigación logró el aprovechamiento del residuo de sardinas de la industria de conserva de Río de Janeiro, mediante la

preparación de ensilado químico, substituyendo la harina de pescado en la formulación a costo mínimo de las raciones para aves; aprovechar el residuo de pescado con pequeña inversión de capital y bajo consumo de energía en la preparación del ensilado; ofrecer una alternativa para el combate a la contaminación ambiental, en aquellas regiones donde el volumen de residuos no justifica la construcción de fábricas de harina de pescado.

Al residuo triturado con pH 6.4, le fue adicionado ácido fórmico (al 85%), en la proporción de 3.5%. El pH del ensilado después de la preparación fue de 3.1 y la temperatura ambiente de 30°C. Después de las 72 horas de hidrólisis el ensilado fue considerado completo, de acuerdo con las determinaciones de pH e acidez.

El ensilado fue secado al sol y a la sombra de varias maneras. Después de 48 horas de evaporación en sombra a temperatura ambiente, la humedad bajó de 74.80% a 53.20%; la grasa subió de 5.47% a 8.93% y la proteína total de 15.12% a 32.76%. Fueron determinados también Ca, P, Na, K, Mg, Mn y amino ácidos. Fueron preparadas las raciones de mínimo costo por programación lineal, utilizándose el programa estadístico da IBM, MPSX1370 (Río Data-Centro-PUC, Río de Janeiro).

Los ingredientes colocados a disposición de los programas fueron torta de soya, salvado de trigo, harina de carne, harina de pescado, ensilado concentrado (secado por 48 horas), piedra caliza, ortofosfato dicálcico defluorinado para pienso (FOSBASE), cloruro de sodio, DL metiomina (98%); vitaminas (VITAVE), Etoxiquin, Cloruro de colina (al 50%), Furazolidina y Coccidicina (Arpocox, Merck, Sharp & Dohn).

Los ensayos fueron realizados en la Hacienda Pouchucq, en Petrópolis, Río de Janeiro. La duración fue de 10 días, con 5 días para el período de adaptación y 5 días para la colecta de heces. En ese ensayo fueron utilizadas 50 aves con dos semanas de edad (jóvenes) y 20 aves con 20 semanas de edad (adultas). Las aves jóvenes fueron colocadas en conjuntos de 10 aves por unidad experimental, con 4 repeticiones en el tratamiento y una repetición para la dieta de referencia o control. Las aves adultas fueron colocadas en jaulas convencionales, dos por jaula, siendo cada unidad experimental compuesta por 4 aves. Fueron usadas 4 repeticiones en cada tratamiento.

La dieta de referencia, o control, fue elaborada con los mismos ingredientes de la dieta de referencia de las aves jóvenes, de modo a ser

alcanzado 2,750 Kcal/kg y 20% de proteína. En la otra dieta se substituyó el 40% por el ensilado.

La energía metabolizable corregida (EMC) del fue de 2,222 Kcal/kg para aves jóvenes y de 2,306 Kcal/kg, para aves adultas (gallinas ponedoras).

Todas las raciones preparadas con diferentes niveles de ensilado, presentaron costo inferior a aquellas preparadas con harina de pescado. Se concluyó que la composición química del ensilado demuestra su valor como fuente energético-proteínica alternativa de alta calidad y, que aunado a su contenido de amino ácidos esenciales y de minerales, permiten su inclusión en las fórmulas de bajo costo para aves. Los ensayos demostraron la ventaja del ensilado como substituto potencial de la harina de pescado en las raciones.

EXPERIENCIAS CON RACIONES PREPARADAS CON ENSILADO BIOLÓGICO DE RESIDUO DE PESCADO PARA PISCICULTURA

El fermento biológico fue preparado utilizándose la fórmula de Lupin *et al* (1986), que contiene 41% de repollo, 31% de papaya, 17% de harina de trigo, 3% de sal de cocina (NaCl) y 8% de vinagre. La formulación del ensilado fue preparada agregándole al residuo triturado de pescado, 30% de harina de trigo, 4% de sal de cocina y 10% de fermento biológico anteriormente preparado.

Los experimentos de crecimiento fueron realizados con alevines de tambaqui (*Colossoma macropomum* Curvier, 1818), con 105 días de edad, peso medio de 3.68 g y 4.40 cm de tamaño medio. Las raciones fueron preparadas según las reglas del Sector de Nutrição do Centro de Pesquisa Ictiológica "Rodolfo von Ihering" (DNOCS, Pentecostés, Ceará).

Con el ensilado biológico obtenido y secado al sol después de 20 horas discontinuas (semi-seco), fue preparada una dieta isocalórica e isoproteínica a la dieta control basada en harinas de carne y de pescado como principales fuentes de proteína, regularmente utilizadas en el Centro do DNOCS.

El ensilado fue incorporado en la ración experimental en la proporción de 57% en substitución de la harina de carne, hueso y harina de pescado de la ración control.

La composición proximal del ensilado semi-seco, fue la siguiente:

humedad 24.92%; proteína bruta 27.44%; grasa 5.89%; sales minerales 14.52%, fibra 2.89% y carbohidratos 24.34%. El valor calórico fue de 2,827 Kcal de energía bruta por Kg.

La experimentación con los alevines fue realizada en 24 tanques redondos de cemento de 140 cm de diámetro y 650 l de volumen agua con renovación constante (6 l/min). Fueron utilizados 12 tanques con 50 alevines cada tratamiento, la ración hecha con base en ensilado biológico de pescado (T1) y la ración padrón (T2).

La experimentación duró 90 días, más 7 días de adaptación. Cada 15 días fue realizado un muestreo (peso y tamaño) de la población. La alimentación fue hecha con base en el 7% de la biomasa total, mitad por la mañana y mitad por la tarde. Se realizó un monitoreo constante del agua de los tanques (temperatura, pH, concentración de amoníaco y oxígeno disuelto).

El aumento del peso corporal de los alevines fue progresivo, ocurriendo lo mismo con el tamaño. Después de 90 días de experimentación, el análisis de varianza mostró que no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos. La ganancia media diaria fue de 0.51 g/d para el tratamiento con ensilado y 0.53 g/d para el tratamiento control.

El valor medio de la Conversión Alimenticia Aparente (CAA), alimento a peso vivo, fue de 1.81:1. para T1 y de 2.01:1 para T2. Lo mismo aconteció con la tasa de eficiencia proteica (PER), que fue de 1.70 para el tratamiento T1 y de 1.58 para el tratamiento T2.

En conclusión, el hecho de la ganancia de peso de los alevines con ensilado haya sido menor que con el control, sugiere un arreglo en la formulación de la ración para mejorar su eficiencia. El mejor índice de CAA y la mejor PER indican que puede ser una buena alternativa desde el punto de vista nutricional y económico.

UTILIZACIÓN DE ENSILADO BIOLÓGICO DE PESCADO EN LA ELABORACIÓN DE UNA RACIÓN PARA EL DESARROLLO DE POST-LARVAS DE CAMARÓN DE AGUA DULCE (*Macrobrachium rosenbergii*, M.)

Esa investigación fue realizada en el Departamento de Tecnología de Alimentos de la Universidad Federal Rural de Río de Janeiro, aprovechando el residuo de pescado, procedente de las pesqueras de la

ciudad de Campo Grande. Los residuos eran compuestos de cabezas, vísceras, escamas e peces enteros estropeados, de varias especies de peces magros y grasos, predominando *Sardinella brasiliensis*. El autor utilizó la formulación del fermento biológico propuesta por Lessi *et al*, (1992), constituida por: repollo (41%); banana (31%); harina de trigo (17%); vinagre (7%) y NaCl (4). El ensilado fue preparado con residuo de pescado, mezclado con 20% de harina de trigo; 7% de vinagre; 4% de NaCl y 10% de fermento biológico. La mezcla permaneció en anaerobiosis, habiendo presentado después de 72 h un pH = 4.4 y una acidez en ácido láctico de 3.2%. Antes de la preparación de la ración, el ensilado fue neutralizado hasta pH 7.0 con solución de NaOH a 1N y luego fue colocado en bandejas y llevado para estufa con ventilación a temperatura de 50°C, durante cerca de 20 horas. La humedad bajó hasta cerca de 20%. En seguida fue molido.

La ración experimental fue preparada con el ensilado molido, agregándole harina de cabeza de camarón, almidón de maíz, harina de trigo, minerales y vitaminas. La harina de trigo, y el almidón de maíz fueron mezclados con agua y calentados hasta formar un gel consistente, que después de frío fue juntado en seguida a la harina de cabeza de camarón y al suplemento mineral y vitamínico. La ración húmeda fue pasada por el molino de carne con criba de 2 mm para la obtención de los "pellets", que fueron secados en la estufa a 50°C por 15 horas, hasta 10% de humedad.

La ración control fue donada por la Hacienda Santa Helena, Río de Janeiro, utilizada en el proceso productivo de cultivo de post-larvas de camarón (*Macrobrachium rosenbergii*), y como ración control en las pruebas de eficiencia realizadas en el Laboratorio de Recursos Pesqueiros del Instituto de Biología de la Universidade Federal de Río de Janeiro.

Las post-larvas, con 37 días, permanecieron en acuario para adaptación durante 30 días.

La ración con ensilado tuvo la composición siguiente: energía 3,153 Kcal/kg, 29.85% de proteína, 6.36% de grasa, 8.68% de cenizas y 39.87% de carbohidratos, y la ración control: energía 3,196 Kcal/kg, 28.54% de proteína, 2.52% de grasa, 11.57% de minerales y 44.67% de carbohidratos. Aunque muchos autores afirmen que los camarones tienen más necesidades de lípidos que aquellas cantidades que aparecen en las

raciones, parece que en ese caso tal afirmación no queda confirmada.

El número de trabajos publicados sobre alimentación de camarón es todavía insuficiente para garantizar la elaboración de una ración con cantidad y calidad ideal de nutrientes para animales en cautiverio, teniendo en cuenta todavía de la grande variedad de géneros y especies, el hábitad y las necesidades nutricionales en las diversas etapas de desarrollo.

Los resultados mostraron que la utilización de residuos de hortalizas y frutas, son buenas para la elaboración de fermentos y ensilados, permitiendo abaratar mucho el costo del producto final.

Los valores calculados del PER de la ración experimental, basados en las ecuaciones de Alsmeyer et al. (1974), utilizando contenidos de leucina, prolina y tirosina fueron inferiores en la ración experimental (1.89 y 2.17), comparado con la ración padrón (2.20 y 2.24).

Después 67 días de experimento, la media de peso de las post-larvas de camarones alimentados con ración de ensilado biológico, fue de 0.14 g y, con la ración padrón fue de 0.18 g. En el mismo período la media del tamaño de las post-larvas también fue inferior, 2.04 cm para la ración experimental y 2.24 cm para la ración padrón.

Después de 88 días de experimento, la diferencia persistió, con valores medios de 0.23 g y 0.29 g para las post-larvas alimentadas con ensilado y con la ración padrón, respectivamente, midiendo 2.46 cm y 2.58 cm. Estadísticamente, la prueba de Student mostró que esas diferencias no fueron significantes. Se hace necesario resaltar que por problemas de manejo de los acuarios de post-larvas que estaban siendo alimentados con ración control sufrieron rupturas en las paredes, dejando apenas un acuario en prueba, naturalmente dificultándose las comparaciones.

Comparando los datos obtenidos de peso y tamaño con los de las raciones control de otros autores y con la misma especie de camarón, efectuados en el mismo laboratorio, Alves (1990) usando la ración control de la FIPERJ, ración de marca PURINA MR 25, demostró que la ración experimental, con base en ensilado biológico de pescado, produjo resultados semejantes a las otras raciones. Considerando las dificultades inherentes al tipo de experimentación, más investigaciones deberán ser realizadas, incluyendo la sistemática en los ensayos y el control de los factores extrínsecos.

ENSILADO DE RESIDUO DE PESCADO UTILIZANDO SUERO DE QUESO

Teniendo en cuenta los aspectos económicos de la actividad productiva, la alimentación es mayor gasto en la crianza animal y, considerando además que, todos los ingredientes de las raciones en general son producidos fuera de la Región Amazónica, y llegan a precios prohibidos, nuestras investigaciones deben tender principalmente, a abaratar el costo de las raciones. Por tanto, nuestro objetivo es substituir los ingredientes de los fermentos, del ensilado y de las raciones por productos amazónicos. Algunos frutos, raíces, tubérculos, gramíneas y otros, vienen siendo estudiados para ser incorporados a las raciones, tratando de formular con ingredientes regionales.

Como el fermento biológico, con base en vegetales y harina, todavía utiliza algunos alimentos caros, se decidió optar por otro residuo, el suero de queso, ahora ya existente en la región de Manaus y, que comienza a crear algunos problemas de contaminación.

El primer objetivo fue preparar formulaciones de ensilado utilizando el suero de queso como agente fermentativo, así constituidos: residuo de pescado triturado y homogenizado con 10% de harina de trigo, más 4% de sal de cocina y respectivamente 10, 15 y 20% de suero de queso. Por otro lado otros tres ensilados fueron hechos, substituyendo la harina de trigo por azúcar refinada.

Todas las formulaciones presentaron desarrollo semejante, con aspecto homogéneo y olor agradable. Durante doce días el pH varió de cerca de 6.0 a 4.4, y la acidez en ácido láctico varió de cerca de 1.6% en las formulaciones con base en harina de trigo, con una media de 3.6%. En las formulaciones con base en azúcar cristal el pH varió de 6.1 a 4.4 y la acidez fue 0.80%, con una media de 3.24%. El pH más bajo fue alcanzado después de 6 días con las formulaciones con base en azúcar cristal como fuente calórica.

Se hicieron cuatro preparaciones más: dos con 10% de harina de trigo y dos con 10% de azúcar cristal, todas con 10% de suero de queso.

Se agregó en dos formulaciones (una de trigo y una de azúcar) vinagre hasta un de pH 5.7 y además 4% de sal de cocina en todas las formulaciones. Los resultados mostraron que el vinagre no aceleró el proceso de fermentación, y una vez más, las formulaciones con azúcar

presentaron el pH más bajo y la acidez en ácido láctico más alta.

Las investigaciones continúan con variaciones en las cantidades de suero de queso y de los otros ingredientes, en la tentativa de abaratar el costo de producción del proceso.

Referencias

- Adas, M. 1985. Panorama geográfico do Brasil - aspectos físicos, humanos e econômicos, 2a ed., Editora Moderna, São Paulo. 177 pp.
- Alsmeyer, R.; Cunningham, A. & Happich, M. 1974. Equations to predict PER from Amino Acid Analysis. *Food Technol.* 28(7):34.
- Alves, T.T. 1990. Crescimento e mortalidade de *Macrobrachium rosenbergii* em sistemas experimentais. Trabalho de Bodrarelato, U.F.R.J. Rio de Janeiro.
- Arthur, L.M.S.R. 1991. Utilização de Ensilado Biológico de Pescado na Elaboração de uma Ração para Desenvolvimento de Pós-Larvas de Camarão de Água Doce *Macrobrachium rosenbergii*, M. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos da U.F.R.R.J. Itaguai, R.J., dezembro de 1991, 138 p.
- FAO, 1992. Segunda Consulta de Expertos sobre Tecnología de Productos Pesqueros en América Latina. Trabajos presentados, Montevideo, Uruguay 11-15 diciembre 1989. FAO, Roma, p368.
- Lessi, E.; Ximenes Carneiro, A.R. y Lupin, H. M. 1992. Obtención de Ensilado Biológico. Segunda Consulta de Expertos sobre Tecnología de Productos Pesqueros en América Latina. Montevideo, Uruguay, 11-15 de diciembre 1989. FAO. INFORME DE PESCA N° 441 SUPLEMENTO. Roma, p64-68.
- Lima, A.J.F. 1992. Geografía do Amazonas. Manaus. 24 p.
- Lupin, H.M.; Lessi, E.; Costa, A. y Arthur, L. 1986. Curso sobre Tecnología e Controle de Qualidade de Produtos Pesqueiros na República de Cabo Verde - Africa. FAO/DANIDA. FAO/GCP/INT/391. Roma, 1986. 25 p.
- Petrere, J.R.M. 1978. Pesca e Esforço de Pesca no Estado do Amazonas. *Acta Amazônica - Suplemento 2*, 8(3):10.

- Villela de Andrade, M.F., Lessi, E. Franqueira da Silva, J.M. 1992. Obtención de ensilado de residuo de sardina (*Sardinella brasiliensis*, Steindashner, 1979) y su empleo en la formulación de raciones de mínimo costo para aves. Segunda Consulta de Expertos sobre Tecnología de Productos Pesqueros en América Latina, Montevideo, Uruguay, 11 a 15 de diciembre de 1989. FAO INFORME DE PESCA N° 441 SUPLEMENTO. Roma. p. 115-125.
- Ximenes Carneiro, A.R. 1991 Elaboração e Uso de Ensilado Biológico de Pescado na Alimentação de Alevinos de Tambaqui, *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1818). Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos. INPA/FUA, Manaus, 81 p.

Capítulo 4

Aspectos Económicos del Procesamiento y Uso de Ensilados de Pescado

María Amelia Parín y Aurora Zugarramurdi
Centro de Investigaciones de Tecnología Pesquera y
Alimentos Regionales (CITEP)
Instituto Nacional de Tecnología Industrial
Mar del Plata, Argentina

INTRODUCCIÓN

Las pérdidas post-cosecha de pescado ascienden al 10% de la captura total de pescado y se producen por descarte de las faunas acompañantes. Además, existen otras pérdidas por el manipuleo, almacenamiento, distribución, procesamiento y comercialización. En consecuencia, es necesario el aprovechamiento de esa proteína animal con utilización de tecnologías simples y de baja inversión para obtener productos como el ensilado de pescado, lo que a su vez, minimiza los efectos de la contaminación ambiental.

El ensilado de pescado puede definirse como un producto líquido pastoso, hecho a partir de pescado entero o partes o residuos en medio ácido, como alternativa de procesamiento de los desperdicios de plantas pesqueras y que puede ser componente de raciones alimenticias para animales.

Existen trabajos de preservación de materias proteínicas usando medio ácido desde 1920 (eg Finlandia). Actualmente, se produce ensilado en países como Dinamarca, Finlandia, Polonia y algunos países de América Latina para alimentar a cerdos, aves, animales pelíferos y pilíferos, y en acuicultura (Poulter y Disney, 1982; Jorgensen y

Szymeczko, 1992; Bertullo, 1989).

Hasta el presente, han sido publicados numerosos trabajos sobre los aspectos técnicos de la producción de ensilados, pero muy pocos han considerado los aspectos económicos.

Históricamente, los alimentos para animales han estado formulados considerando las harinas de pescado. Sin embargo, existen razones económicas y operativas que han incentivado la producción del ensilado de pescado en muchos países. Varios trabajos han tratado las ventajas y desventajas económicas de ambas alternativas (Tatterson and Windsor, 1973; Windsor y Barlow, 1984). Asimismo, desde el punto de vista nutricional, debe considerarse que durante el proceso de elaboración de la harina de pescado se llega a elevadas temperaturas (120-150 °C) lo que tiene un efecto perjudicial sobre la calidad de la misma, ya que el calor produce una importante disminución del valor biológico de las proteínas (FAO, 1971; Avdalov *et al*, 1992; Villela *et al*, 1992).

El propósito de este trabajo es estudiar las inversiones en bienes de capital y los costos de producción de los ensilados de pescado obtenidos por vía biológica, su comparación con los ensilados químicos y sus usos.

INGENIERÍA DE LA PRODUCCIÓN

La ingeniería de producción es el paso imprescindible para la realización de cualquier evaluación económica de un proceso. Esta etapa consiste en la descripción del proceso de producción, con la especificación de equipos y el relevamiento de insumos para la elaboración de una unidad de producto.

Actualmente existen varias técnicas para la obtención del ensilado, ya sea por medios químicos o biológicos. Las figuras 1a y 1b muestran los diagramas de flujo para ambos procesos. Las operaciones comunes son: molienda, homogeneización, envasado y almacenamiento. Algunas veces es necesaria una etapa previa, que incluye el lavado y la eliminación de materiales como palos, restos de crustáceas, moluscos que pueden acompañar a la materia prima (Bello *et al*, 1992). Los subproductos de la pesca utilizados son: residuos de sardina y jurel, fauna acompañante del camarón; especies marinas subexplotadas, producciones de acuicultura, subproductos de origen animal (sangre, órganos, residuos).

El ensilado químico es elaborado por la adición de ácidos minerales y/o orgánicos al pescado. Se han empleados solos el ácido fórmico,

sulfúrico, clorhídrico, propiónico o combinados, como mezclas de acético,

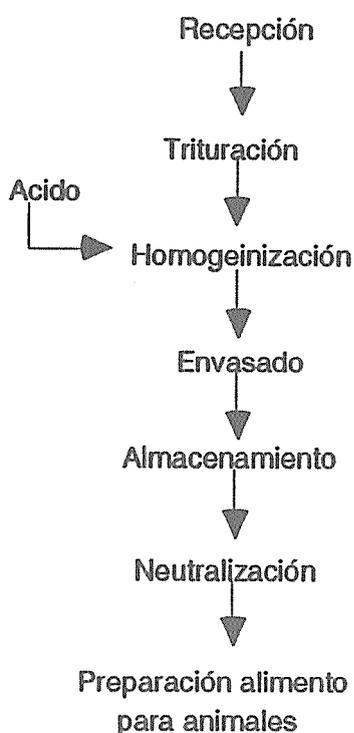


Figura 1a.
Proceso ensilado químico

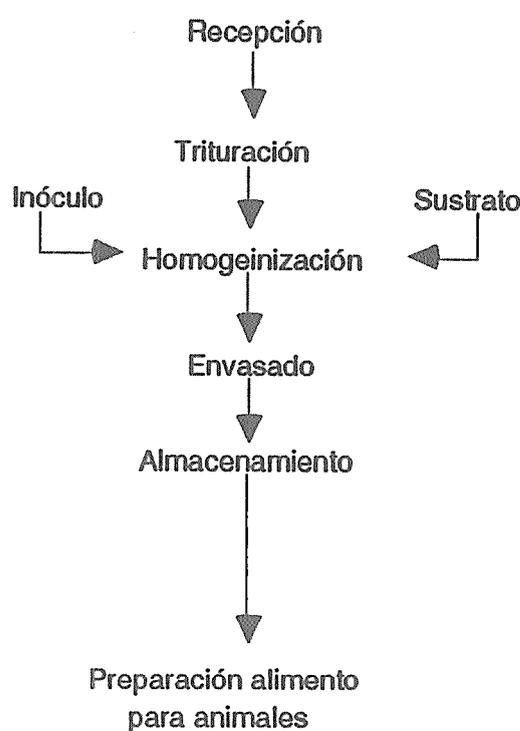


Figura 1b.
Proceso ensilado biológico

fórmico y fosfórico; fórmico y sulfúrico o propiónico y sulfúrico. La materia prima se tritura, se le agrega el o los ácidos y se mezclan completamente, para que las enzimas presentes en el mismo puedan digerirlo en las condiciones favorables que el medio ácido provee. Se prefiere la utilización de ácido fórmico ya que asegura la conservación sin descenso excesivo en el pH, lo que a su vez, evita la etapa de neutralización del producto antes de su empleo en la alimentación animal (Tatterson y Windsor, 1974; Windsor y Barlow, 1984; Córdova y Bello, 1986; Barral *et al*, 1989).

En el ensilado microbiano o biológico se le agrega al pescado triturado una fuente de carbono y un microorganismo, capaz de utilizar el sustrato y producir ácido láctico. Se han estudiado diferentes fuentes de carbono tales como harinas de maíz, harina de avena, cebada malteada, arroz, yuca,

azúcar, melaza, etc. y distintos organismos productores de ácido láctico, entre otros, *Lactobacillus plantarum*, *Hansenula montevideo*, bacterias lácticas del yogur y fermentos biológicos preparados con variedades de frutas y hortalizas como repollo, papaya, banana, piña, camote, yuca, etc. (Bello *et al*, 1992; Bertullo, 1994, Areche *et al*, 1992; Lessi *et al*, 1992).

En la bibliografía se pueden encontrar diferentes alternativas tecnológicas para la producción de ensilados, que se presentan como resumen de la información analizada. La elaboración de ensilado biológico o químico puede llevarse a cabo tanto a nivel artesanal (barriles de 50 kg) como en escala industrial (una tonelada por día o más) (Poulter y Disney, 1982). No se han encontrado límites técnicos en el tamaño de la planta. Además, la tecnología de producción se ha adaptado para pequeños botes o barcos existentes, debiendo tenerse en cuenta que los tanques de ensilado pueden afectar la estabilidad de las embarcaciones. El proceso puede ser manual, discontinuo o totalmente automatizado. En el último caso, la adición de ácido es regulada por la cantidad de materia prima transportada por la bomba trituradora dentro del tanque de ensilado.

Las instalaciones que se utilizan para la elaboración de ensilado dependen del volumen de producción. Los equipos empleados para la etapa de trituración son: adaptación de equipos disponibles localmente como molino picador de coco, picadora de carnes convencional a tornillo con placas perforadas, molino de martillo desintegrador, bomba trituradora (Mutrator), etc. Este último equipo sirve como mezclador y es usado cuando se procesan pescados pequeños o sólo vísceras. La molienda del pescado debe realizarse eficientemente tanto para el proceso biológico como para el químico. Algunos autores señalan que el tamaño de partícula no debe ser mayor de 10 mm de diámetro. A su vez, se recomienda cortar el pescado de manera tal que las superficies interiores queden expuestas al medio ácido preservante y por lo tanto, elegir una cortadora que corte el pescado en segmentos transversales, manejada por un motor o manualmente. Para lograr este requerimiento, el equipo a utilizar para la trituración podrá ser de características muy distintas, según se trate de desmenuzar pequeños pelágicos o cabezas de gran tamaño y fuerte estructura ósea.

El mezclado del pescado molido con el inóculo y el substrato puede ser hecho en un tanque de concreto en el caso del biológico. El tanque de producción puede ser de cualquier tamaño y forma pero resistente al ácido

en el caso químico; los contenedores de acero usados para elaborar o transportar el ensilado requieren de un revestimiento de polietileno para prevenir la corrosión. Para manejar grandes cantidades son adecuados los tanques de cemento revestidos. Es necesario que la mezcla se agite regularmente para asegurar uniformidad hasta su completa homogeneización. Cuando se produce el ensilado a partir de residuos de pescado blanco, la agitación impide la formación de una capa rica en huesos en el fondo del tanque. En el caso de estar instalada en un barco, su movimiento resulta suficiente para alcanzar un perfecto mezclado. El tamaño y el número de tanques depende de la cantidad y tipo de la materia prima disponible. Los pescados grasos y el pescado fresco se licuan más rápidamente que los desperdicios. Por ejemplo, el ensilado elaborado a partir de desperdicios de pescado blanco fresco tarda dos días si la temperatura es de unos 25 °C, pero tardará unos 5 a 10 días si es de 15 °C. Dependiendo de la velocidad de producción deseada y de la temperatura ambiente, la planta puede estar provista de medios calefactores.

La acidez de la mezcla debe ser de pH 4 o más bajo para prevenir la acción bacteriana. El pH en el ensilado debe ser continuamente controlado, siendo suficiente la utilización de tiras de papel medidor de pH, si éste está debajo del punto crítico.

Después de la preparación del ensilado, continúa una etapa de extracción de aceite, que no es necesaria si la materia prima está compuesta de pescado magro, con un contenido en aceite menor del 2% en peso húmedo. La extracción de aceite para pequeña escala sería satisfactoria con una autosedimentación y decantación manual del aceite que flota. La inversión en equipos para extraer el aceite sólo puede ser viable económicamente a pesar de las altas inversiones, si el grado de autólisis es alto. De no ser así, una alta proporción de aceite será retenido en la fase de lodos y el rendimiento de los solubles sin aceite será bajo.

Si se requiere un producto seco, no es posible el uso de un equipo convencional de secado de harina de pescado, dado que el ensilado es un material líquido en el cual toda la proteína intacta ha sido hidrolizada a fragmentos solubles y amino ácidos libres. No hay sólidos presente para hacer una torta de prensa. En consecuencia la remoción de agua puede ser llevada a cabo sólo por evaporación. El ensilado ha sido secado en un

secador de tambor y usado en las dietas para pescados pero este equipo no parece ser económico. El ensilado puede ser secado por agregado de un pequeño porcentaje de otros ingredientes secos y por co-secado de la mezcla en un equipo convencional de secado de harina de pescado. Esta práctica previene la espuma y facilita el secado por proveer de partículas las cuales el ensilado puede ser absorbido. Además, el secado conjunto crea la posibilidad de formular el valor nutricional y económico de los productos secos por variación de la combinación y proporción de los ingredientes con los cuales el ensilado es secado (Hardy *et al*, 1984; Gildberg, 1993; Raa y Gildberg, 1982; Windsor, 1974; Windsor y Barlow, 1984; Tatterson y Windsor, 1973; Jørgensen y Szymeczko, 1992).

En la Tabla 1 se muestran los rendimientos de los distintos tipos de ensilados. Los valores numéricos deben tomarse como valores indicativos y sirven como orientadores en un primer análisis del proceso.

Tabla 1. Rendimiento del insumo pescado en los distintos ensilados

Tipo de Rendimiento Proceso	%	País	Referencia
Químico	102	Polonia	Jørgensen <i>et al</i> , 1991
Biológico	115	Uruguay	Bertulo, 1994
	135	Venezuela	Bello <i>et al</i> , 1989
	129	Costa Rica	Zugarramurdi, 1992
	120	Trinidad y Tobago	Zugarramurdi, 1991

Las necesidades de mano de obra pueden estimarse a partir del diagrama de flujo del proceso. En pequeña escala, la producción de ensilado se puede realizar con personal no especializado, dado que las operaciones son discontinuas y sencillas. Es importante remarcar que para el ensilado químico, los operadores deben usar siempre guantes y anteojos.

Para mayores producciones el proceso requiere mecanización y por lo tanto personal técnico. En la Tabla 2 se consignan el número de operarios

empleados en la producción y supervisión (por unidad de producto terminado) para plantas de ensilados.

Tabla 2. Requerimientos de mano de obra en la producción de ensilados por proceso en varios países

Capacidad (ton/año) (por ton)	Mano de obra:		País	Referencia
	Operarios	Supervisores		
Químico				
15/turno	0.2	---	Polonia	Jørgensen <i>et al</i> , 1991
312	1.7	0.87	México	Edwards y Disney, 1979
450	4.4	0.44	Sri Lanka	Aagaard <i>et al</i> , 1980
Biológico				
6,000	0.33	---	Uruguay	Bertullo, 1989
270	2	---	Trinidad & Tobago	Zugarramurdi, 1991
202	2	---	Costa Rica	Zugarramurdi, 1992

En la Tabla 3 se indican los consumos de energía eléctrica para plantas de ensilado. El consumo en combustibles y electricidad es menor que el en las plantas de harina. Tanto en el ensilado químico como en el biológico, debe considerarse el consumo de los agitadores, la trituradora y bomba de descarga, y en el primer caso debe adicionarse el consumo de la bomba dosificadora del ácido.

Tabla 3. Requerimientos de servicios en plantas de ensilado de pescado

Capacidad (ton/año)	Consumo (kwh/tonPT)	País	Referencia
Químico			
15/turno	10	Polonia	Jørgensen <i>et al</i> , 1991
450	21	Sri Lanka	Aagaard <i>et al.</i> , 1980
Biológico			
6000	26	Uruguay	Bertullo, 1989
270	17	Argentina	Este trabajo

INVERSIÓN

A fin de realizar el estudio de factibilidad es necesario cuantificar la inversión para una planta de ensilado, dado que muchos de los componentes de los costos de producción están relacionados o dependen de la inversión. Frecuentemente es posible realizar la estimación de la inversión utilizando la teoría del factor costo-capacidad, basada en la existencia de una relación exponencial entre la capacidad y el costo de capital del equipo o planta deseado. De esta manera es posible representar en un gráfico doble logarítmico, la capacidad en función de la inversión de una planta, resultando una recta de pendiente igual al factor costo-capacidad. Esta metodología fue aplicada a los valores de la Tabla 4 para determinar el factor correspondiente a plantas de ensilado biológico y químico. Los valores de la Tabla 4 surgen de la recopilación de bibliografía y cálculos elaborados para este trabajo. La parte de la inversión fija correspondiente a los gastos indirectos, gastos de construcción y contingencias ha sido estimada como el 10 - 20% de la inversión directa, dependiendo de la escala de producción.

Los valores de inversión fija de la Tabla 4 no incluyen el costo del terreno, pues el precio por metro cuadrado es sumamente variable en las distintas zonas de un mismo país y en las distintas regiones del mundo.

Los factores costo-capacidad para plantas de ensilados se obtuvieron mediante tratamiento estadístico de los datos por el método de los cuadrados mínimos, resultando valores de 0.751 (ensilado químico) y de 0.762 (ensilado biológico).

Los resultados de la Tabla 4 muestran una inversión levemente superior para los ensilados químicos. Si bien estos valores son sólo indicativos dado que existen marcadas diferencias de acuerdo con las circunstancias locales, es posible inferir que esta diferencia es debida a factores como: la necesidad de bombas dosificadoras para el manejo de ácidos, materiales resistentes para tanques de almacenamiento, tanques de homogeneización y cañerías. Estos costos no alcanzan a ser compensados por la necesidad de un mayor número de tanques (sin requerimiento especial de material) y agitadores para el ensilado biológico.

Los valores consignados en la Tabla 4 con un asterisco (*) corresponden a plantas artesanales, con adaptación de equipos locales para la molienda, agitación manual en bidones plásticos e incluyen construcciones abiertas con infraestructura sencilla.

La planta biológica indicada con doble asterisco(**) está instalada en un edificio reacondicionado y utiliza equipos reciclados de otros procesos industriales.

Finalmente se consigna en la Tabla 4, la inversión para una planta mecanizada de ensilado químico (***) con extracción de aceite por calentamiento y centrifugación.

La producción de ensilado industrial compite favorablemente con la harina de pescado, principalmente como resultado de una menor inversión de capital. El precio en 1976 de una planta de ensilado con equipo separador de aceite era la mitad del correspondiente a una planta de harina de pescado con la misma capacidad (Raa y Gildberg, 1982).

Tabla 4a. Inversión fija para plantas de ensilado

Proceso Especie	Capacidad (ton/año)	Inversión Fija (Miles de US\$)	País	Referencia
Químico				
Fauna acompañante camarón				
Ac.Fórmico (2.5%)	312	27,560	México	Edwards y Disney,1979
Silver belly (<i>Leiognathus splendens</i>)				
Ac.Fórmico (3%)	450	36,400	Sri Lanka	Aagaard <i>et al.</i> ,1980
Residuos de merluza (<i>M. hubbsi</i>)				
Ac. Fórmico (3.5%)	100	10,900	Argentina	Este trabajo
Residuos de merluza (<i>M. hubbsi</i>)				
Ac. Fórmico (3.5%)	270	24,400	Argentina	Este trabajo
Residuos de merluza (<i>M. hubbsi</i>)				
Ac. Fórmico (3.5%)	1,000	61,000	Argentina	Este trabajo
Factor costo-capacidad: 0.751($R^2 = 0.996$; ordenada al origen= 356.6)				
Residuos de merluza (<i>M. hubbsi</i>)				
Ac. Fórmico (3.5%), artesanal	80	6,170	Argentina(*)	Este trabajo
Residuos de pescado				
Ac. propiónico + fórmico	2,000	32,0000	Noruega(***)	Strom <i>et al.</i> , 1974

COSTOS DE PRODUCCIÓN

La determinación del requerimiento de insumos presentada es la premisa básica para estimar los costos variables de operación. Se analiza una alternativa de escala intermedia, seleccionándose una capacidad de producción de una tonelada de ensilado por día, con tecnología simple discontinua. Se supone que la materia prima a utilizar es pescado magro, ya que los pescados grasos exigen una separación de aceite, para lo cual

Tabla 4b. Inversión fija para plantas de ensilado

Proceso Especie	Capacidad (ton/año)	Inversión Fija (miles US\$)	País	Referencia
Biológico				
Residuos merluza Azúcar+Fermento	100	10,300	Argentina	Este trabajo
Residuos merluza Azúcar+Fermento	1,000	57,000	Argentina	Este trabajo
Residuos merluza Azúcar+Fermento	360	21,700	Argentina	Este trabajo
Residuos pescado Melaza+Fermento	202.5	13,400	Costa Rica	Zugarramurdi, 1992
Residuos pescado Melaza+Fermento	270	18,600	Trinidad & Tobago	Zugarramurdi, 1992
Factor costo-capacidad: 0.762(R ² =0.967; ordenada al origen= 266.8)				
Residuos merluza Melaza + <i>Hansenula</i> <i>montevideo</i>	6,000	67,200	Uruguay(**)	Bertullo, 1994
Residuos sábalo Frutas+Fermento	80	5,700	Paraguay(*)	Parin, 1991

Nota: Los valores indicados con asteriscos no han sido incluidos en las correlaciones.

se requieren instalaciones únicamente justificables para una fabricación en gran escala (Windsor y Barlow, 1984). La planta se considera localizada cerca de un puerto pesquero y de criaderos de aves y cerdos, para favorecer la disponibilidad continua de materia prima y la comercialización del producto. Los principales rubros del costo variable son: materias primas, mano de obra y servicios.

Materias primas

La estimación de este rubro puede realizarse mediante el relevamiento de las cantidades de materias primas (pescado entero o residuos de agua dulce o salada, inóculo, substrato, ácido) requeridas para la elaboración de una unidad de producto y el precio unitario de las mismas puestas en fábrica.

En general se utiliza materia prima de bajo costo. En el caso que el ensilado sea un subproducto de una planta pesquera y los residuos son utilizados como materia prima, su costo es nulo.

Inóculos.

Si se considera, en Argentina, utilizar el *Lactobacillus plantarum*, la proporción sería del 1% en peso (Bello y col., 1992) y su precio por kg de US\$ 11.5. Sólo este elemento supera el precio del ensilado en otros países. En Uruguay, se ha empleado una levadura al 0.2 %, a un precio por litro de US\$1, con una influencia mínima en el costo del ensilado (Bertullo, 1994). Por ser tan disímiles los resultados y para un aprovechamiento de los vegetales disponibles en la zona, el cálculo de costos se realiza teniendo en cuenta la preparación de un fermento inicial. Cabe mencionar que no es necesaria su preparación cada vez; puede utilizarse parte del ensilado como iniciador de las nuevas producciones.

Substratos.

Para este cálculo se ha empleado azúcar al igual que en Perú, dado que su precio en Argentina frente a la melaza es diez veces menor.

Ácidos.

Para los ácidos minerales, la proporción requerida y su costo son menores pero su manipulación más riesgosa y necesaria la neutralización del producto antes de la preparación de las raciones de alimento para animales. Cuando se comparan las distintas proporciones requeridas y los costos resultantes, se obtienen diferentes alternativas de acuerdo al país donde se realiza el análisis. Los precios (US\$) mayoristas de los químicos mencionados en Argentina, por ejemplo, son (julio, 1994): ácido sulfúrico 2.65/kg, ácido fórmico 4.20/kg, ácido propiónico 6.40/l e hidróxido de calcio 0.20/kg

Por otra parte, el costo (US\$/kg) del ácido fórmico, en otros países con mayor aplicación es: México 0.42 - 0.7; Sri Lanka 0.8, y Polonia 0.9.

Para realizar la selección del método a utilizar debe considerarse que tanto la utilización de ácido sulfúrico como su mezcla con ácidos orgánicos exige la neutralización con hidróxido de calcio.

La mayoría de los países latinoamericanos consideran que los ácidos significan un alto costo de producción de ensilados, salvo en Cuba y Costa Rica, donde esta metodología se halla implementada comercialmente (FAO, 1990). Además, en un estudio, se observó que incrementando el precio del ácido fórmico un 84% sólo se modificaba un 0.7% el precio total del producto (Edwards y Disney, 1979). Para reducción de costos pueden utilizarse mezclas de sulfúrico y fórmico, pero deben ser en la proporción suficiente para evitar la putrefacción. La velocidad de producción depende de la temperatura; tardará dos días a 25 °C y entre 5 a 10 días a 15 °C (Windsor y Barlow, 1984), siendo esta información necesaria para el cálculo del número de tanques dado que modifica la inversión.

Tomando en cuenta todas las consideraciones anteriores, se seleccionó la producción de ensilado químico con ácido fórmico (3 % p/p), y su comparación con el ensilado biológico (con azúcar y fermento).

Mano de obra

En función de los valores consignados en la Tabla 2 se ha seleccionado la utilización de 2 operarios por tonelada de producto terminado, tomando en cuenta que los salarios en Argentina son comparativamente altos, y que la metodología utilizada para el presente trabajo incluye porcentajes de la mano de obra directa que toman en cuenta los gastos de supervisión y personal técnico de laboratorio (Zugarramurdi *et al*, 1993).

En la Tabla 5 se consignan valores de salarios en distintos países, pudiendo observarse una amplia disparidad entre los mismos.

Servicios

También se observa como en el caso del resto de los insumos, una gran dispersión entre los costos de energía eléctrica de distintos países. En el ejemplo analizado se han considerado tanto los valores correspondientes a Argentina como los valores promedio internacionales.

Tabla 5. Costos de mano de obra en distintos países

País	US \$/h	Referencia
Argentina	2.8	Este trabajo
México	0.72	Edwards y Disney, 1979
Sri Lanka	0.125	Aagaard <i>et al</i> , 1980
Trinidad & Tobago	1.25	Zugarramurdi, 1991
Paraguay	0.62	Parin, 1991
Costa Rica	1.1	Zugarramurdi, 1992

Envases.

La fabricación de ensilado requiere de 1 a 5 días y se precisan tanques de almacenamiento. El ensilado ocupa un volumen cuatro o cinco veces superior a la harina, por lo cual los gastos de almacenamiento son superiores pero el ensilado puede almacenarse en tanques cubiertos a la intemperie.

El ensilado de pescado de adecuada acidez guardado a temperatura ambiente se mantiene al menos dos años sin putrefacción. La proteína se hace más soluble y la cantidad de ácidos grasos libres aumenta en cualquier aceite presente durante el almacenamiento, pero estos cambios no son significativos desde el punto de vista nutricional. El ensilado comercial generalmente no es almacenado por más de seis meses. El ensilado se hace más liviano en consistencia durante el almacenamiento y desarrolla un agradable olor a malta (Tatterson y Windsor, 1973).

COSTOS FIJOS**Costos de Inversión**

Este rubro incluye los costos de depreciación, impuestos, seguros y gastos de financiación. Este último rubro no se incluye con el fin de no distorsionar el análisis de diferentes alternativas con distintos porcentajes de capital propio.

Costos de Dirección, Administración y Comercialización

La metodología usualmente utilizada para la estimación de costos de producción incluye estos rubros (Zugarramurdi *et al*, 1993) aunque para este trabajo sólo se han considerado partes proporcionales del personal que podría estar afectado a la planta pesquera principal que aporta la materia prima para la producción de ensilados.

Se debería gastar en publicidad dado que este producto no es conocido por los nutricionistas y los ganaderos. Además, como es un producto líquido, el costo del transporte aumenta (Windsor y Barlow, 1984). Por ello, se aconseja que la planta sea instalada cerca de la zona de cría de animales. Fue demostrado que hasta un radio de alrededor de 130 km, la producción y distribución de ensilado húmedo era más económica por unidad de proteína que para la harina de pescado (Raa y Gildberg, 1982).

COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN

Con la aplicación de los conceptos enunciados anteriormente, se han graficado los resultados obtenidos en la Figura 2, para mostrar la incidencia relativa de los distintos rubros que componen el costo de producción. Se observa que la producción de ensilados es intensiva en costos variables como materia prima, mano de obra y servicios, totalizando estos tres rubros el 81% para el ensilado biológico y 89% para el ensilado químico.

El costo total de producción obtenido para el ensilado químico fue de 192.4 US\$/ton, mientras que el estimado para ensilado biológico fue de 80.3 US\$/ton, resultando el primero un 140% superior. Esta diferencia es atribuible fundamentalmente a los elevados precios consignados para los ácidos en Argentina, aunque también inciden mayores costos de mantenimiento y de energía eléctrica. Los costos de producción que resultan de considerar valores internacionales promedio para los precios de los insumos, es de 44 US\$/ton para el ensilado biológico y 60.1 US\$/ton para el ensilado químico.

Paralelamente, existe una importante discrepancia entre los costos resultantes para Argentina, con los costos reportados por otros autores en diferentes países. Como se ha resaltado en el desarrollo del presente trabajo, esto obedece a diferencias importantes entre los precios de las materias primas, de la energía eléctrica y los salarios. Asimismo, es

necesario analizar cual es la influencia del precio del ensilado como componente de las raciones alimenticias. Villela *et al* (1992) han reportado costos inferiores para raciones de mínimo costo con ensilado para ponedoras y pollos de faena comparadas con raciones convencionales y con harina de pescado. En algunos países se importan las materias primas utilizadas para estos alimentos, por lo que puede resultar igualmente competitivo un ensilado de precio superior; más aún, por ser fuente energético-protéica de alto valor biológico por su tenor en amino ácidos esenciales y minerales, por la reducción del potencial contaminante de los residuos de la industria pesquera y el aprovechamiento de la fauna acompañante.

Tabla 6. Costos de Producción de los Ensilados

	Ensilado (%)	
	Químico	Biológico
En Argentina		
Materia Prima	64	31
Mano de Obra	23	46
Costos Fijos y Mantenimiento	7	11
Administración y Dirección	3	7
Servicios	2	4
Venta y Distribución	1	1
En General		
Materia Prima	45	39
Mano de Obra	26	30
Costos Fijos y Mantenimiento	21	21
Administración y Dirección	4	3
Servicios	3	4
Venta y Distribución	2	2

Los precios resultantes del ensilado comparados con los precios internacionales de la harina de pescado, son fuertemente inferiores, lo que transforma el uso de ensilados en una alternativa atractiva cuando se comparan los porcentajes de proteínas de ambos productos. El precio por

unidad de proteína para la harina de pescado (400 US\$/ton) utilizada para alimento balanceado (55% de contenido protéico) resulta: US\$ 7.3. El precio por unidad de proteína para el ensilado biológico (15% de contenido protéico), con los valores de costo de los insumos para Argentina resulta: 5.3 US\$, mientras que para el caso internacional resulta: 2.9 US\$.

Estos resultados muestran una ventaja comparativa del 28% para el ensilado aún en países con altos costos internos como Argentina, que puede llegar a representar más del 60% en otros países.

USOS DEL ENSILADO DE PESCADO

Los ensilados elaborados como subproductos de la industria pesquera son importantes ingredientes en la nutrición animal. Son usados para alimentar toda clase de especies animales tales como rumiantes, cerdos, pollos, animales de pieles, peces y mascotas. La razón por el gran interés en los productos pesqueros para la alimentación animal es por su alto y valioso contenido en proteína y grasa (aceite). La composición química del ensilado húmedo indica elevados tenores de agua (60-80%) y variables porcentajes de proteína bruta (12-19%) de elevado valor nutricional en ensilados biológicos. Se considera que en los biológicos la grasa es un poco más estable a la oxidación que en los ensilados químicos.

El ensilado se usa del mismo modo que la harina de pescado en los alimentos para animales. La harina de pescado contiene 65% de proteína mientras que el ensilado contiene alrededor de 15%, de manera que se requiere cuatro veces más ensilado para la misma entrada de proteína. La aplicación inmediata para el ensilado es para los sistemas de alimentación líquida. Asimismo, se ha probado el secado conjunto con harina de soja y plumas para producir productos secos con composición aproximada similar y balance de amino ácidos como harina de pescado (Hardy et al, 1984).

Las experiencias de alimentación productiva en animales domésticos realizadas en diversos países coinciden en afirmar las ventajas nutricionales de los ensilados de pescado. En Uruguay, ha sido ampliamente experimentado para alimentación de cerdos en crecimiento y engorde, dado que el ganado porcino se adapta muy bien a la

alimentación pastosa, la calidad y el sabor de la carne no se altera y los costos de explotación son sensiblemente menores comparados con otros concentrados de proteína animal en raciones comerciales. Se concluye que el ensilado necesita menos pescado y menos unidades forrajeras para producir 1 kg de carne porcina (Bertullo *et al*, 1992; Avdalov *et al*, 1992). La tasa de crecimiento de los cerdos fue mayor cuando el contenido de ensilado en la ración era del 5% y mejor su composición nutricional. En Venezuela, el precio unitario de las raciones con ensilado es mayor pero se ve compensado por la disminución de tiempo para alcanzar el peso del mercado, reduciendo los costos relacionados con la manutención de los animales. Todas estas dietas tienen bajo contenido graso; se recomienda no exceder el 1% de la dieta. Pruebas con ensilados elaborados a partir de desechos de arenque producían carnes manchadas con grasa de color amarillento (Ottati y Bello, 1992a; Ottati y Bello, 1992b).

La inclusión de ensilado en dietas para rumiantes demostró que con una cantidad mínima incrementaba la ganancia en peso pero que son necesarios mayores ensayos sobre la digestibilidad (Viète y Bello, 1992, Nicholson y Johnson, 1991). Otras pruebas demostraron que no hay color en la leche o manteca de vaca (Tatterson and Windsor, 1973).

La utilización del ensilado químico como fuente energético-protéica alternativa en la preparación de raciones para aves está comprobada por los resultados alcanzados tanto para ponedoras como para pollos de faena, con costos menores cuando la proporción del ensilado es del 3,7%, menor que el límite máximo de 5% recomendado. Raciones con un 4% - 5% de ensilado biológico de pescado no confieren ningún gusto extraño a la carne de los pollos (Bertullo *et al*, 1992, Guevara *et al*, 1992) y la producción de huevos por las gallinas es más alta (Tatterson and Windsor, 1973; Hassan y Heath, 1986). Otras pruebas realizadas con pollos en crecimiento con dietas de hasta 30 g de ensilado/kg demostraron que no había disminución de la ganancia en peso cuando se utilizaba un ensilado que había estado almacenado por meses (Espe *et al*, 1992).

Asimismo, es utilizado en sistemas de alimentación húmeda para animales pelíferos por su alto contenido energético, dado que por su proceso es un producto de gran calidad por poseer las vitaminas intactas. El agregado de ensilado ha aumentado la calidad microbiológica y química de las dietas, eliminado varios problemas de salud y mejorada la piel del visón (Jørgensen y Szymeczko, 1992).

En la dieta de los salmónidos, como crecen mejor con raciones de alto contenido energético, es posible utilizar el ensilado con hasta un 20% de lípidos (base seca), en consecuencia evitando el proceso de extracción del aceite que encarece su producción. Para proteger los aceites fue agregado al ensilado un antioxidante (etoxiquinona) y no mostraron signos de pérdidas nutricionales en un período de 24 semanas. Sólo se observó una pérdida del 60% del triptófano inicial; no obstante el nivel cumple los requisitos de los contenidos mínimos de las dietas de los salmónidos (Jackson *et al*, 1984a, 1984b).

Cuando son correctamente elaborados, los ensilados son productos inócuos en los cuales no se han detectado hasta el presente microorganismos patógenos, ni efectos perjudiciales por causa alguna en los animales en los que se han experimentado (FAO, 1990).

CONCLUSIONES

La utilización de residuos o de especies subutilizadas comercialmente para la producción de ensilados, aumenta el aprovechamiento de la proteína animal, a la vez que minimiza los efectos de la contaminación ambiental, habiendo mostrado ventajas nutricionales para los productos que los incluyen en su formulación. En general, las técnicas empleadas son simples, requieren baja inversión y mínima mano de obra directa.

En el presente trabajo se demuestra que la técnica del ensilado de pescado es plenamente viable para reducir el costo de las raciones comerciales que utilizan otros productos como harinas de pescado.

Los costos de inversión necesarios para la instalación de una planta de ensilado de pescado no varían en una proporción importante cuando se comparan los procesos biológico y químico, como se ha mostrado a través de la correlación presentada en función de la capacidad de producción. Los factores costo-capacidad para ambas tecnologías mostraron valores cercanos a 0.75, lo que muestra una economía de escala interesante cuando se construyen plantas de gran capacidad.

Se observan grandes diferencias en los costos de producción cuando se comparan en distintos países, debido a la gran amplitud de valores encontrados en los costos de los insumos como ácidos, mano de obra directa y servicios. Igualmente, puede concluirse que, en general, el

proceso biológico presenta un costo menor en la mayoría de los casos analizados, salvo cuando el precio de los ácidos utilizados es considerablemente bajo.

Cuando se comparan los costos relativos del ensilado con la harina de pescado, se han observado ventajas comparativas muy importantes para el costo unitario de proteína para alimento balanceado, aún en países con altos costos internos.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras están muy agradecidas por la información técnica sobre formulaciones de ensilados desarrolladas en CITEP suministrada por el Dr. Marcos Crupkin y la Med. Vet. Claudia Montecchia y por el análisis del equipamiento requerido realizado por el Ing. Alejandro Booman. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el CONICET y la CIC.

Referencias

- Aagaard J., Disney J.G., Jakawardena K.M. and Poulter R.G. 1980. Studies on the preparation of fish Silage. IV. Economics of production. Bull.Fish.Res. Stn., Sri Lanka, (30):37-39.
- Areche N., Berenz V. y León O. 1992. Desarrollo de ensilado de residuo de pescado utilizando bacterias lácticas del yogur. FAO Informe de Pesca, #441, p.51-63, Supl. Roma, FAO.
- Avdalov N., Barlocco N., Bauza R., Bertullo E., Corengia C., Giacommeti L. y Panucio A. 1992. Evaluación del ensilado biológico de pescado en la alimentación de cerdos en engorde. FAO Informe de Pesca, #441, p.88-98, Supl. Roma, FAO.
- Barral A.O., Castañón, C.A., Bergamaschi, N.J. y Roth, R.R. 1989. Ensilados ácidos de pescado. La Industria Cárnica, 43-47
- Bello R.A., Gutiérrez M., Ottati M. y Martínez A. 1992. Estudio sobre la elaboración de ensilado de pescado por vía microbiana en Venezuela. FAO Informe de Pesca, #441, p.1-17, Supl. Roma, FAO.
- Bertullo E. 1989. Desarrollo del ensilado de pescado en América Latina.

- 2da. Consulta de Expertos sobre Tecnología de Productos Pesqueros en América Latina. Montevideo, 11-15 de diciembre. FII 819/RLAC/2.
- Bertullo E. 1992. Ensilado de pescado en la pesquería artesanal. FAO Informe de Pesca, #441, p.18-42, Supl. Roma, FAO.
- Bertullo E. 1994. Desarrollo del ensilado de pescado en América Latina. 3ra. Consulta de Expertos sobre Tecnología de Productos Pesqueros en América Latina. Isla de Margarita, 21-25 de marzo. FI/RLAC/06, 18 p.
- Córdova E. y Bello R.A. 1986. Procesamiento y evaluación de ensilado de pescado a partir de la fauna de acompañamiento del camarón. Archivos Lat. Nutrición, XXXVI (3):522-535.
- Edwards D. and Disney J.G. 1979. Fish silage - Economic aspects of production and utilization. FAO Fisheries Report #230, 105 p.
- Espe M., Haaland H. y Njaa L.R. 1992. Substitution of fish silage protein and a free amino acid mixture for fish meal protein in a chicken diet. J.Sci Food Agric. 58, 315-319.
- FAO. 1971. Productos pesqueros fermentados (Preparado por Mackie I.M., Hardy R. y Hobbs G., FAO Informe de Pesca Nro.100, 62p.
- FAO. 1990. Informe de la segunda Consulta de Expertos sobre Tecnología de Productos Pesqueros en América Latina. Montevideo, Uruguay, 11-15 de diciembre. FAO Informe de Pesca. No.441. Roma, FAO, 29 p.
- Gildberg A. 1993. Review: Enzymic processing of marine raw materials. Process Biochemistry, 28: 1- 15
- Guevara Y.J., Bello R.A. y Montilla J.J. 1992. Evaluación del ensilado de pescado elaborado por vía microbiológica, como suplemento proteico en dietas para pollos de engorde. FAO Informe de Pesca, #441, p.107- 114, Supl. Roma, FAO.
- Hardy R.W., Shearer K.D. and Spinelli J. 1984. The nutritional properties of co-dried fish silage in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) dry diets. Aquaculture, 38:35-44.
- Hassan T.E., y Heath J.L. 1986. Biological fermentation of fish waste for potential use in animal and poultry feeds. Agricultural wastes, 15:1-15.
- Jackson A.J., Kerr A.K. y Cowey C.B. 1984a. Fish silage as a dietary

- ingredient for salmon. I. Nutricional and storage characteristics. *Aquaculture*, 38: 211-220.
- Jackson A.J., Kerr A.K. y Bullock A.M. 1984b. Fish silage as a dietary ingredient for salmon. II. Preliminary growth findings and nutritional pathology. *Aquaculture*, 40: 283-291.
- Jørgensen G. and Szymeczko R. 1992. Utilization of fish silage in animal nutrition. National Institute of Animal Science. Denmark, p.1-20.
- Lessi E., Ximenes Carneiro A.R y Lupin H. M. 1992. Obtención de ensilado biológico. FAO Informe de Pesca, #441, p.64-79, Supl. Roma, FAO.
- Nicholson J.W.G y Johnson D.A. 1991. Herring silage as a protein supplement for young cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 71: 1187-1196.
- Ottati G.M. y Bello R.A. 1992a. Ensilado microbiano de pescado en la alimentación porcina I. Valor nutritivo del producto en dietas para cerdos. FAO Informe de Pesca, #441, p.69-79, Supl. Roma, FAO.
- Ottati G.M. y Bello R.A. 1992b. Ensilado microbiano de pescado en la alimentación porcina II. Evaluación de la canal y caracterización de la carne. FAO Informe de Pesca, #441, p.80-87, Supl. Roma, FAO.
- Parín, M.A. 1991. Curso Nacional FAO-DANIDA sobre Control de Calidad y Tecnología de productos pesqueros, San Lorenzo, Paraguay, 2 al 26 de abril de 1991.
- Poulter R.G. and Disney J.G. 1982. Fish silage for animal feed. *Infofish Marketing Digest*,(9): 30-32.
- Raa J. and Gildberg A. 1982. Fish Silage: a review. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. April: 383-417.
- Strøm T., Gildberg A. Stormo B. y Raa J. 1979. Fish silage: why not use propionic and formic acid? 352-355. Edited by Connell. Fishing News Books Ltd
- Tatterson I.N. and Windsor M.L. 1973. Fish Silage. Torry Advisory Note No.64. Torry Research Station.
- Viete C. y Bello R.A. 1992. Evaluación del ensilado de pescado elaborado por via microbiana como suplemento proteico en la dieta de rumiantes. FAO Informe de Pesca, #441, p.99-106, Supl. Roma, FAO.
- Villela de Andrade M.F., Lessi E. y Franqueira Da Silva J.M. 1992. Obtención de ensilado de residuo de sardina (*Sardinella brasiliensis*,

- Steindachner 1879) y su empleo en la formulación de raciones de mínimo costo para aves. FAO Informe de Pesca, #441, p.115-125, Supl. Roma, FAO.
- Windsor M.L. 1974. Production of liquid fish silage for animal feed. Fishery Products. Editor Kreuzer, 141-144.
- Windsor M. y Barlow S. 1984. Introducción a los subproductos de pesquería. Editorial Acribia.
- Zugarramurdi, A. 1991. Training Course in Fish Technology and quality control, FAO-DANIDA, Trinidad, 7-25 de octubre de 1991.
- Zugarramurdi, A. 1992. Curso Nacional FAO-DANIDA sobre Control de Calidad y Tecnología de productos pesqueros, Punta Arenas, Costa Rica, 27 de abril - 22 de mayo de 1992.
- Zugarramurdi, A. 1993. FAO-DANIDA Regional Workshop on Fish Technology and Quality Control for Asia and Pacific, Shangai, China, 22 de febrero al 19 de marzo de 1993.
- Zugarramurdi, A. Parin M.A. and Lupín H.M., 1993. Manual on Economic Engineering Applied to the Fish Industry, FAO/ GOVERNMENT OF DENNMARK COOPERATIVE PROGRAMME, Roma, p 1-276.

Capítulo 5

La Industria Europea de Recuperación de Subproductos Animales, el Ejemplo de Dinamarca

Henrik Holst-Pedersen
KAMBAS,
4100 Ringsted,
Dinamarca

Primero que todo quisiera agradecer a la FAO por darme la posibilidad de participar en este taller y de informar sobre la industria europea de recuperación de subproductos de origen animal. Como el caso de Dinamarca es típico en Europa, la usaré como ejemplo.

La estructura de la industria europea de recuperación es muy diferente de la de Latinoamérica, especialmente debido a las capacidades mucho más altas en Europa. Por lo tanto, sería difícil usar la tecnología europea directamente en Latinoamérica, pero se espera que algunos de los principios puedan ser útiles.

Diferentes Tecnologías

En la Tabla 1 se presenta un esquema de las diferentes tecnologías de recuperación.

¿Cuáles son las principales ventajas y problemas de estos sistemas?

Una diferencia substancial existe entre las tecnologías de recuperación húmeda y seca. Generalmente, la tecnología húmeda da una mayor calidad de los productos con sebo de color claro y harina con bajo nivel de grasa.

Tabla 1. Sistemas de recuperación de subproductos de origen animal

Sistema de Recuperación		Rango de temperatura (°C)
Seco		
Sistemas de partidas	Hornos de recuperación seca	105-130
Sistemas continuos	Sistema Duke	120-140
	SBDR con centrifugas	80-100
	HEB	120-140
Sistemas continuos con evaporadores	Carver Greenfield	90-105
Húmedo		
Sistemas de partidas	Sistema TM-1	120-140
	Retrofit	120-140
	SBDR con expelers	120-140
Sistemas semi-continuos	Centrimeal	125-140
	Harina Instantánea	125
Sistemas continuos a baja temperatura	Proceso ATLAS	60-95
	Centribone	60-95
	MLTR	60-95
	WATREX	60-95
	Pfaunder	60-95
	Balfour	60-95

Además, la tecnología húmeda ofrece la posibilidad de bajar el consumo de energía con el uso de evaporadores. El problema con la tecnología húmeda es el equipo avanzado y caro que se necesita. Normalmente la capacidad mínima debería ser de 5-7 ton de materia prima por hora para la tecnología de procesamiento húmedo.

Los sistemas de recuperación en seco están también disponibles en capacidades bajas. Especialmente el horno para procesamiento seco en partidas es una tecnología adecuada para capacidades bajas aunque tiene más de 50 años de existencia. El procesamiento en seco no ofrece las

mismas posibilidades de ahorro de energía como el sistema húmedo. Una excepción es el sistema Carver Greenfield, pero este sistema requiere una capacidad más bien alta de aproximadamente de 20 ton de materia prima por hora.

Consumo de Energía

Para evaporar un kg de agua en un secador se necesitan aproximadamente 1.3 kg de vapor. El vapor en los secadores puede usarse para hacer funcionar un evaporador.

El uso de evaporadores puede, en la práctica, reducir el consumo de energía a la mitad de la cantidad que si no se usaran. El trabajar con evaporadores no es muy complicado, pero la inversión es alta.

La situación de la industria europea de recuperación

Por muchos años el desarrollo se ha encaminado hacia menor número y mayor capacidad de las plantas de recuperación. Capacidades comunes de materia prima son del orden de 50,000 a 200,000 ton anuales, y la evolución continua. Se puede hacer un transporte rentable dentro de distancias de 200 a 300 km.

Dentro de la Unión Europea, las regulaciones veterinarias son las mismas, y hay dos posibilidades para la esterilización:

- 1) Molienda parcial de la materia prima y cocimiento a presión a 133 °C por 20 minutos.
- 2) Examen oficial del proceso seguido de una prueba microbiológica del producto final durante un mes. Si los parámetros microbiológicos para *Clostridium perfringens* (ausente en un gramo), enterobacterias (100-500) y salmonela (negativa) son cumplidos, el método de esterilización es aceptado.

La encefalitis espongiforme bovina

La encefalitis espongiforme bovina (BSE) ocurre especialmente en la Gran Bretaña. Es una enfermedad que afecta a los vacunos causada por un agente desconocido. Existe el riesgo teórico que la BSE pueda transmitirse a los humanos, y a pesar de que todos los expertos admiten que este riesgo es extremadamente bajo, la BSE ha provocado violentas reacciones del

público. La enfermedad ha ocasionado que la gente deje de comer carne de res debido a los reportajes diarios en la televisión y la prensa.

La primera reacción ha sido de prohibir el alimentar a los rumiantes con proteínas provenientes de los rumiantes mismos. Esto parece haber reducido el número de casos en los animales más jóvenes en la Gran Bretaña.

Un experimento en escala piloto fue conducido con material infectado y los diferentes sistemas de recuperación. Extractos de los productos finales fueron inyectados a ratones. El resultado de este experimento demostró que solo dos sistemas no eliminaron el agente de la BSE. Estos sistemas fueron el Carver Greenfield y el de recuperación seca continua.

Ahora el problema está en que a partir del primero de enero de 1995, todos los sistemas deben operar bajo las mismas condiciones como fueron registrados durante los experimentos a escala piloto. Estas condiciones de procesamiento son en muchos casos muy difíciles de alcanzar en forma práctica.

Existe el problema real, que las proteínas de rumiantes sean prohibidas en la alimentación animal y tengan que ser incineradas. Esta situación puede ocurrir si la BSE sigue avanzando.

El caso de Dinamarca

En Dinamarca hay tres compañías de recuperación y seis plantas. Dos compañías son cooperativas (Daka y KAMBAS) y la otra privada, Miljocenter Vantinge.

Daka y KAMBAS han instalado el proceso de recuperación húmedo a temperatura baja de ATLAS, que consume poca energía y da productos de alta calidad. La compañía Vantinge usa la tecnología de recuperación seca por partidas.

La oferta anual de materia prima para estas plantas se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Compañías de Recuperación en Dinamarca

Compañía	Localidad	Capacidad de las plantas (Ton de materia prima por año)	
Daka	Jutland	1)	100,000
		2)	150,000
		3)	300,000
Vantinge	Funen		75,000
KAMBAS	Bornholm		10,000
	Zealand		100,000

Las plantas cooperativas son propiedad de los mataderos pero también reciben materias primas de las compañías privadas. La competencia por la materia prima es alta y los precios de esta están entre los más altos del mundo.

Los animales muertos son recogidos gratuitamente de los productores que pertenecen las cooperativas de los mataderos. Los productores que no son miembros de las cooperativas de los mataderos deben pagar aproximadamente 20 US\$ por recogida de animales muertos.

La compañía KAMBAS recibe materia prima de Suecia. Aproximadamente la mitad de la harina de carne es exportada, principalmente a Polonia, Alemania, Finlandia y a otros países europeos. El sebo es principalmente vendido localmente como sebo de grado de pienso.

Capítulo 6

Procesos de Deshidratación y/o Hidrólisis de los Subproductos de Origen Animal

Ing. Fernando Mendizábal Acebo
APELSA,
Monterrey, México.

INTRODUCCIÓN

México es un país deficiente en proteínas e importa alimentos para consumo humano derivados de reses, cerdos y aves. Para consumo animal se importan además de granos, harinas de oleaginosas de alto valor protéico así como harinas de carne y hueso, grasas, sebo y recientemente han crecido las importaciones de harina de sangre y pluma.

El proceso de los subproductos animales en general se hace especialmente importante tanto por la demanda en el mercado de la fabricación de alimentos balanceados para animales, como por una adecuada disposición de los subproductos de los rastros, empacadoras, carnicerías y tenerías.

El proceso de conservación más antiguo es la deshidratación, y es el principal objetivo de esta presentación el exponer las diferencias entre los subproductos y los diferentes procesos que se utilizan y que se adaptan a los volúmenes existentes en la región.

El principal problema para procesar los subproductos en el lugar donde se generan es la desproporción entre el capital que es necesario invertir en maquinaria para su proceso, comparado con el valor total de la venta de los productos.

Esto se hace más crítico mientras menor sea el número de unidades sacrificadas. Esta situación se invierte en virtud del crecimiento de

unidades sacrificadas y resulta cada vez más necesario procesarlas adecuadamente por los altos volúmenes de subproductos. En México, las costumbres alimenticias y el sistema de comercialización, además de las características generales del ganado que se sacrifica, la generación de subproductos tiene una marcada diferencia con otros países. En un rastro de bovinos en México solamente quedan como subproductos la sangre, el cuerno y la pezuña, pues se acostumbra incluir en la alimentación humana la cabeza y las vísceras que en otros países se consideran como subproductos.

El sistema de comercialización genera subproductos en lugares diferentes a los rastros lo cual genera una dispersión de los subproductos, teniendo como resultado que en los puntos de venta de la carne se haga necesario procesar las grasas que se recortan de la carne por la exigencia del consumidor. Por último las características del ganado que se sacrifica por lo general no ha sido engordado con granos y la cantidad de grasa depositada es menor comparado con el ganado que si lo ha sido.

El siguiente problema es la ubicación de los rastros, que en las principales ciudades de México han quedado rodeados de unidades habitacionales y se hace conveniente que el proceso de los subproductos sea en áreas alejadas de los centros de población.

El problema que persiste es el ecológico, ya que dentro o fuera de los centros de población es necesario proteger el medio ambiente, procurando que estos subproductos no lo alteren y tengan algún aprovechamiento, especialmente en los países que son deficitarios en alimentos.

Es frecuente que los rastros sean pequeños y que los subproductos sean procesados en un lugar común, que hace viable la existencia económica de plantas procesadoras de subproductos, en donde se pueda controlar más eficientemente el impacto ecológico.

Se ha dividido el proceso en tres grandes grupos para resaltar equipos de proceso diferentes y productos que presentan mejores alternativas en el balanceo de alimentos para animales. Cabe aclarar que existen diferencias importantes en las eficiencias energéticas y por lo tanto en la inversión inicial (a mayor eficiencia, mayor inversión inicial), de ahí que la decisión en el equipamiento implica tomar en cuenta estos factores así como el uso de mano de obra en lugar de máquinas para el manejo de los materiales. También se quiere aclarar que existen equipos en los que se

puede llevar a cabo la deshidratación de todos los subproductos incluidos en estos grupos y que la calidad del producto final es superior cuando se procesan por separado.

SEPARACIÓN DE GRASAS

El primer grupo consiste en la separación de grasas de la carne y hueso, se le conoce como "rendimiento" y es una deshidratación que se lleva a cabo por grasas calientes que evaporan el contenido de humedad permitiendo así la separación en forma líquida y la conservación de los tejidos cárnicos y del hueso. Esto que se dice en forma sencilla requiere de un acondicionamiento en el tamaño de las partículas, un equipo de intercambio de calor con una agitación fuerte y equipo de prensa desde manual hasta sofisticado para producir grandes volúmenes.

HIDROLISIS

El segundo proceso es el de las proteínas del pelo, plumas, cuernos y pezuñas, así como de las pieles ya curtidas no son digeribles y requieren de un proceso de hidrólisis para hacerlas aprovechables en la nutrición animal. Existen procesos que se llevan a cabo únicamente con la presencia de agua, calor y presión y otros procesos en presencia de catalizadores ya sean ácidos o básicos en los que generalmente también se incluyen el calor y la presión. Existen hidrolizadores continuos o en baches que son semejantes estos últimos a los que se usan en el proceso de "rendimiento" pero fabricados para soportar la presión que se requiera siempre con agitación.

Algunos de estos productos hidrolizados que requieren hidrolización se deshidratan en secadores rotatorios, de tubos de vapor, de tipo "rápido" a base de un flujo de aire caliente, y de transmisión de calor por discos. Estas dos últimas mejoran la calidad del producto terminado.

El proceso de subproductos de tenería reviste especial importancia debido a la posibilidad de su aprovechamiento y que de alguna manera contribuye a remediar la falta de proteínas que existe en este país. Estos productos son deshidratados necesariamente en secadoras rotatorias ya que el costo de mantenimiento de otros equipos los hacen poco rentables.

HARINA DE SANGRE

El tercer grupo es el proceso de la sangre, que es uno de los más costosos por la cantidad de agua que es necesario transportar y evaporar además de las características propias de corrosión y abrasión que ejerce sobre los equipos.

Cuando se hace una recolección excelente, cuidando que no se contamine con bacterias y enfriando la sangre, se puede obtener la harina de sangre o separar el plasma de la células rojas.

La mejor calidad nutricional se obtiene utilizando deshidratadores rápidos que en unos cuantos segundos secan los sólidos existentes pero también se puede someter a un secador lento que es lo más común, en donde se puede afectar sustancialmente la disponibilidad de los amino ácidos y que en el caso de la Lisina puede llegar a ser de cero.

OPERACION DE LA PLANTA

El principal costo en el que se incurre se refiere a la materia prima. Esto es influenciado directamente por los costos de recolección y transporte para hacer llegar los subproductos a la planta, los que generalmente tienen un alto contenido de humedad, tanto por el producto mismo como por el proceso de matanza donde se añaden importantes cantidades de agua.

El segundo más importante es sin lugar a dudas el costo energético en donde hay que tomar decisiones importantes pues existen equipos que pueden deshidratar un metro cúbico de agua con 2,625,000. BTU hasta 9,000,000 BTU. Como ya se mencionó anteriormente, los equipos más eficientes energéticamente hablando son los que requieren mayor inversión inicial. También los deshidratadores rápidos son menos eficientes que los denominados de deshidratación "lenta". En México el costo de la unidad energética es de un tercio comparado con Europa.

El tercer costo más importante se refiere al mantenimiento general de la planta, maquinaria, equipo e instalaciones.

El cuarto se refiere a la mano de obra que se utiliza con mayor intensidad que en los países más avanzados por ser más barata y requerir menor inversión en maquinaria.

La estructura de costos con base al valor de la venta de un caso típico en una empresa en las condiciones de México es como sigue:

Materia prima:	35.0 %
Energía:	11.0 %
Mantenimiento	10.0 %
Mano de obra	9.0 %
Electricidad	6.6 %
Envases	3.3 %
Utilidad	25.0 %

En referencia a la información anterior se presenta el punto de equilibrio para una empresa con una utilidad marginal de 173 pesos por tonelada (700 pesos/US\$).

Quiero agradecer la invitación a la FAO y al Instituto de Investigaciones Porcinas de Cuba por esta importante ocasión de compartir mis experiencias y conocimientos en este campo.

Capítulo 7

Desechos de Matadero como Alimento Animal en Colombia

Luis Humberto Falla Cabrera
Frigorífico Guadalupe S.A.
Santafé de Bogotá, Colombia

INTRODUCCIÓN

Las graves deficiencias en proteínas que afronta el sector pecuario en varios países del mundo han sido y serán motivo de constante preocupación por parte de las autoridades con ingerencia en el sector agropecuario. Esta problemática se ha hecho más evidente en aquellos países en vías de desarrollo, los cuales, en un alto porcentaje, no cuentan con las condiciones técnicas para desarrollar planes apropiados en la alimentación animal. Los Organismos Nacionales e Internacionales, con ingerencia en la producción animal, han venido implementando políticas especiales de fomento y divulgación en estas materias, con miras a buscar nuevas alternativas de explotación de fuentes proteínicas.

En muchos países, las empresas que conforman la industria cárnica y, en especial, los mataderos, se han clasificado dentro del grupo de empresas que presentan una alternativa valiosa de recursos proteínicos para la alimentación animal por intermedio de los desechos comestibles, que en estos lugares se producen. Un uso adecuado de estos desechos, no solamente redundaría en beneficio de la producción pecuaria, sino que también va a contribuir a una mejor protección del ambiente, al evitar que desechos tales como la sangre y el contenido ruminal, sean vertidos a los arroyos y ríos sin ninguna consideración sanitaria previa.

En el presente escrito, se presenta un resumen general de la utilización de los desechos de matadero en la alimentación animal en Colombia. Se

ha pretendido condensar en él la mayor cantidad de información referente al tema de la referencia, con el fin de dar una idea global de la situación actual de la problemática de los desechos de matadero y orientar la implementación de nuevas políticas al respecto en el sub-sector cárnico Colombiano.

En la actualidad, en Colombia se encuentran registrados ante las autoridades sanitarias, 150 mataderos para ganado vacuno y porcino, de los cuales tan sólo 27 de ellos (Mataderos Frigoríficos) cuentan con técnicas apropiadas para el manejo de sus desechos comestibles y no comestibles. Los restantes centros de matanza procesan parte de los desechos y los excedentes, los comercializan con las denominadas Plantas Procesadoras de Subproductos, las cuales efectúan a estos desechos alguna transformación industrial. En Colombia, se encuentran establecidas 7 plantas procesadoras de subproductos legalmente reconocidas por las autoridades sanitarias. Estas empresas, en su mayoría, procesan desechos comestibles de matadero para la obtención de harinas de carne.

Cabe mencionar que en Colombia, un alto porcentaje de los mataderos municipales no cuentan con Licencia Sanitaria de funcionamiento y no dan un uso adecuado a sus desechos de matanza, convirtiéndose en focos permanentes de contaminación ambiental. Para la especie equina, en el país, se encuentran establecidos 4 mataderos con licencia sanitaria de funcionamiento, pero la gran mayoría de los animales de esta especie son sacrificados en mataderos clandestinos.

En los últimos años, el país ha venido tomando conciencia de la importancia de dar un adecuado uso a los desechos de matadero, no solamente como una manera de dar protección al ambiente, sino, también, como una solución más a las deficiencias de proteínas para la alimentación animal. De otra parte, los mataderos colombianos han visto que, al procesar adecuadamente sus desechos de matanza, se ven favorecidos ampliamente en sus ingresos económicos, al poder comercializar un producto que se había constituido en un generador de mayores costos de producción. Es así como, los Mataderos Frigoríficos vienen desarrollando planes especiales de implementación tecnológica en el área de los desechos de matadero, a través de la adquisición de nueva tecnología proveniente de aquellos países considerados como pioneros de la industria cárnica.

En Colombia, la implementación de nuevas políticas de producción animal, ha provocado, entre otras, la creación de nuevas industrias

dedicadas a la fabricación de productos balanceados para la alimentación animal. Estas empresas se han constituido en consumidoras de primer orden de los productos derivados del proceso de los desechos de matadero; igualmente este hecho ha creado un incentivo más para el adecuado proceso de los desechos derivados de la matanza de los animales para el abasto público

A nivel rural, el uso de los desechos de matanza en la alimentación animal es prácticamente nula. En ciertas regiones del país, se da algún uso a la sangre y el contenido ruminal para la alimentación de cerdos, pero sin consideraciones técnicas especiales. Algunas entidades oficiales y privadas han desarrollado ciertos estudios sobre el aprovechamiento de los desechos de matadero como alimento animal, pero su implementación se encuentra en etapas primarias de desarrollo. En el anexo 2, de este escrito, se relacionan los principales estudios realizados en Colombia sobre el uso de desechos de matadero en la alimentación animal.

El Gobierno nacional, a través de los organismos con ingerencia en la salud pública y, de otra parte, la Universidad Nacional de Colombia, por intermedio del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) vienen adelantando estudios sobre el aprovechamiento de desechos de matadero. Este Instituto cuenta con una Planta Piloto de Carnes, cuya implementación se efectuó gracias a convenios especiales entre la Universidad Nacional y la FAO, en el año 1972. La planta desarrolla planes especiales de investigación, docencia y extensión, en el campo de la industria cárnica. Periódicamente, en este centro de investigación se realizan cursos de extensión y Talleres Seminario sobre aprovechamiento de desechos de matanza, dirigidos al sector público y privado con ingerencia en el sub-sector cárnico. Para el cumplimiento de sus objetivos, la planta cuenta con instalaciones para el faenado de ganados y equipos para el procesamiento de desechos de matanza.

Marco Institucional

En Colombia, la problemática de los desechos de matadero ha estado a cargo del Ministerio de Salud Pública y el Ministerio de Agricultura a través de las Secretarías Departamentales y Municipales de Salud y las Corporaciones Regionales de Protección del Medio Ambiente. Estos Organismos ejercen control sanitario sobre los centros de matanza en sus

actividades propias de faenado, así como, en el impacto ambiental de sus desechos. En el país, no existe una entidad oficial que se ocupe de la normatización técnica de la utilización de los desechos de matadero.

La reglamentación sanitaria para los mataderos colombianos se encuentra recopilada en la ley 09 de 1979 y en los decretos reglamentarios 2278 de 1982 y el decreto 1036 de 1991 del Ministerio de Salud Pública.

En el presente año, El gobierno colombiano ha creado el denominado Ministerio del Medio Ambiente (MMA), con el fin de unificar en una sola entidad oficial todo lo relacionado con la problemática de la protección ambiental.

Sin embargo, en Colombia, no existen políticas definidas sobre el manejo de los desechos de matanza, ni entidad oficial o privada que normatice sobre ellos. Situaciones similares han podido ser observadas por algunos Organismos Internacionales como la FAO, en otros países de América Latina.

PRODUCCIÓN DE DESECHOS DE MATANZA EN LOS MATADEROS COLOMBIANOS

La tendencia actual de la producción pecuaria colombiana es la de producir un animal "todo carne", basado en la introducción de nuevos cruces genéticos y el replanteamiento de las técnicas de manejo a nivel de campo. Por estos medios, se pretende llevar al matadero un animal que presente rendimientos en carne, con relación al peso en pie, superiores al 45% para vacunos y al 60% para porcinos. En la actualidad, estos porcentajes están del orden del 33% y del 55% para vacunos y porcinos, respectivamente. Lo anteriormente anotado incide directamente en la calidad y cantidad de los desechos de matanza factibles de obtener en los mataderos colombianos.

Los pesos promedio de los animales para matadero en Colombia son: 430 kg para vacuno adulto macho, 320 kg para vacuno adulto hembra; 50 kg para ternero; 90 kg para porcino adulto y 1.5 kg para pollo asadero.

Los pesos anteriormente anotados proceden de los archivos del Departamento Técnico de ACINCA y corresponden a un muestreo de los pesajes de ganado vacuno y porcino efectuados en las instalaciones de los mataderos frigoríficos afiliados a dicha asociación, en el año de 1993 y primer trimestre de 1994. El peso del pollo asadero viene de FENAVI.

En la Tabla 1, se presenta un resumen de los desechos comestibles de matadero de mayor utilización en la alimentación animal en Colombia. Estos desechos se obtienen, principalmente de los mataderos de vacunos, porcinos, aves y equinos. En Colombia, no se encuentran establecidos mataderos para caprinos y ovinos, dado el bajo volumen de matanza de estos animales. Su sacrificio se efectúa en las casas campesinas y en algunos mataderos de vacunos y porcinos.

Cabe mencionar, que, en pequeña escala, se están utilizando desechos comestibles provenientes del proceso de la industria pesquera y del faenado de animales de zocriaderos.

Tabla 1. Desechos comestibles de matadero de mayor utilización en la alimentación animal en Colombia

Especie animal	Desecho de matadero
Vacuno	Sangre, Grasa, Huesos Fragmentos tisulares (Desperdicios de matanza) Decomisos Sanitarios Orejas, Cuernos*, Cascos*, Contenido Ruminal* Vísceras abdominales y torácicas
Porcino	Sangre, Grasas, Huesos Fragmentos tisulares (Desperdicios de matanza) Decomisos sanitarios, Cascos*, Pelos*, Vísceras abdominales y torácicas
Aves	Vísceras, Sangre, Plumas*

* En la actualidad, el uso de estos desechos en la alimentación animal está perdiendo vigencia debido a su bajo valor nutritivo.

En Colombia, como en muchos países, la utilidad de un desecho de matadero está estrechamente ligada a diversos factores técnicos y socio-económicos inherentes a la región en donde se encuentre localizado el centro de matanza y a las condiciones técnicas, propias de cada matadero. Entre estos factores podemos mencionar los siguientes:

- Tipo de ganado para el faenado
- Hábitos de consumo de los productos cárnicos.

- Sistemas de comercialización de la carne y derivados.
- Tipo de matadero y técnicas de matanza
- Técnicas de transformación industrial de los desechos de matadero.
- Legislación sanitaria.

En la Tabla 2, se presenta un resumen de los volúmenes de ganado vacuno y porcino faenados durante los años 1992, 1993 y el primer trimestre del año 1994. En Colombia, el ganado vacuno faenado corresponde, principalmente, a animales de la raza Cebú puros o cruzados con razas criollas, y a razas lecheras puras o cruzadas. Los animales de la especie porcina pertenecen principalmente a las razas Landrace, Yorkshire, Duroc, Hampshire, puros o cruzadas con razas criollas.

Tabla 2. Cabezas de vacunos y porcinos faenados en Colombia durante los años 1992, 1993 y primer trimestre de 1994 (x 1,000).

Año	Vacuno	Porcentaje Hembras	Porcino	Porcentaje Hembras
1992	1,492.0	35.1	1,395.7	36.1
1993	1,560.0	28.9	1,624.2	34.8
1994	370.4	27.9	328.9	33.4

Fuente: DANE. Información de 42 ciudades de Colombia.

Para pollos y según información suministrada por FENAVI, en Colombia, el faenado anual de pollo de engorde está en el orden de doscientos diez millones (210.000.000) de aves. A este volumen de matanza sería necesario agregarle el faenado de aves, en mataderos no adscritos a dicha asociación, que puede ascender a los veinte millones (20.000.000) de aves faenadas anualmente, de acuerdo a información suministrada por el Ministerio de Salud Pública.

Los rendimientos en canal que se están obteniendo en los mataderos colombianos son del orden de: 56.6% para vacuno macho adulto; 51.5% para vacuno hembra adulta; 61.2% para terneros; 83.4% para cerdo adulto; y 90% para pollos asadero.

Los pesos y los volúmenes de matanza anteriormente señalados permiten dar una idea general de la cantidad de desechos factibles de obtener en los mataderos colombianos.

En la Tabla 3 se señalan los promedios en porcentaje de las cantidades de desechos comestibles que se obtienen en los mataderos en Colombia.

Tabla 3. Cantidades promedio de desechos comestibles de matadero obtenidos en los centros de matanza de Colombia. (En porcentaje sobre el peso vivo)

	Vacuno macho adulto	Vacuno hembra adulto	Vacuno joven	Porcino adulto	Pollo
Peso vivo promedio en Kg. antes del faenado	430	320	50	90	1,5
Hueso	22.6	20.3	24.0	32.0	-----
Vísceras torácicas	3.46	3.87	5.44	3.49	-----
Vísceras abdominales	5.74	9.55	6.60	7.98	-----
Sangre	2.28	2.63	3.00	2.67	-----
Cabeza con cuernos	4.80	5.62	-----	-----	-----
Cabeza sin cuernos	-----	-----	6.22	5.5	-----
Patas con cascos	2.10	1.93	5.0	1.1	-----
Órganos genitales	0.44	2.63	0.65	0.64	-----
Grasa perirrenal y escrotal	4.18	4.0	0.80	2.50	-----
Contenido ruminal y líquidos corporales	5.81	6.3	-----	-----	-----
Plumas, sangre y vísceras	-----	-----	-----	-----	10

Fuente: ACINCA. FENAVI

PROCESAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE LOS DESECHOS COMESTIBLES

Existen diferentes técnicas de proceso y utilización de desechos comestibles de matadero que se aplican con buenos resultados en diferentes partes del mundo. En Colombia y como se mencionó anteriormente, los principales centros de matanza procesan sus propios desechos, mientras que otros mataderos, o venden la mayoría de sus desechos a las plantas de subproductos, o las botan a los arroyos y ríos.

En Colombia, las técnicas de proceso de los desechos de matadero varían desde artesanales sistemas de aprovechamiento hasta modernos procesos industriales de transformación.

En las Tablas 4, 5 y 6, se presentan, en forma resumida y de una manera general, las diferentes alternativas de proceso y utilización de los principales desechos comestibles de matadero en Colombia. De otra parte, en el anexo 3, se presenta una descripción resumida de los principales procesos que se utilizan en Colombia para la transformación de estos mismos desechos.

Tabla 4. Uso de la sangre entera para consumo animal.

Alternativa de Proceso	Producto Final/ Nombre Comercial
Consumo directo sin proceso	Sangre coagulada
Mezcla con residuos agrícolas u otros desechos comestibles, con o sin cocción	Sangre mezclada
Coagulación-Prensado-Secado-Molido	Sangre seca molida
Secado forzado en digestores, sola mezclada con otros desechos comestibles	Harina de sangre pura
	Harina de sangre, carne y hueso

Tabla 5. Uso del contenido ruminal (CR) para el consumo animal

Presentacion	Proceso	Producto Final/Nombre Comercial
Húmedo	Secado	Contenido ruminal semi-seco
Seco	Secado completo al ambiente-Molido	Contenido ruminal seco
Solo o con otros desechos comestibles	Secado completo en digestores-Tamizado	Harina forrajera
	Secado al ambiente	Contenido ruminal seco mezclado
	Secado al ambiente o por aire forzado con aglutinantes	Bloques nutricionales
	Secado completo en en digestor	Harina Forrajera y carne

En Colombia, los productos obtenidos del procesamiento de los subproductos comestibles y destinados a la fabricación de productos balanceados para la alimentación animal son incorporados a las diferentes dietas alimenticias, siguiendo patrones de balanceo previamente definidos por cada empresa productora y obrando de acuerdo con la composición bromatológica de cada producto en especial. Es así como cada fabrica de balanceados se ha especializado en determinadas líneas de producción, compitiendo en el mercado nacional de acuerdo con el balaceo de sus raciones. En la Tabla 7, se presenta un resumen general de la utilización de estos productos, para cada especie animal y por parte de las fábricas de balanceados para animales.

Tabla 6. Uso de grasa, hueso y desperdicios de matanza para el consumo animal.

Presentación	Procesos	Producto Final/Nombre Comercial
Sebo	Limpieza-Molido-Cocimiento-Prensado-Molido-Tamizado	Aceites, Chicharro, Harina de carne
Hueso fresco	Cocimiento-Separación de sólidos-Secado-Molido	Aceite, Proteína, Harina de hueso al vapor
Hueso seco	Calcinado-Molido	Harina de hueso calcinado
Desperdicios de matanza de vacunos, porcinos y aves	Molido-Secado en digestor-Tamizado	Aceites, Oleoesterina, Harina de carne mixta
Desechos de matanza de aves y aves muertas en granja	Secado en digestor-Tamizado	Aceites, Harina mixta de carne y pluma
Desechos de la pesca	Secado en digestor-Tamizado	Aceites, Harina de pescado

En el anexo 3, se relacionan una serie de tablas descriptivas de la composición físico-química de los principales desechos de matadero utilizados en la alimentación animal en Colombia y la de los productos obtenidos de su transformación industrial. Los datos allí señalados corresponden, en parte, a análisis de desechos efectuados en los laboratorios colombianos y otras son recopilación de la literatura especializada y que, actualmente sirven de base para la formulación de dietas alimenticias en las fábricas colombianas de balanceados.

Tabla 7. Resumen de la utilización de los productos obtenidos de a industrialización de los desechos de matadero por las fabricas de alimentos balanceados para animales

Producto	Uso
Harina de Sangre, Carne y Hueso	Engorde de pollos y de cerdos Alimentación de aves
Harina Mixta de Carne y Pluma	Aves de postura Engorde de pollos y de cerdos
Aceites Industriales	Suplemento energético
Hueso Calcinado y al Vapor	Suplemento mineral
Harina de Pescado	Pollo de engorde

Fuente: Colproas.

Como se mencionó anteriormente, la utilización de los desechos comestibles es prácticamente nula en las zonas rurales y en algunos municipios alejados de los principales centros industriales. En algunos mataderos los desechos de matanza son utilizados para la alimentación animal en forma directa o a través de rudimentarios procesos de transformación. En algunas regiones, la sangre y algunos desperdicios de matanza se mezclan y se cocen, suministrándose posteriormente a los animales, en especial, a los cerdos.

En los últimos años, ha tomado auge la utilización del contenido ruminal en la preparación de diferentes dietas para la alimentación animal, ya sea utilizándolo en forma directa o procesándolo para obtener diversos productos comerciales. Dentro de estos productos, podemos mencionar, en forma especial, la Harina Forrajera (HF) y los bloques nutricionales, cuya preparación se detalla en el Anexo 2. La harina forrajera es un producto comercial, útil en las dietas balanceadas, especialmente en rumiantes. Igualmente, es utilizada como suplemento alimenticio en aquellas regiones en las cuales se presentan deficiencias de pasturas naturales. En la avicultura, es utilizada en aves de postura para dar

carotenos al huevo. Cabe mencionar que en algunos mataderos, el contenido ruminal es utilizado en lumbricultura.

En la Tabla 8, se ofrece un resumen de las cantidades promedio de los principales productos obtenidos del procesamiento de los desechos comestibles de matadero y procesados en los mataderos frigoríficos y plantas procesadoras de subproductos.

Tabla 8. Cantidades promedio de producto obtenido de la industrialización de los desechos comestibles de matadero en Colombia (Ton/mes).

Producto	Empresa Transformadora	Producción
Harina de Sangre, Carne y Hueso	Mataderos Frigoríferos	5,530
Harina Mixta de Carne y Pluma	Plantas de Subproductos	2,130
Harina de Hueso	Plantas de Subproductos y Mataderos Frigoríficos	1,200
Aceites	Plantas de Subproductos y Mataderos Frigoríficos	8,300

Fuente: COLPROAS.

COMERCIALIZACIÓN DE DESECHOS COMESTIBLES EN COLOMBIA

En Colombia, la comercialización de los desechos de matadero y los productos finales de su transformación industrial se lleva a cabo, en su gran mayoría, por canales directos de comercialización entre los mataderos, las plantas de subproductos y las fábricas de alimentos balanceados.

La actual política económica del país ha incrementado el ingreso país de diferentes materias primas de origen animal, tales como harinas de carne, sangre y pescado, lo mismo que aceites animales, provenientes de

países con pactos comerciales con Colombia, pero a precios competitivos. Este hecho ha inducido una depresión en los precios internos, pero, a su vez, ha ocasionado que los productores nacionales modifiquen sus estrategias técnico-comerciales, los cuales permitan obtener materias primas de excelente calidad a precios más económicos. Por este motivo, algunos desechos, tales como los cascoss, los cuernos y los pelos de cerdo, que se utilizaban en la fabricación de harinas de carne, se han desechado de las formulaciones por su baja digestibilidad.

En la Tabla 9, se presenta un resumen de los precios nacionales de los principales desechos de matadero y los productos obtenidos.

Tabla 9. Precios de desechos de matadero y productos obtenidos.

Producto	US\$/kg
Harina de sangre	0.38
Harina de carne	0.33
Aceites animales	0.43
Harina de hueso calcinado	0.29
Harina de hueso al vapor	0.24
Harina Forrajera	0.09
Desecho de matadero de aves	0.02
Cuernos, Cascos	0.05
Sangre bovina	0.08

ACINCA. Dpto. Técnico. Agosto de 1994

Las fábricas de productos balanceados para animales utilizan el recurso de la importación de materias primas con el fin de disminuir sus costos de producción. En la Tabla 10, se resumen las cantidades de las principales materias primas importadas con destino a las fábricas de balanceados, durante los años 1992 y 1993.

Tabla 10. Importaciones de materias primas de origen animal en los años 1992 y 1993, con destino a las fábricas de productos balanceados (Ton).

Producto	1992	1993
Harina de carne	2,140	6,419
Harina de sangre	246	291
Aceites industriales	79,000	21,550

Fuente: ICA. División de Cuarentena y Sanidad Animal

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Resumiendo lo anteriormente expresado, se puede concluir que, en Colombia el uso de los desechos de matanza para la alimentación animal se basa, en un alto porcentaje, en su incorporación a los alimentos de las fábricas de balanceados.

Igualmente, se puede afirmar que, en Colombia, como en otros países de Latinoamérica, la utilización de los desechos de matanza en la alimentación animal se encuentra en una fase importante de desarrollo tecnológico, la cual va a redundar, a corto plazo, en un beneficio económico y social de especial importancia para el país. Sin embargo, a pesar de este progreso, la tecnología se encuentra concentrada en los principales centros industriales del país, por lo cual se requiere incrementar la transmisión de tecnología a aquellas regiones marginadas que no cuentan con la capacidad para dar un uso adecuado a los desechos de matanza.

Por otra parte, cabe mencionar que es necesario la unificación de criterios sobre la utilización de los desechos de matadero. Las diferentes entidades oficiales y privadas concernientes trabajan, por lo general, en forma independiente, sin coordinación. Esta situación se puede visualizar en otros países de Latinoamérica.

Algunos centros de investigación, como el ICTA, cuentan con una estructura orgánica básica en el área de procesamiento de desechos de matanza, pero desafortunadamente, no cuentan con los recursos económicos necesarios para llevar a cabo planes especiales de investigación tecnológica. Con un apoyo adecuado por parte del Gobierno y Organismos Internacionales, se podría implementar, en esta Planta

Piloto, un modelo de aprovechamiento de desechos de matanza que no solo sería útil para el país, sino que, también, serviría de base para irradiar tecnología a otros países de América Latina.

Bibliografía

ACINCA. Departamento Técnico. Santafé de Bogotá D.C. 1994

COLPROAS. Departamento Técnico. Santafé de Bogotá D.C. 1994

ICA. Departamento de Divulgación. Santafé de Bogotá D.C. 1994

ICTA. Departamento Técnico. Santafé de Bogotá D.C. 1994

FRIGORIFICO GUADALUPE S.A. Departamento de Producción.
Santafé de Bogotá D.C. 1994

Anexo 1

LISTA DE ABREVIATURAS

ACINCA	Asociación Colombiana de Industriales de la Carne
COLPROAS	Asociación Colombiana de Productores de Proteína Animal
DANE	Departamento Nacional de Estadística
FENAVI	Federación Nacional de Avicultores
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos
HCM	Harina Mixta de Carne y Pluma
HF	Harina Forrajera
HH	Harina de Hueso
HS	Harina de Sangre
HP	Harina de Pescado
HSH	Harina de Sangre y Hueso
HSCH	Harina de Sangre Carne y Hueso
HSP	Harina de Subproductos de Pollo

Anexo 2

ESTUDIOS COLOMBIANOS SOBRE DESECHOS DE MATADERO PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

En este anexo se dan a conocer las referencias de los principales estudios realizados en Colombia, sobre el aprovechamiento de los desechos de matadero en la alimentación animal.

Cuberos Ospina, H. 1986 Conservación y determinación del valor nutritivo del contenido ruminal bovino para la alimentación de Cerdos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), Universidad Nacional de Colombia (UNC), Bogotá.

- Duarte Fajardo C. y G. Jaramillo Lopez, 1988. Contenido ruminal en alimentación de cerdas gestantes y lactantes. Rev. Nacional de Zootecnia 5(27).
- Lopez Delgado, H.J. 1976. Utilización de contenido ruminal en la alimentación de Cerdos. FMVZ, UNC.
- Arias Galvis, C.A. 1987. Productos y subproductos agropecuarios utilizados en la alimentación de cerdos. Rev. Nacional de Zootecnia 4(21).
- García Torres L.A. y F. Cruz Perez, 1977. Utilización de harina ruminal en dietas para Cerdos en levante y acabado. FMVZ, UNC
- Cardenas Torres, Claudia Liliana. 1982. Contenido ruminal ensilado en la alimentación de Cerdos en levante, desarrollo y ceba. FMV, UNC.
- Gamboa García D.A. y R. Melo Rico, 1988. Análisis de una fuente de harina integral de desecho de matadero de aves y utilización de cuatro niveles en alimentación de Pollos de engorde.FMVZ, UNC.
- Ospina Mora P.N. y H. Hayek Arana, 1989. Evaluación de cuatro niveles de harina de vísceras de Trucha (*Salmo gairdneri*) (Richardson, 1836) en alimentación de alevines de Trucha. FMVZ, UNC.
- Duarte D. Edna Margarita y Alcira Mutis Prada, 1980. Tratamiento de huesos de vacunos para la obtención de fosfato monocálcico sódico y su aplicación en el régimen alimenticio del sector pecuario. Facultad de Ciencias, UNC.
- Caycedo Vallejo, A. 1975. Harina de carne. Instituto Colombiana Agropecuario (ICA) y UNC.
- Roa Mosquera J.M. 1975. Harina de Huesos.ICA-UNC
- Ramírez Polanco J. 1975. Harina de Pescado. ICA-UNC
- Moreno M., J. 1975. Harina de sangre.ICA-UNC.
- Quiroga Tapias, G., G. Piñeros Gómez y E.V. Ortiz Pena. 1989. Tecnología de carnes y pescados y manual de prácticas para planta piloto de carnes y pescados.Ministerio de Educación Industrial, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNISUR).

Memoria del Taller-Seminario Aprovechamiento de subproductos de matadero. 1992. UNC- ICTA:

Autores	Título de la conferencia
Alfonso Arenas	Aspectos técnicos y normativos sobre mataderos.
Jairo López	Lavado y vaciado de estómagos e intestinos de bovinos.
Luis Humberto Falla	Alternativas para el manejo de subproductos en el matadero Municipal.
Jorge García	Subproductos derivados del beneficio de animales e importancia de su aprovechamiento.
Alfredo Hernández	Aprovechamiento de residuos sólidos y líquidos.
Luis Londoño	Biotecnología e impacto ambiental.
Erik Onshuus	Obtención de cuajo.
Guillermo Quiroga	Aprovechamiento de subproductos en pequeños mataderos a nivel rural.
Salomón Rodríguez	Criterios para el montaje de una planta subproductos de matadero.

Anexo 3

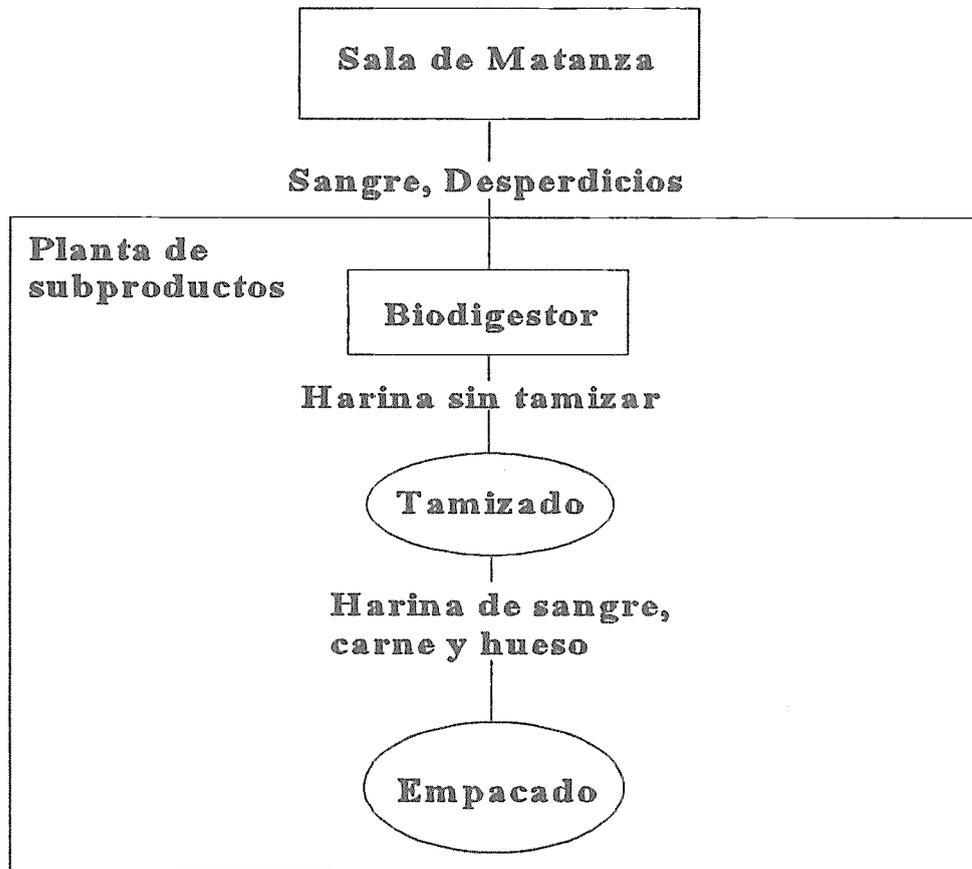
PROCESAMIENTO DE DESECHOS COMESTIBLES DE MATADERO EN COLOMBIA

Los diferentes desechos obtenidos a partir del faenado de animales para el abasto, dadas sus características nutricionales, en muchas partes representa una fuente de nutrientes muy valiosa para la elaboración de alimentos balanceados para animales.

Esta sección se orienta en dar a conocer, en una forma resumida, los principales procesos que se llevan a cabo en Colombia en los mataderos frigoríficos y plantas de subproductos, para la transformación industrial de los desechos comestibles de matadero. Este resumen puede servir de guía para el procesamiento de estos desechos en otros países de América Latina, con un sub-sector cárnico de similares características técnicas a las de Colombia.

Harina de sangre, carne y hueso

Generalmente, la sangre animal es procesada añadiéndole desechos de matanza, que no constituyan peligro para la salud animal y otros desperdicios de tejido animal resultantes de la faena. De este proceso, se obtiene un producto final que se puede denominar harina de sangre, carne y hueso (HSCH), útil en la fabricación de balanceados para la alimentación animal. La cantidad de sangre de un animal corresponde, en promedio, a un 3% de su peso en vivo.

a) Diagrama del Proceso de Harina de Sangre, Carne y Hueso**b) Consideraciones Generales**

Este sistema de obtención de harina de carne y hueso presenta la gran ventaja de que se puede obtener una materia prima de buena calidad de proteína para la industria de los balanceados, aprovechando la sangre y todos aquellos otros desperdicios comestibles de matanza. Este modelo de proceso sirve también para la obtención de la harina mixta de carne y pluma. Solo se utiliza la sangre del ganado vacuno y de aves, puesto que la sangre del ganado porcino se utiliza mayormente en la fabricación de embutidos.

c) Índices de producción

De acuerdo con los índices de producción para este subproducto en Colombia, se pueden obtener aproximadamente 5 Kg de producto final por animal sacrificado. El valor de venta del producto se calcula en base al punto de proteína. Muestras analizadas en Colombia indicaron un contenido en proteínas de la HSC del 73%, lo cual equivale a un valor de US\$0.38 de EE.UU por kilo. Actualmente por animal sacrificado se obtiene en Colombia, un promedio de 12,5 kg de sangre líquida.

d) Mezclas de materias primas, para la obtención de harina de sangre, carne y hueso. Análisis bromatológico del producto obtenido.

A continuación se presentan algunas mezclas recomendadas para el procesamiento de HSCH, utilizadas en las plantas de subproductos en Colombia. El análisis bromatológico corresponde a un promedio de muestras enviadas a laboratorios por diferentes plantas.

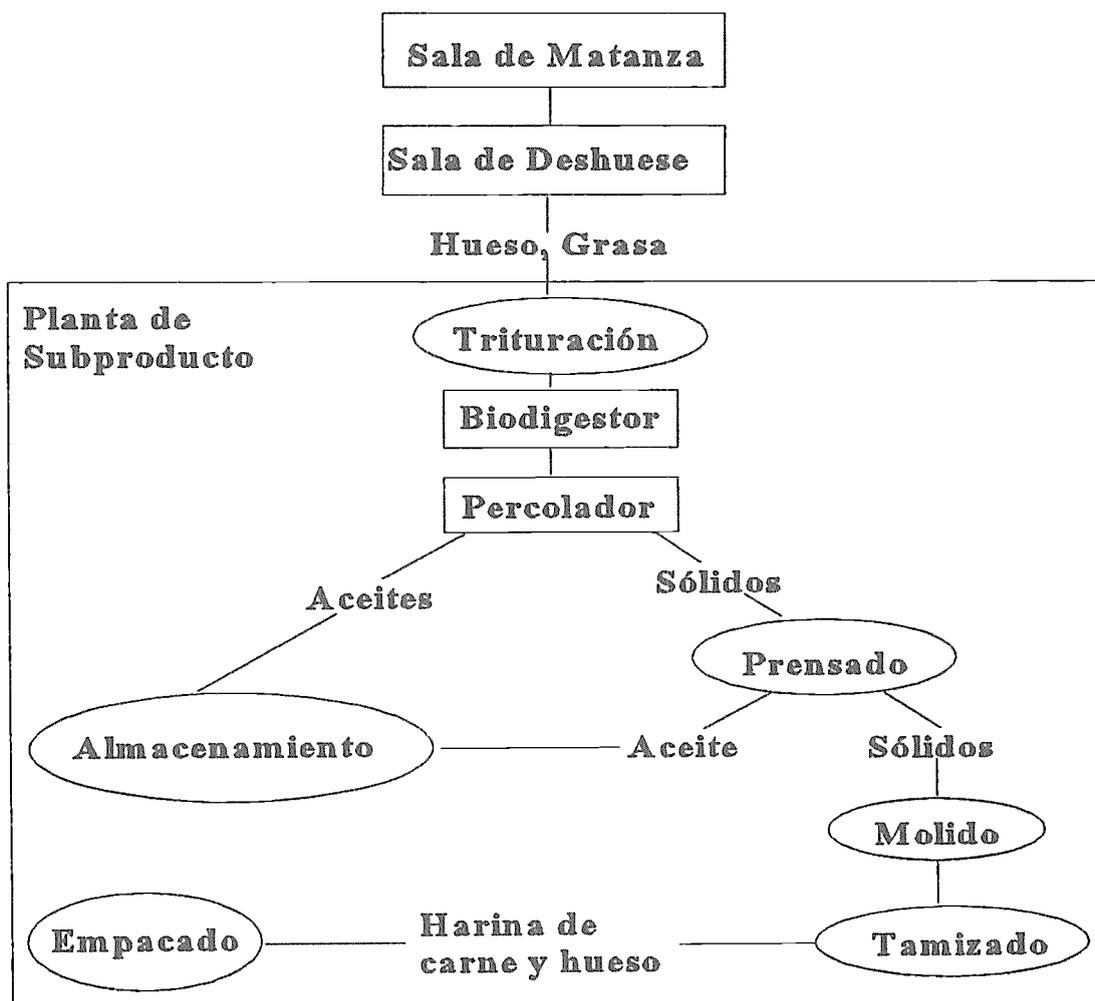
Mezcla	Humedad	Proteína	Fibra	Grasa	Cenizas	Digestibilidad
	(%)					
3,400 l de sangre 200 kg de hueso 250 kg de desperdicio	8.2	77.22	6.42	7.34	6.80	75.50
3,400 l de sangre 200 kg de hueso 300 kg de desperdicio	8.5	70.47	3.04	11.33	6.44	79.21
3,400 l de sangre 250 kg de hueso 350 kg de desperdicio	10.0	72.10	2.47	13.04	7.46	85.60
2,300 l de sangre 200 kg de hueso 250 kg de desperdicio	9.5	73.56	2.07	10.24	5.41	76.00

En Colombia, no se está procesando sangre sin adicionar ningún otro producto por razones de tipo técnico y económico. Este proceso se utiliza para obtener harina de sangre pura y plasma sanguíneo.

Harina de Carne y hueso (HCH)

Es el producto obtenido del procesamiento en conjunto de las grasas y huesos procedentes del desposte de las canales. El sistema de procesamiento sirve igualmente para el proceso de las grasas animales solas, sin adicionar hueso. En algunas fábricas, se acopla al sistema algún tipo comercial de centrífuga, para purificar los aceites y obtener el producto comercial denominado oleoestearina.

a) Diagrama del Proceso de Harina de Carne y Hueso



b) Índices de Producción

- Cantidad promedio de hueso por res al desposte: 35 kg.
- Rendimiento del hueso en aceite: 10%
- Rendimiento del hueso en sólidos: 25%.
- Cantidad promedio de grasa de canal y menudencia: 10.0 kg.
- Rendimiento promedio de grasa en aceite: 50.5%.
- Rendimiento promedio de la grasa en sólidos: 7%.

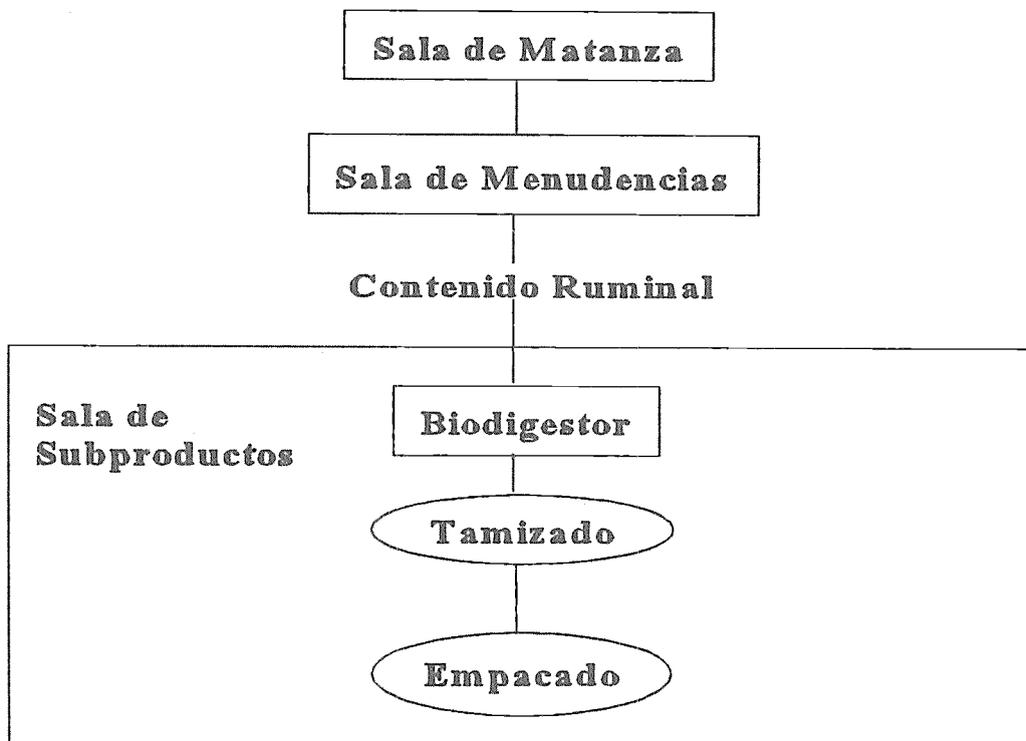
Proceso del contenido ruminal

El contenido ruminal, por los elevados volúmenes producidos en los centros de matanza y por sus características físico-químicas, es una de las mayores fuentes de contaminación ambiental y una alternativa importante de fuente alimenticia para los animales. En la actualidad en Colombia, se están implementando dos procesos para la utilización del contenido ruminal en la alimentación animal, uno industrial para la obtención de un producto final denominado Harina Forrajera (HF) y otro semi-industrial para la fabricación de los denominados bloques nutricionales.

Harina Forrajera (HF) o contenido ruminal seco

El contenido ruminal puede ser procesado en la Planta de Subproductos en forma similar al procesamiento de la sangre (deshidratación), con la diferencia de que en este proceso no se adiciona tipo alguno de desperdicio. El producto obtenido es utilizado en la industria de los piensos balanceados, para ser incluido en la formulación de algunas dietas alimenticias.

a) Diagrama del Proceso



b) Indices de Producción

El contenido ruminal tiene un rendimiento del 10% al ser secado, con una producción promedio por animal al faenado de 25 kg. En Colombia, al contenido ruminal seco en digestor, se le denomina genéricamente como harina forrajera. Su valor actual de venta está en el orden de US\$ 0,09 por kg.

3.2. Bloques nutricionales.

Diversas investigaciones se han realizado acerca del uso de los bloques nutricionales en la nutrición de rumiantes, como suplemento en la alimentación de los mismos. En Colombia se viene experimentando en este tipo de alimentación como una alternativa del uso del contenido ruminal para aquellos mataderos de baja capacidad de matanza, localizados en

regiones con deficiencias nutricionales para los animales. Este suplemento está constituido por una parte fibrosa (contenido ruminal), una base protéica [urea (46,6 % de Nitrógeno no protéico)], una parte energética [melaza (subproducto de la refinación de los líquidos de la caña de azúcar)], una parte mineral [hueso calcinado (30% de calcio y 15% de fósforo) y sales mineralizadas] y un aglutinante [cemento (mezcla de bauxita y caliza) ó cal(Carbonato de calcio)]. Estos compuestos, dependiendo de factores, tales como requerimiento nutricional, consumo óptimo y la disponibilidad de estos ingredientes en la zona de trabajo, varían su proporción en la mezcla.

a) Resumen del proceso.

El contenido ruminal es recolectado en los mataderos y llevado a lugares previamente establecidos, para someterlo a un secado al ambiente. Una vez seco este desecho, se procede a mezclarlo con los otros ingredientes que van a constituir el producto final. En Colombia se han desarrollado tres tipos de bloques, los cuales, varían su composición, de acuerdo con los aglutinantes utilizados. Los ingredientes son mezclados, en cantidades adecuadas, en forma manual o en mezcladoras tradicionales. Posteriormente, esta mezcla es sometida a prensado en recipientes plásticos cónicos, de una capacidad de 10 Kg. Este prensado demora 24 horas, después de los cuales se retiran del molde y se dejan secar durante 15 días en un lugar seco y fresco.

b) Composición básica de los bloques

-	Melaza	50%
-	Urea	7%
-	Sal mineralizada	5%
-	Contenido ruminal	25%
-	Cemento	5%
-	Cal	5%
-	Hueso calcinado	3%

Los bloques sólo pueden utilizar cal o cemento como aglutinantes y en una proporción del 10%.

c) Análisis bromatológico de los bloques nutricionales (%).

Materia seca	Proteína	Humedad	Materia Orgánica	Cenizas
61.08	22.03	38.90	65.74	34.25

d) Consideraciones generales

Pruebas efectuadas en Colombia con bovinos adultos, utilizando los bloques nutricionales como suplemento alimenticio de pastos naturales, demostraron un alto aprovechamiento (digestibilidad) por parte de los rumiantes. Fenómeno explicable por el buen vehículo alimenticio que constituye la melaza y el aporte que esta hace, junto con la urea, en el funcionamiento del rumen a nivel bioquímico y metabólico y, además, por su importante contribución de orden bioquímico y bacteriano del contenido ruminal.

Para Colombia, el valor de un bloque nutricional está del orden de US\$4,62.

OTRAS ALTERNATIVAS DE PROCESO DE LA SANGRE Y EL CONTENIDO RUMINAL

Harina de sangre en sistemas abiertos

En mataderos colombianos de bajo volumen de matanza, se siguen los siguientes pasos para la obtención de harina de sangre en sistemas abiertos:

- Recolección
- Coagulación.
- Prensado.
- Secado.
- Molido y Empacado.

La recolección se efectúa en recipientes de fácil manejo. La sangre es

llevada y depositada en recipientes colocados en hornillos que utilizan carbón de leña o la misma leña como combustible; la sangre se remueve continuamente durante 15 ó 20 minutos hasta obtener una masa homogénea, pero evitando que se quemé.

Posteriormente, la sangre en este estado de empastamiento se coloca en sacos de polipropileno u otro empaque poroso, para que, por acción del prensado mecánico, se comprima hasta extraer la mayor cantidad de líquido presente. Una vez realizado este prensado la sangre se somete a secado al ambiente sobre superficies lisas y en capas delgadas. Una vez que la sangre está seca, se recoge y se muele en molinos tradicionales o molinos de martillo. En zonas con deficiencias en energía eléctrica, se puede pensar en los molinos de tambor. Esta sangre seca se suministra a los animales en forma directa o mezclada con desechos agrícolas.

Sangre y contenido ruminal

En mataderos con volúmenes de matanza de 10 animales por día, la sangre de los animales sacrificados, es sometida a procesos similares a los explicados en el numeral anterior o, en su defecto, se reúne con los demás residuos del matadero, incluyendo el contenido ruminal. La mezcla así obtenida se utiliza para el consumo animal, ya sea en húmedo o sometiéndola a una deshidratación al ambiente.

5. Harina de hueso calcinado o al vapor

En algunas plantas de subproductos o en forma artesanal, los huesos provenientes de las salas de deshuese o de los expendios de carne son sometidos a cocimiento en digestores o marmitas, para extraer los aceites presentes en ellos. Los huesos, una vez procesados, se secan al ambiente y, posteriormente, se someten a molido. A la harina así obtenida se le denomina harina de hueso al vapor.

En otras plantas de subproductos, los huesos frescos y secos se calcinan en hornos industriales u hornillas artesanales. Posteriormente, se muelen y así, se obtiene la denominada harina de hueso calcinado.

Las dos harinas anteriormente señaladas, generalmente se usan generalmente en la fabricación de sales mineralizadas para la alimentación animal.

Anexo 4

VALOR NUTRITIVO DE LOS DESECHOS DE MATADERO EN FORMULACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES

La harina de sangre (HS), la harina de sangre y hueso (HSH), harina de sangre, carne y hueso (HSCH), la harina mixta de carne y pluma (HCM), la harina de plumas (HP), la harina de hueso (HH), harina de pescado (HP), los aceites animales y otros desperdicios de matadero son una alternativa importante para aumentar el rendimiento nutricional en la alimentación animal, en especial, por los altos contenidos protéicos presentes en algunas de ellas. Al mismo tiempo, esta composición permite efectuar diferentes mezclas de desechos de matadero, acorde con las necesidades de cada región y la disponibilidad de uno u otro desecho.

En Colombia y otros países, la recuperación de estos desechos de matadero y su transformación industrial se han constituido en una fuente confiable de suministro de materias primas utilizadas en la elaboración de alimentos balanceados para animales.

El conocimiento de las características físico-químicas de los desechos de matadero es fundamental para su utilización en la alimentación animal. En la Tabla 11, se presenta un resumen de la composición bromatológica de los principales desechos comestibles de matanza, obtenida de análisis efectuados a las partes de los órganos de ganados vacuno y porcino, enviadas a laboratorios por frigoríficos colombianos.

En la Tabla 12 de este anexo, se presenta un estudio comparativo de las proteínas animales presentes en los desechos de matadero y las proteínas vegetales presentes en la harina de soya (HSy) y la harina de gluten de maíz (HGM). Igualmente, en la Tabla 13, se presenta la composición nutritiva de algunos suplementos protéicos, en la cual se reportan los principales indicadores de estas materias primas.

Tabla 11. Análisis bromatológico efectuados en Colombia de los principales desechos de matadero

Desecho	Humedad %	Proteína %	Grasa %	Fibra %	Ceniza %
Carne bovina	53.61	20.48	23.47	0.07	0.99
Hueso fresco bovino	11.39	19.09	1.22	6.16	61.87
Hígado	75.15	19.56	3.62	0.06	0.98
Corazón	79.57	16.19	2.56	0.11	0.98
Pulmones	80.10	15.59	1.47	0.88	0.92
Tráquea	62.19	22.49	11.43	0.44	0.77
Esófago	71.72	16.54	10.52	0.28	0.80
Diafragma	73.99	17.47	6.37	0.27	0.70
Rumen y omaso de bovino	80.31	13.60	3.33	0.27	1.36
Abomaso de bovino	72.12	13.98	10.08	0.32	0.60
Intestino delgado	73.87	14.40	10.39	0.09	0.72
Intestino grueso	76.94	11.48	10.10	0.08	0.65
Riñones	78.87	13.59	5.71	0.15	1.30
Contenido ruminal	85.00	9.60	2.84	27.06	--
Orejas de bovino	70,0	24.60	0.6	1.65	0.64
Bazo de bovino	79.09	16.91	0.89	0.54	1.37
Encéfalo	78.22	9.80	9.94	0.09	1.10
Grasa de bovino	18.76	3.48	77.38	0.06	0.24
Cuerno de bovino	14.21	79.10	2.04	0.70	2.08
Mesenterio bovino	18.44	2.41	77.68	0.24	0.25
Casco bovino	37.97	58.07	2.69	0.45	0.79
Lengua	77.99	1.77	0.58	0.28	1.27
Pelo de cerdo	61.99	35.98	1.29	0.97	0.13
Estómago de cerdo	74.53	14.01	10.07	0.44	0.39
Pata de bovino	69.7	28.20	1.40	--	0.70
Ubre de bovino	64.90	28.20	1.40	--	1.00
Utero de bovino	81.00	14.60	4.10	--	0.30
Pata de cerdo	57.00	20.20	22.00	--	0.80
Desechos de matadero de pollo	69.00	42.00	42.00	--	1.50

Fuente: Frigorífico Guadalupe S.A., Santafé de Bogotá D.C. 1994

Tabla 12. Tabla comparativo de proteínas animales y vegetales

	HCH	HSP	HS	HSy	HGM
E. Metabol. (Mcal/Kg.)	2.4	3.3	3.4	2.5	3.5
Proteína cruda (%)	50.4	65.0	78.9	48.5	60.0
Grasas (%)	8.6	13.0	1.0	1.0	1.0
Humedad (%)	7.0	7.0	7.0	10.0	12.0
Calcio (%)	10.1	3.0	0.3	0.27	0.16
Fósforo disp. (%)	5.0	1.7	0.25	0.20	0.51
Digestibilidad (%)	91.8	90.0	95.5	90.0	--
AMINOACIDOS (%)					
Arginina	3.6	4.0	3.8	3.7	1.4
Lisina	2.6	2.7	8.9	3.1	1.8
Metionina	0.7	1.0	1.5	0.7	1.9
Cistina	0.3	0.7	1.5	0.7	0.6
Met. + Cist.	1.0	1.7	3.0	1.4	--
Triptófano	3.0	0.5	1.1	0.7	0.2

Fuente: COLPROAS.

Como se mencionó en la sección 3, en Colombia, los diferentes desechos de matadero se suministran directamente a los animales o se mezclan entre sí, para someterlos a variados procesos industriales. De esta transformación resulta una serie de productos que son utilizados como materias primas en la elaboración de alimentos balanceados para la alimentación animal.

En las Tablas 14, 15 y 16, se presentan los análisis bromatológicos de los principales productos obtenidos del proceso de los desechos comestibles de matadero en Colombia.

Tabla 13. Composición nutritiva de suplementos proteícos

	HCH	HSP	HS	HP	Hsy
E.M (Mcal/Kg)	2.4	3.3	3.4	2.8	2.5
Proteína total (%)	50.4	50.0	88.9	60.5	48.6
Grasa (%)	8.6	13.0	1.0	9.4	1.0
Calcio (%)	10.1	3.0	0.3	5.0	0.27
Fósforo disp. (%)	5.0	1.7	0.25	2.8	0.2
Cenizas (%)	28.6	16.0	4.8	19.1	6.0
Sodio (%)	0.72	0.40	0.33	0.41	0.03
Selenio (mg/Kg)	0.25	0.75	--	2.1	0.1
Zinc (mg/Kg)	3.0	120.0	3.6	147.0	45.0
Colina (g/Kg)	1.99	5.95	0.28	3.06	2.73
Niacina (mg/Kg)	46.0	40.0	13.0	55.0	22.0
Ac. Pant.(mg/Kg)	4.1	12.0	5.0	9.0	15.0
Riboflav.(mg/Kg)	0.4	4.4	1.3	4.9	2.9
Vit. B12 (mg/K)	0.07	0.3	0.04	0.1	--
Arginina (%)	3.62	4.11	3.80	3.79	3.68
Histidina (%)	0.9	1.5	5.26	1.46	1.32
Isoleucina (%)	1.4	2.0	0.88	2.85	2.57
Leucina (%)	2.8	3.7	11.8	4.50	3.82
Lisina (%)	2.6	2.7	8.85	4.83	3.18
Metionina (%)	0.65	1.00	0.75	1.78	0.72
Met.+ Cist. (%)	1.14	1.69	1.61	2.3	1.45
Fenilalanin.(%)	1.50	2.00	6.55	2.48	2.11
Fen. + Tir. (%)	2.26	2.54	9.04	4.46	4.12

Fuente: COLPROAS.

Tabla 14. Análisis bromatológico de la harina de sangre, carne y hueso

E.M. Kcal/kg	Proteína Total %	Grasa %	Humedad %	Ca %	P %	Digestibilidad %
2,444	50.4	8.6	7.0	10.0	5.0	91.8

ACINCA. Valores promedio de muestras analizadas durante el primer semestre de 1994.

Tabla 15. Análisis bromatológico de la harina mixta de carne y pluma

Proteína Total %	Humedad %	Grasa %	Humedad %	Cenizas %
52.0	10.0	13.0	10.0	16.0

ACINCA. Valores promedios de muestras analizadas durante el primer semestre de 1994.

Tabla 16. Análisis bromatológico de la harina forrajera (HF).

Proteína Total %	Humedad %	Fibra %	Grasa %
9-13	8-9	23-27	2-3

Fuente: Frigorífico Guadalupe S.A. Santafé de Bogotá D.C. 1994

Capítulo 8

Uso de los Desechos de Origen Animal en México

Gerardo Salazar Gutiérrez y José A. Cuarón Ibarquengoytia
CENIFMA-INIFAP,
Querétaro, México

ANTECEDENTES

En ésta discusión, los desechos pecuarios se consideran en primer lugar como alimentos potenciales. Para entender la situación actual y, sobre todo, las posibilidades para el desarrollo en el uso de éstos ingredientes alternos en la alimentación animal en México, es necesario mencionar primero algunos aspectos de carácter general:

- En promedio, México importa el 40 % de los granos de cereales y el 60 % de las oleaginosas que consume.
- Las políticas de abasto popular han sido de una consistente protección al consumidor directo de granos. Esto, aunado a la insuficiencia de la cosecha nacional, ha encarecido el costo de los insumos primarios para la producción animal intensiva. Por lo tanto y en un sentido práctico, el subsidio como elemento para el desarrollo, no se ha aplicado*.
- Los patrones de consumo de alimentos y de otros satisfactores se modifican rápidamente dado el cambio de una sociedad rural a una urbana-industrial. Con ésto viene el crecimiento en la diversidad de la demanda y el cambio a los sistemas masivos de abasto.

* En varios foros se ha concluido que los subsidios a la producción no deben ser directos (sobre los bienes de consumo) porque se crea dependencia. Para promover el desarrollo, la práctica de subsidiar la adopción de tecnología es más apropiada.

- En consecuencia de los puntos anteriores, la producción animal intensiva ha resultado en una gran dependencia del capital, en donde los esquemas de producción se han supeditado a bienes tecnológicos del extranjero.

En la producción de animal, dependiendo de los sistemas de producción de los que se trate, los costos por concepto de alimentación representan entre el 67 y el 83 % del total. La mayor o menor dependencia por éstos costos es consecuencia de la intensidad de producción y del costo relativo de los alimentos: a igual producción, alimentos más baratos siempre resultan en una mayor eficiencia económica, pero los alimentos más baratos no son siempre la mejor opción.

OPORTUNIDADES PARA EL USO DE ALIMENTOS ALTERNOS

Lo primero que se requiere para el uso de un ingrediente es su presencia en el mercado, luego, que su calidad y precio permitan su inserción en un programa de alimentación y, finalmente, que la inclusión del alimento sea posible física y técnicamente.

Por otro lado, un mayor universo de ingredientes para la fabricación de alimentos para animales facilita su combinación para elicitar una mejor respuesta productiva, dados sus valores de complementación. Además de que la diversidad de la oferta actúa efectivamente para regular mercados: Sin embargo, en México, la realidad es que:

- A excepción del sorgo y la pasta de soya, NO hay otros ingredientes en cantidad suficiente y constante en el mercado.
- Pocas de las alternativas al sorgo y la pasta de soya que llegan a ofertarse en el mercado satisfacen los requisitos de calidad y precio.
- El uso de muchos ingredientes se pierde porque la capacidad de captación, transporte, almacenamiento y proceso es casi inexistente.
- El uso de ingredientes alternos es pobre porque el manejo del conocimiento en el medio, cuando existe, se limita a su inclusión en sustitución de otros como objetivo y no para aprovechar sus características intrínsecas como alimento (aún cuando esta información exista).

Hay en México un gran número de ingredientes alimenticios que se han

estudiado, muchos de ellos son desechos pecuarios; por citar algunos, sangre, vísceras, carne, hueso, plumas, pieles y faneras. Su uso rutinario en la actualidad es casi siempre en la forma de harinas. Otros, como la mortalidad de granjas avícolas, se han destinado crudos a la alimentación de cerdos, pero se han ensayado ya los "ensilajes" o preservación e hidrolizado en un medio ácido. Mejoras en el proceso de deshidratación han dado lugar a harinas de sangre o plasmas sanguíneos de estupenda calidad, cuyo valor nutritivo sustituye el uso de lácteos en la alimentación de lechones.

Visto así, el universo de ingredientes es enorme y hacer un relato de sus características nutritivas o de oportunidad en el mercado rebasaría la intención de éste trabajo.

Sin embargo, la mayoría de éstos ingredientes no son parte de la rutina mayoritaria en la alimentación animal y la respuesta, en la mayoría de los casos, se relaciona con aspectos del abasto o con cuestiones de mercado. Se parte de la premisa de que la inclusión de éstos ingredientes es técnicamente factible, de hecho existe suficiente información sobre sus características químico-nutritivas. Solo en la revista Técnica Pecuaria en México (en casi 30 años), se han publicado resultados de investigación con más de 90 diferentes ingredientes para la alimentación animal y un compendio con análisis proximales de más de 250 alimentos usados en la nutrición animal; existen además, cientos de tesis de licenciatura y de postgrado sobre el tema en particular.

En consecuencia, hay una gran diversidad de alimentos, mismos que son desperdiciados por la poca flexibilidad de la industria pecuaria para su uso y por la falta de una promoción adecuada a las necesidades de la producción animal intensiva moderna. Su uso, depende entonces de los siguientes factores:

- La difusión de los conocimientos existentes y el serio compromiso de los especialistas en alimentación animal de aprovechar los recursos locales que den una ventaja a la producción.
- Debe considerarse la necesidad de identificar mercados y criterios de formulación regionales: existen nichos ecológicos, climáticos y económicos que impiden la generalización de uso de muchos ingredientes, pero que darían pie a la creación de sistemas particulares de producción que saquen ventaja de los recursos locales.

- Es necesaria la creación de infraestructura para la captación, almacenamiento y proceso de los ingredientes.
- Es indispensable el desarrollo de proveedores que aseguren la presencia y continuidad de los ingredientes en el mercado.
- Debe apoyarse con el establecimiento y vigilancia (en calidad de los ingredientes) de los procedimientos de compra y de la información de mercados para la identificación de opciones.

VALOR DE LOS ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL

La mayor riqueza de los ingredientes alimenticios derivados de las actividades pecuarias es sin duda la proteína. Mientras más se acerque en la escala biológica una especie a otra, de mayor calidad será la proteína de la primera para la segunda. Sin embargo, por su carácter perecedero, los subproductos pecuarios requieren de un proceso antes de ser usados y éste puede afectar la disponibilidad de sus amino ácidos, la calidad de la proteína, de manera tal, que una condición *sine qua non* para el uso de derivados pecuarios es la estimación de su calidad.

En un ejemplo (anexo 2) cuando se estimó la disponibilidad de lisina (78%) en una muestra de harina de carne y hueso, su precio de oportunidad fue del 88% de el de la pasta de soya, aún cuando su contenido de proteína fue 16% mayor y la completa sustitución de la soya originó mermas en la capacidad de producción de los cerdos, aún cuando se igualara el contenido de lisina disponible y se mantuviera igual la energía.

El uso de amino ácidos cristalinos es una posibilidad que en México se explota con frecuencia. En el mercado hay disponibles a nivel comercial y grado alimenticio L-Lisina.HCl, L-Treonina y DL-Metionina (y sus análogos). Estos amino ácidos son usados para mejorar la calidad de proteína de los suplementos (por la adición sus amino ácidos limitantes), lo que da entrada en formulación a muchas alternativas, o bien para reducir la cantidad de proteína de la ración cubriendo las deficiencias. En el menor de los casos, la suplementación con amino ácidos cristalinos se ha usado para inducir mayor rendimiento magro que resulte en aumentos de la eficiencia alimenticia.

Otras consideraciones incluyen a la interacción del animal con el alimento y el medio: gustocidad y capacidad física de consumo, digestibilidad y metabolización de los nutrientes, producción de calor,

demandas en función del potencial productivo y de las curvas de deposición de tejidos.

En un contexto de producción, un ingrediente puede modificar la respuesta del animal en su interacción con el medio, por ejemplo, la temperatura y la humedad ambientales modifican el consumo voluntario de alimento: las grasas pueden ayudar a prevenir los efectos de las altas temperaturas (y los forrajes empeorarlos); el uso de un alimento en particular puede demeritar la calidad de la canal (e.g., produciendo grasa blanda) o bien, con la correcta formulación, favorecer la síntesis de proteína. Por lo que en la evaluación de un alimento, más que a los niveles de inclusión, se debe atender a los efectos que su uso provoque, reconociendo que el valor del ingrediente está en función de su costo de oportunidad, que nace del valor nutritivo del mismo, en su complementación con el resto de los alimentos en la formulación y con la respuesta del animal.

La sustitución de ingredientes caros o escasos, debe hacerse con el razonamiento numérico de los ingredientes alternos que se incluyan; cuando se trabaja con reglas absolutas respecto a un nivel de inclusión, bien pueden generarse ineficiencias que redunden en un mayor gasto del ingrediente del que se pretende ahorrar, entonces, el mejor valor de sustitución está en la obtención de la mayor redituabilidad. En el último de los casos, los excedentes permitirán la adquisición de los elementos limitantes. Obviamente, el ingrediente más caro será el que no pueda ser adquirido, por lo que la pérdida de eficiencia es necesaria cuando hay huecos en la oferta.

El costo de los ingredientes ha forzado a los productores pecuarios a poner más atención a las opciones alternas; en muchos casos, llegan a actuar como agentes del desarrollo de la infraestructura para aprovechar algún elemento. Se reconoce con esto, que la dependencia por el capital será mayor y que éste es uno de los factores que puede limitar la actividad.

El desarrollo de las ganaderías a nivel rural familiar y de pequeña escala, que dependen de los mercados regionales y por lo tanto de los ingredientes locales, dan lugar a la aplicación de tecnología orientada a la creación de sistemas de alimentación que los sustenten, pero con esto se ha fomentado una integración empresarial, por lo que el productor para el autoconsumo en México tiende a desaparecer. El lugar entonces de éstos

productores está en los nichos del abasto a la región o la generación de productos especializados como la "cochinita" de Yucatán.

ALTERNATIVAS PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL
Si se acepta que los residuos de matadero, lecherías y otros centros de proceso de los productos pecuarios son reciclables en su totalidad, queda el mayor potencial contaminante en las heces y aguas residuales. Sin embargo, los estiércoles son una realidad en la alimentación de las especies rumiantes dando lugar, por ejemplo con las gallinazas o pollinazas, a sistemas particulares de producción bien difundidos. Otros estiércoles, por el contenido de agua no han sido tan bien aceptados, pero las presiones de carácter ambiental están dando lugar a la creación de subsistemas de producción, como por ejemplo, la engorda intensiva de ganado con excretas de cerdo (crudas, secadas al sol o ensiladas).

Definición del Problema

En lo general, se califica a un residuo de la producción animal como contaminante cuando hay conciencia social al respecto y cuando la legislación así lo indica, sin que haya necesariamente un criterio razonable de cultura o tecnología ecológica que respalde la opinión popular.

La contaminación ambiental generada por los animales existe y es consecuencia de las prácticas intensivas de explotación. Este problema gana importancia con el crecimiento de las unidades de producción y el aumento en la densidad de la población animal. Algunos de los factores que han influido para que los residuos de la producción animal, contaminen incluyen: la disponibilidad de tierra, de la fuerza laboral, la cultura tecnológica del productor y muy importantemente, la cercanía a los asentamientos humanos, ya que la actitud y la opinión pública han jugado un papel determinante en México para la definición de los desechos como un problema de contaminación.

Los desechos de las explotaciones pecuarias incluyen las excretas fecales y urinarias, desperdicios de alimento y las aguas de lavado más las pérdidas involuntarias de ésta y otros materiales como pajas y aserrines usados como "cama". Por lo tanto, los potenciales contaminantes, producto de la explotación animal, son todos de origen orgánico. Otros, cuando existen, se derivan de una actividad humana poco escrupulosa, por ejemplo, la dosificación excesiva de antibióticos y otras drogas, algunos

metales, insecticidas, desinfectantes y detergentes, por lo que no son materia de éste escrito.

El carácter orgánico de los desechos pecuarios permite que éstos se puedan incorporar a las cadenas y ciclos del nitrógeno y del carbono en la naturaleza, por lo que, bien usados constituyen una fuente potencial de riqueza. Por lo tanto, los desechos de las explotaciones pecuarias impactarán en el medio en función del enriquecimiento de éste con sus elementos constitutivos, notablemente, por su composición: Nitrógeno (N), algunos elementos minerales, como Fósforo (P) y Potasio (K) y la Demanda de Oxígeno relacionada al contenido de materia orgánica. Los excesos vertidos al medio provocarán un desequilibrio y éste contaminación.

Dependiendo de las especies animales y de los sistemas de producción de que se trate, los desperdicios podrán tener un contenido variable de agua, incluso hasta ser francamente líquidos, pero bien puede distinguirse la fracción sólida ya sea como el total de los sólidos suspendidos (TSS), que son las porciones filtrables o recuperables, o bien como el total los disueltos (TSD); la suma de ambas fracciones se denomina como sólidos totales (SST), misma que se determina al calcular, por unidad de volumen, los sólidos remanentes a la evaporación completa del agua (e.g., 100 C / 24 h).

La fracción sólida además se puede expresar como el total de sólidos inorgánicos (TSI: el remanente de la combustión a 550 C) y, por diferencia con el original, el total de los orgánicos (TSO). El TSO se pueden calcular alternativamente al determinar el contenido de carbono orgánico o estimar por la demanda química de oxígeno (DQO).

En general, el manejo de los desechos sólidos no representa un problema real en México, ya que, como se presentarán las alternativas posteriormente, la disponibilidad de tierra con demanda de fertilizantes y la posibilidad de reciclar las excretas en la alimentación animal dan la oportunidad para el control. El éxito en el uso de los sólidos radica en no desequilibrar al medio al que sean vertidos (tierra o producción animal), lo que exige el conocimiento de la composición de las excretas y del medio receptor.

El agua (o la porción líquida de los desechos), requiere de consideraciones particulares, aparte de las descargas de sólidos al medio,

fundamentalmente porque de la presencia de la materia orgánica se deriva mucho del potencial contaminante. Los contaminantes en el agua se miden rutinariamente en función de los sólidos contenidos. Sin embargo, excepto en el agua potable, los sólidos totales no son un estándar de evaluación, prefiriéndose el TSD, que no deben rebasar los 5,000 mg/l (aún cuando se prefieren menos de 500 mg/l). Para evaluar el impacto contaminante de las actividades pecuarias, debe primero tomarse en cuenta el TSD en el agua que ingresó a la explotación, ya que en la naturaleza, el rango normal del TSD va de 25 a 300,000 mg/l.

El oxígeno disuelto, es un importante parámetro de calidad del agua, en el que incrementos en la temperatura y el contenido de cloro tienden a disminuir su concentración. En aguas en las que el contenido de materia orgánica es alta, el oxígeno disuelto debe medirse por medio de electrodos de membrana y no por métodos iodométricos.

Las aguas de desecho crean una demanda de oxígeno, misma que debe ser satisfecha por el oxígeno disuelto en los cuerpos receptores de agua, de lo contrario se romperá el balance biológico. Si la carga orgánica arrojada está por debajo de la capacidad de asimilación del agua receptora, entonces se mantendrán las condiciones aeróbicas requeridas por la flora y fauna normal; si se excede, entonces habrá una excesiva proliferación bacteriana que consumirá el oxígeno, creando condiciones de anaerobiosis.

Aguas de buena calidad deben poder soportar la vida y, por ejemplo, en peces esto se da con un contenido mínimo de 1 mg/l de oxígeno disuelto (para algunas carpas), pero lo deseable se ha establecido en 5 mg/l o más.

Concluyendo que lo más difícil e impactante al medio está en la contaminación del agua, por lo que el primer paso para el control deba ser la recuperación de los sólidos (e.g., dilución de los contaminantes en el agua usada).

LOS ESTIÉRCOLES EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Como alternativa no contaminante, las excretas excedentes a las necesidades de fertilización de los suelos, se han destinado directamente a la producción de alimentos de consumo animal pero, en principio, el reciclaje de estiércol no llega a solucionar del todo el potencial contaminante, ya que la especie objeto del reciclaje generará a su vez desechos.

El uso de las excretas de los animales en la realimentación, obedece

principalmente a su elevado contenido de materia mineral y de nitrógeno, el que representa su mayor riqueza, aunque cuentan con una pobre concentración de energía.

En general, el nitrógeno se concentra en mayor cantidad en las heces de aves, seguido por las de los cerdos y las de bovinos; las diferencias obedecen a la actividad digestiva y metabólica, así como a la composición de sus dietas, pero hay variaciones en función del tipo de materiales con que se mezclen, de los sistemas de alojamiento y del manejo de los animales, así como los de recuperación y almacenado de los desechos. Lo que es indudable es que las excretas tienen el potencial de ser una fuente de riqueza si se les considera, no como un desecho, sino como una materia prima disponible todo el año para su reciclaje en la alimentación.

En el caso de las aves domésticas en el mercado mexicano se aceptan de dos tipos de productos: la pollinaza y la gallinaza, cuyo uso se ha logrado consolidar en un sistema de producción partiendo de la alimentación de ovinos y bovinos para ceba. Esto quizá obedece a su baja humedad, que las hace de fácil manejo. Actualmente, se recicla una gran parte de las excretas avícolas, por ejemplo, en algunos estados del centro de la República, se estima que cerca del 90% de las excretas se usan en la engorda de rumiantes alcanzando precios cercanos a los de los granos de cereales. En muchos casos, han llegado a incluirse en la dieta de rumiantes como el ingrediente mayoritario, aún mezclados con granos y (o) melaza; calcinados, estos desechos se han utilizado como fuentes muy disponibles de calcio y fósforo. Sin embargo, particularmente debido a un reciente brote de influenza aviar, por disposiciones oficiales de orden sanitario, en México se restringe la movilización de las excretas de aves entre regiones, recomendándose un tratamiento térmico previo al transporte, aún en un mismo estado.

Por su gran disponibilidad, las excretas de cerdo están cobrando relevancia en la engorda de rumiantes, ya como una actividad secundaria a la cría de cerdos, ligada al manejo de los estiércoles en la misma granja, o bien, como un producto exportado a las engordas intensivas de ganado.

El reciclaje de heces, o sólidos recuperados, de cerdos es una buena opción de control de la contaminación, ya que las excretas de rumiantes tienen un menor valor contaminante al provocar una menor demanda química y biológica de oxígeno, o por su menor densidad de nitrógeno,

fósforo y otros elementos minerales.

Para el uso de las excretas de cerdos, se ha encontrado que, en el 80% de las explotaciones porcinas en México, se limpian los corrales con un sistema tradicional de barrido y arrastre, lo que facilita la recuperación de los sólidos para la alimentación; en cambio, en instalaciones más modernas, con pisos de rejillas, se tiene que recurrir a mecanismos de separación de la fase sólida y acuosa de los desechos.

La cantidad de residuos recuperables influye importantemente en el potencial contaminante. En ocasiones, la población animal se concentra en áreas muy pequeñas, por ejemplo, en la zona porcícola de La Piedad, en una superficie de 250,000 ha, hay más de un millón de cabezas, mismas que producen anualmente un cuarto de millón de toneladas de estiércol. Sin embargo, la concentración posibilita también su económico destino a las engordas intensivas de rumiantes. Otro ejemplo es la región de los Altos de Jalisco, en la que, además de ser una zona con una alta producción de cerdos, se tiene una alta densidad de aves y ganado bovino; el reciclaje de excretas entre especies ocupa un lugar importante en la economía de los sistemas de producción.

Por otro lado, el porcicultor que utiliza el reciclaje de excretas, en la realimentación de los cerdos, tiene la idea de que con esta práctica se ahorra alimento. Sin embargo, éste es un concepto discutible, ya que si se toma en cuenta el valor nutritivo de las excretas y los días en que los cerdos llegan al peso de mercado, la práctica es ineficiente. Respecto a esto, se ha determinado que al realimentar las excretas (aún fermentadas) a los cerdos hay una reducción de la digestibilidad de la materia seca y de sus componentes, no solo por efecto directo de ésta, sino además, por un fenómeno de digestibilidad asociativa que empeora el uso de los otros ingredientes, por lo que se recomienda siempre su reciclaje cruzado con otras especies, típicamente los rumiantes.

Como se mencionó, bien se conoce el peligro potencial que los microorganismos patógenos en el estiércol, por lo que en la actualidad se acepta la necesidad de procesarlo antes de que este sea usado en la alimentación animal. Para convertir el estiércol de un ingrediente alimenticio, mejorando sus propiedades de manejo y alimenticias, se han ideado tratamientos físicos, químicos y biológicos.

Los tratamientos físicos incluyen la separación sólido-líquido para recuperar el alimento no digerido. Las diferencias en la composición

química de las excretas, por el sistema de recuperación, radica particularmente en el contenido de proteína cruda ($N \times 6.25$). La recuperación mecánica demanda menos mano de obra y es común en zonas con uso abundante del agua, pero es posible que el costo adicional, por concepto del tratamiento del agua residual, haga necesaria en México la reflexión sobre su conveniencia; además, como se muestra a continuación, la separación mecánica de los sólidos origina pérdidas de nitrógeno y minerales, que son los que le dan el mayor valor.

ALGUNOS COMPONENTES QUÍMICOS DE LAS EXCRETAS DE CERDO PRODUCTO DE DOS SISTEMAS DE RECUPERACIÓN

Componente (Base Seca)	Colección Manual	Sólidos Recuperados
Humedad %	50	28.35
Proteína Cruda %	23.98	11.85
Grasa Cruda %	7.17	6.80
Fibra Cruda %	7.1	6.75
Cenizas %	12.58	16.90
Ca %	2.23	2.05
P %	1.36	1.27

La deshidratación al sol para lograr un producto seco que pueda ser almacenado se ha ido descartando, primero por la demanda de espacio para su secado y luego, porque las pérdidas de nitrógeno son altas (35-40%) y porque la eliminación de patógenos puede no ser completa. Este sistema es usado con éxito en zonas áridas y semiáridas, en donde la baja precipitación pluvial permite usarlo todo el año. Con el secado artificial, el problema es que el equipo y la energía son de muy alto costo, mientras que el valor agregado que se logra es mínimo.

Los tratamientos químicos incluyen el mezclado de bactericidas biodegradables y el uso de solventes para extraer la proteína, pero los reactivos son caros y difíciles de manejar; hay alternativas de origen enzimático, pero no se han usado comercialmente.

Los tratamientos biológicos incluyen el ensilaje para preservar los

nutrientes, y la fermentación microbiológica aeróbica o anaeróbica para el uso del nitrógeno no protéico, en su transformación a proteína unicelular (microbiana), que puede ser mejor usada por el animal. Estos procedimientos se han ideado, por un lado, para buscar un método económico en el que la pérdida de nutrientes sea la menor posible o, incluso, se induzca un aumento en su digestibilidad.

Se ha mencionado que, para decidirse por la implementación de cualquier método de proceso, debe considerarse la compatibilidad con el clima de la localidad, el tipo de instalaciones de la explotación y el sistema de alimentación. El manejo y uso de las excretas animales debe integrarse al sistema de producción pecuario que las origina y debe, a su vez, estar respondiendo a nueva proyección de la explotación y es que no hay manejo, por simple que sea, que pueda adaptarse a todos los sistemas de producción. Cada explotación debe considerar la ventajas y desventajas de cada opción de proceso.

Es clara la necesidad del proceso de las excretas, para lo que se deben de considerar algunos puntos en referencia al objetivo de implantar un sistema en particular:

CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN SISTEMA DE MANEJO DE EXCRETAS

- a) Que permita un aseo adecuado.
- b) Que facilite la remoción del estiércol.
- c) Que consuma poca agua.
- d) Que demande poca mano de obra.
- e) Que conserve las propiedades nutritivas.
- f) Que facilite el almacenado suficiente.
- g) Que suprima la emisión de olores ofensivos.
- h) Que permita el tratamiento adecuado al tipo producto a obtener.
- j) Que elimine patógenos.

Respecto al tratamiento en lagunas de oxidación, el proceso es correcto cuando el uso de agua es abundante y se tiene superficie suficiente. El completo control de los olores requiere de una fermentación aeróbica, que puede requerir de aereadores mecánicos y un constante monitoreo que estime el grado de oxidación del material; esto hace que sus costos de operación sean altos y que la eficiencia de uso de la energía disminuya

sensiblemente. Este sistema generalmente va apareado a la separación sólido-líquido con la intención de reutilizar el agua en la limpieza de las instalaciones. En éste caso el tratamiento químico parece ser el más indicado para recircular el agua de inmediato, los olores pueden controlarse, pero se demanda equipos y reactivos aún caros y no siempre disponibles.

Necesariamente se tienen que considerar al estiércol y al agua asociada como dos recursos independientes que, al mezclarse, se afectan negativamente: los sólidos disminuyen la calidad del agua y, necesariamente, tiene que recibir un tratamiento para poder reintegrarse al medio; el estiércol pierde valor nutritivo, por la dilución acuosa, o por el arrastre de materia en solución, por ejemplo, hasta el 50% del N es arrastrado en la fracción líquida al momento de la separación sólido-líquido (cuadro previo).

Como práctico y conveniente económicamente, el ensilaje ha resultado ser el método más prometedor cuando se pretende recircular las excretas como alimento.

Una de las ventajas de los ensilajes es que, al buscar el reciclaje de la materia orgánica, con éste proceso se libera a las aguas residuales de la granja de la materia orgánica, mejorando así su calidad biológica, o bien, dependiendo de los sistemas de limpieza y recuperación, se puede incluso incorporar, al menos en parte, a las aguas al ensilado.

Por la pobreza energética de las heces, se requiere de adicionar, al ensilar, una fuente de azúcares de fácil degradación para inducir el proceso. El método es muy sencillo de operar, conserva y potencialmente puede modificar los nutrientes de las excretas. Al respecto, se parte del principio de reducir el pH de la mezcla hasta 5, o menos, por acción de bacterias acidificantes que fermenten los hidratos de carbono (aditivos obligados). El crecimiento bacteriano aumenta la cantidad de proteína verdadera y el producto final es rico en ácido láctico y otros orgánicos; con ésto, se disminuye el mal olor y se logra eliminar a los patógenos potenciales (coliformes, shigella, clostridios y salmonelas).

La opción de fuentes de hidratos de carbono es de aquellos de alta fermentabilidad y de uso común en las explotaciones, además de que puedan estar disponibles todo el año, como es el caso de los granos molidos de cereales (que pueden incluirse en un 10%) o de la melaza de

caña, la que puede incluirse en un 3% o más. Las mezclas con melaza de caña alcanzan un pH de 4.5 mas rápidamente, de 3 a 5 días, y las mezclas con grano molido, tienen la ventaja de añadir proteína verdadera. La mezcla de grano molido y melaza con las excretas es la mejor opción ya que se aprovechan los efectos de ambos aditivos y se logra, por las diferencias en solubilidad, dar continuidad a la fermentación de la mezcla. Además ambos ayudan a regular el contenido de agua: la humedad idónea al ensilar los materiales es de al rededor del 60% (las fuentes de hidratos de carbono actúan para reducir el agua de la mezcla). De ser necesario, se podrán agregar esquilmos agrícolas (pajas y rastrojos) que fijen el agua de las excretas y le den mejor consistencia al ensilado.

Ahora bien, conviene subrayar la necesidad de exponer al total de la masa de excretas a ensilar a los hidratos de carbono, lo que bien se logra con un mezclado ligero a pala, o con mezcladoras implementadas con un tambor de 200 litros, como ya se realiza en algunas granjas. El silo (recipiente) para la mezcla de estiércol variará dependiendo del tamaño de la explotación y de sus recursos, bien puede ser uno convencional (de trinchera) de mampostería, o cualquier otro contenedor; el límite de capacidad de los silos debe calcularse con a la cantidad de estiércol que se recupere y con la tasa de extracción para su uso en la alimentación; es recomendable hacerlo disponible diariamente.

En consecuencia el valor de las excretas y sus "aditivos" al ensilar deben seguirse muy de cerca y cada explotación tendrá su mezcla óptima.

Algunos resultados de alimentación con ensilajes de heces de cerdo muestran ganancias de hasta 800 g/día en bovinos alimentados solo con el ensilado de estiércol, cuando este contuvo 10% de grano, 3% de melaza y 5% de pajas para ajustar la humedad inicial (al 60%).

RESUMEN

Por la fuerte presión comercial, la correcta industrialización, en función de la calidad de los productos que rindan, de los desechos del proceso secundario de los bienes pecuarios, es una condición para su uso en la alimentación animal en México. El proceso, además debe ofrecer facilidad de manejo en el mercado y su sencilla integración a dietas cuyo diseño es en harinas; de lo contrario habría que modificar la infraestructura actual de producción.

Existen nichos, de producción regional a pequeña escala, que permiten

la inclusión de alimentos diferentes a las harinas; en éstos casos, los residuos pecuarios que se integren deberán dar origen a nuevos esquemas de producción; al caso, existen pocos ejemplos exitosos: uno el uso de excretas avícolas en la engorda de rumiantes; otros, por ahora de mucho menor importancia, el uso de excretas de cerdo y de las aves muertas en las granjas.

La presión de las autoridades por controlar la contaminación ambiental está dando origen a la creación de subsistemas de producción pecuaria. Estos subsistemas dependen de la actividad de producción animal que genera los contaminantes (e.g., la ceba de ganado con excretas de cerdo en unidades aledañas a las granjas porcícolas).

Anexo 1

Ejemplo de la Composición de las Dietas Experimentales. Cerdos en Crecimiento (Hasta los 50 Kg de Peso)

Fuente de lisina	Basal	H. de Carne y Hueso			L-Lys
Lisina adicionada (%):	0	0.05	0.10	0.15	0.15
Harina de Raíz de Yuca	31.24	32.14	33.15	34.15	31.10
Pulido de Arroz	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00
Melaza de Caña	8.26	8.60	8.98	9.38	8.20
Pasta de Coco	20.00	16.27	12.10	7.93	20.00
Harina de Carne y Hueso	13.80	16.29	19.07	21.84	13.80
L-Lisina. HCL (78%)	--	--	--	--	0.20
Premezcla de Vitaminas ^a	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Premezcla de Minerales ^b	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45

ANÁLISIS CALCULADO

Energía Metab.(Mcal/kg)	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Proteína cruda (%)	14.73	15.19	15.71	16.23	14.74
Lisina (%)	0.62	0.67	0.72	0.77	0.77
Calcio (%)	1.45	1.69	1.95	2.21	1.45
Fósforo (%)	1.11	1.20	1.31	1.41	1.11

^a Cada kg aportó: 2'000,000 UI de Vit. A; 240,000 UI de Vit. D3; 1,000 UI de Vit. E; 4 g de Menadiona; 4 g de Pantotenato de Ca.; 16 g de Colina; 1.2 mg de Vit. B12; 6 g de Niacina; 0.005 g de Piridoxina y 1 g de Riboflavina.

^b Del total, 0.35 % fue de Cloruro de Sodio; cada kg aportó: 12 mg de Se; 200 mg de I; 5 g de S; 30 g de Fe; 3 g de Cu; 50 g de Zn y 2 g de Mn.

Anexo 2

Respuesta de Cerdos Para Abasto a la Suplementación de Lisina con Harina de Carne y Hueso o Monoclorhidrato de Lisina

	Basal	Serie H. De Carne			Serie L-lisina.hcl		
	0	0.05	0.10	0.15	0.05	0.10	0.15
Lisina Adicionada, %							
Peso inicial, kg	23.20	23.10	23.10	21.90	22.80	21.90	23.30
Consumo de alimento, kg / cerdo / día	3.00	3.20	3.10	3.30	3.00	3.30	3.30
Ganancia de peso, g / cerdo / día ^a	450	510	650	630	520	620	740
Ganancia, g / Consumo, kg ^b	150	160	210	190	170	190	220
Grasa dorsal promedio, cm ^c	3.22	2.84	2.61	2.67	2.62	2.77	2.40
Consumo de Energía metab., Mcal / día	8.58	9.25	8.90	9.45	8.63	9.44	9.60
Ganancia, g / Consumo EM, Mcal ^d	52.45	55.14	73.03	66.70	60.25	65.70	77.00
Consumo de Proteína cruda, g / día	393	435	436	474	394	433	438
Ganancia, g / Consumo Prot., g ^e	1.14	1.17	1.49	1.33	1.32	1.43	1.69

^a La adición de Lisina resultó en una respuesta lineal ($P < 0.001$); la magnitud de la respuesta entre fuentes fue diferente ($P < 0.05$).

^b La respuesta a la adición de Lisina fue lineal ($P < 0.007$).

^c Lisina redujo la grasa dorsal linealmente ($P < 0.02$).

^d Efecto lineal de Lisina ($P < 0.004$); en la serie Harina de Carne y Hueso, la respuesta a la adición fue cuadrática ($P < 0.01$).

^e Respuesta lineal ($P < 0.04$) a la adición de Lisina; en la serie Harina de Carne y Hueso, la respuesta fue cuadrática ($P < 0.02$).

Anexo 3

Ejemplo de la Composición de las Dietas Experimentales.
Cerdos en Crecimiento (Hasta los 50 Kg de Peso).

Fuente de lisina	Basal	H. de Carne y Hueso			L-Lys
Lisina adicionada (%):	0	0.05	0.10	0.15	0.15
Harina de Raíz de Yuca	31.24	32.14	33.15	34.15	31.10
Pulido de Arroz	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00
Melaza de Caña	8.26	8.60	8.98	9.38	8.20
Pasta de Coco	20.00	16.27	12.10	7.93	20.00
Harina de Carne y Hueso	13.80	16.29	19.07	21.84	13.80
L-Lisina. HCL (78%)	--	--	--	--	0.20
Premezcla de Vitaminas	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Premezcla de Minerales	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45

Capítulo 9

Uso Potencial de Subproductos Animales en la Alimentación Animal en la República Dominicana

Darío A. Vargas Mena
CIMPA,
Santiago, República Dominicana

INTRODUCCIÓN

En la República Dominicana existen tres subsectores pecuarios con un alto potencial para generar alimentos animales a partir de sus desechos de producción y/o procesamiento: el sector avícola, la industria cárnica y la industria pesquera.

La utilización de desechos animales como materia prima para la elaboración de alimentos animales en la República Dominicana se ve limitada por dos factores básicos: a) sistemas de comercialización de los productos cárnicos y b) cultura culinaria.

El consumo per cápita de carne en general en la República Dominicana es de 52.2 kg por persona por año, siendo la más popular la carne de pollo con un consumo per cápita de 19.6 kg al año y una penetración en el mercado de 89.4% (AFE, 1994).

Los sectores bovino y porcino generan muy pocos desechos animales con relación a su volumen de operación, debido al aprovechamiento casi total de sus partes cárnicas para el consumo humano. Por cultura culinaria dominicana se consideran como alimentos y/o delicatessen todas las vísceras rojas y blancas, tanto las del cerdo como las de la vaca. El sistema de comercialización de dichas partes, que tiene como vehículo numerosos establecimientos de expendio de carnes y sus derivados, conocidos como

frituras, caracterizan el sector informal del comercio de la carne.

Si bien la República Dominicana posee 1,575 km de costa de mar, la estrechez de la plataforma insular y un mar pobre a consecuencia de las características propias de las aguas circundantes, limitan el desarrollo pesquero nacional. La producción pesquera nacional en 1991 fue de 21,260 ton, incluida la pesca marina y de agua dulce (SEA, 1992b)

El sector avícola, por su escala de producción, penetración en el mercado y nivel tecnológico, es el renglón de mayor aporte en volumen de subproductos animales para la alimentación animal, entre los que destacan la pollinaza y la harina de desperdicios de mataderos avícolas.

DESARROLLO

Desechos animales del sector avícola

El sector avícola en la República Dominicana tiene una capacidad instalada de 2,944.554 m² de superficie en granja, de los cuales 1,994.239 m² representan construcciones para la producción de pollos (broilers), 600,630 m² para la producción de huevos y 399,685 m² para gallinas reproductoras. Sin embargo, sólo son utilizadas 1,530,153 m², equivalentes al 76,7% de la capacidad instalada para la producción de pollos y 442,664 m², equivalentes al 73.7 % de la capacidad instalada para la producción de gallinas ponedoras (SEA, 1992a).

Producción de pollinaza

En la República Dominicana se acostumbra a disponer de la pollinaza cada vez que se cumple un ciclo de engorde y bajo el sistema de producción "todo adentro, todo afuera", se realizan en promedio 5 ciclos de engorde por año. Según mediciones de campo realizadas por el autor, la producción promedio de pollinaza con cáscara de arroz es de 13.9 kg por m² de superficie de granja. Considerando que la capacidad utilizada de granja cubre la demanda nacional de consumo mensual de 8,500.000 de pollos en la República Dominicana se generan alrededor de 127,000 ton de pollinaza al año. Además se generan alrededor de 13,000 ton de gallinaza por año, producto de la crianza de las gallinas ponedoras y reproductoras: en este último sistema se dispone de la gallinaza una vez al año. No obstante, por su alto contenido de tierra y plumas, la gallinaza

es utilizada en su mayoría como fertilizante.

La FAO (1980) describe la composición física de la pollinaza como sigue: 62% de heces, 31% de camada, 3% de alimento desperdiciado, 2% de plumas y 2% de materia extraña con relación a materia fresca.

Kunkle (1989) analizó varias muestras de pollinaza proveniente de granjas de Florida (EE.UU.) que utilizaron virutas de madera o aserrín como material de cama (Tabla 1).

Tabla 1. Valor Nutricional de la Pollinaza con Cama de Aserrín de Madera

Composición en base a 78% de materia seca	
Componente	%
Nutrientes Digestibles Totales	53
Proteína Cruda	25
Fibra Cruda	18
Ceniza	25
Calcio	2.1
Fósforo	18

Fuente: Kunkle, 1989

Mayreles y Preston (1982) analizaran muestras de pollinaza de cáscara de arroz de diferentes granjas en República Dominicana y obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 2.

García, T. y María, J. (1993) evaluaron la digestibilidad de la dieta con pollinaza en ovinos en base a tres diferentes materiales utilizados como cama de dichas pollinazas. Los resultados se muestran en el anexo 1. Dicho estudio demuestra que el valor nutricional y la digestibilidad de la pollinaza como alimento animal se ve afectado por el material utilizado como cama de dicha pollinaza.

Tabla 2. Valor Nutricional de la Pollinaza con Cama de Cascara de Arroz

Composición en base a 84.7% de materia seca	
Componente	%
Proteína Cruda	31.3
Fibra Cruda	16.8
Ceniza	15.0
Calcio	2.4
Fósforo	18.0

Fuente: Meyreles y Preston, 1982.

IMPORTANCIA ECONÓMICA Y ECOLÓGICA DEL USO DE LA POLLINAZA COMO ALIMENTO ANIMAL

La pollinaza cobra su mayor valor económico cuando es utilizada como fuente protéica y suplemento mineral en la dieta de novillos de engorde. Su valor comercial en la República Dominicana, a la fecha de este trabajo es de U.S.\$0,035 dólares el kilogramo de pollinaza fresca, lo que equivale al 25 - 30% del valor de la harina de soya si se comparan los valores nutricionales de ambos productos, cuando se utilizan como suplementos protéicos en dietas para novillos de engorde. De ahí que la gallinaza en la República Dominicana sea vista como un subproducto industrial y en el peor de los casos como un fertilizante orgánico.

Por otro lado, si se consideran faenas agrícolas alternativas para disponer adecuadamente de la pollinaza y gallinaza, por ejemplo, curándole e incorporándole al suelo, se obtendrán beneficios ecológicos (a largo plazo económicos), evitando el alto uso de abonos inorgánicos y su consecuente degradación de la estructura del suelo, contribuyendo a la protección del medio ambiente.

UTILIZACIÓN DE DESECHOS DE MATADEROS AVICOLAS

La Producción de pollos para mataderos en la República Dominicana es de 102,000,000 unidades al año (regulada por la demanda nacional) con un peso vivo de 1.8 Kg. (9).

Según Ralph (1987) el rendimiento promedio de un pollo de 1.8 Kg.

de peso vivo después de su evisceración es de 70.4%. En el mercado nacional actualmente solo se procesa el 20% de la producción debido a las características del tipo de mercado. Con la capacidad actual instalada de procesamiento, el sector avícola nacional produce 2,717.28 ton al año de Harina de desperdicios de mataderos avícolas (Castellanos, 1984)

**Tabla 3. Análisis Bioquímico de la Harina de Agregados Hidrolizados de Subproductos de Matadero Avícola.
(Valor promedio de 100 muestras)**

Componente	%
Materia Seca	88.5%
Proteína Cruda	54.5%
Grasa	26 %
Fibra Cruda	1 %
Cenizas	4.5 %
Calcio	1 %
Fósforo	0.7 %

* Contiene 3200 Kcal/Kg. de Energía Metabolizable para pollos de engorde

** Incluye: Cabezas, plumas, intestinos, sangre, vísceras y aves decomisadas.

Fuente: Castellanos, 1994.

Bibliografía

- AFE, 1994. Comunicación Personal con Asociación de Fabricantes de Embutidos. Santo Domingo, República Dominicana.
- Castellanos, D. 1994. Informe Técnico no Publicado, Santo Domingo, República Dominicana.
- FAO, 1980. Feed from Animal Wastes: State of knowledge, FAO. Animal Production and Health, Paper 18. Roma, Italy.
- García T., L. A. y J.L. María María, 1993. Digestibilidad en Ovinos de Dietas Basadas en Pollinaza con Camas de : Bagazo de Caña, Cascara de Arroz y Cáscara de maní. Instituto Superior de Agricultura.

- Santiago de los Caballeros, República Dominicana.
- INDOTEC, 1991. Análisis de Materias Primas utilizables en la Elaboración de Alimentos Balanceados para Animales. Instituto Dominicano de Tecnología Industrial. Santo Domingo, República Dominicana.
- Kunkle, W.E., 1989. Feeding Broiler Litter and Layer Waste to Beef Cattle. Animal Science Fact Sheet, AS24. IFAS. University of Florida.
- Meyreles, L. y Preston, R.T., 1982. Gallinaza para Bovinos: efecto de diferentes suplementaciones. Producción Animal Tropical 7 (1): 65-69.
- Ralph, S. 1987. Manual of Poultry Production in the Tropics. C.A.B. International. United States of America.
- SEA, 1992a. Dirección General de Ganadería. Censo Avícola Nacional. Secretaria de Estado de Agricultura, SEA. República Dominicana.
- SEA, 1992b. Producción Pesquera Nacional 1987 - 1991 SEA-FAO. El Subsector Pecuario en Gráficas. Dirección General de Ganadería. Santo Domingo, República Dominicana.

Anexo 1

Valor Nutritivo y Digestibilidad de 3 Tipos de Pollinazas en base a Camas de: Bagazo de Caña, Cascara de Arroz y Cascara de Maní

Parametro	% M. S.	% P. C.	% Ceniza	E. D. (Mcal/kg)	% Digestibilidad P. C.	% Digestibilidad Pollinaza
Bagazo de Caña	88.00	2.90	3.10	2.00	--	--
Pollinaza Bagazo de Caña	88.95	16.76	11.92	2.85	72.83	57.0
Cáscara de Arroz	92.00	3.32	0.60	1.76	--	--
Pollinaza Cáscara Arroz	86.40	14.82	14.10	2.66	67.50	52.00
Cáscara de maní	91.00	4.10	17.70	0.88	--	--
Pollinaza Cáscara de Maní	87.55	15.49	7.80	2.84	67.33	49.0

Fuente: García T. y María María, 1994.

Tabla de Análisis de Materias Primas Utilizables en la Elaboración de Alimentos Balanceados para Animales

Ingredientes	Materia Seca %	Proteína Bruta %	Grasa %	Fibra Cruda %	Ceniza %	Calcio %	Fósforo %
Pollinaza	89.70	28.19	1.90	11.74	21.44	4.30	1.33
Harina de Carne Criolla	91.86	39.19	12.74	3.54	35.75	11.58	4.97
Harina de Huesos	92.38	28.42	9.84	3.72	40.60	15.42	7.60
Harina de Tilapia (entera)	94.36	58.32	25.11	1.07	16.50	4.30	2.83
Harina de Cabeza de Camarones	96.24	51.44	11.41	13.67	24.06	7.11	1.76
Harina de Cabeza de Langostas	95.25	49.06	4.19	5.19	33.81	8.68	0.97

Fuente : Castellanos, 1994.

Capítulo 10

Política Cubana de Recuperación de todo Tipo de Desperdicios y Subproductos para la Producción Porcina y Saneamiento Ambiental

Miguel Pérez Valdivia
Instituto de Investigaciones Porcinas
Ciudad de la Habana, Cuba

INTRODUCCIÓN

Los países en desarrollo, a pesar de ser fundamentalmente agrícolas, no disponen de las condiciones climáticas ni del avance tecnológico que les permitan obtener cosechas productivas de cereales y granos con qué sustentar una producción pecuaria intensiva tradicional en gran escala. Es así que en los países templados al contar con incidencias de radiación solar entre 14-18 horas diarias en los meses en que se puede hacer agricultura se obtienen altas productividades en los cultivos de cereales que son de ciclo corto, mientras que en los países tropicales con radiaciones solares prácticamente constantes de 12 horas se obtienen rendimientos en estos cultivos de alrededor de un 40-50 % de los obtenidos en los climas templados. Por lo que el consumo de alimentos de origen animal es cinco veces inferior en los países subdesarrollados con respecto a los desarrollados (FAO 1993).

Por otra parte, si tiene en consideración que en los países subdesarrollados hay una diferencia muy marcada en el poder adquisitivo de las diferentes capas sociales, es de esperar que una gran parte de la población consume nutrientes muy por debajo de lo que las estadísticas señalan.

Los países en desarrollo con el 76.8 % de la población mundial,

produjeron en 1992 (FAO 1993) solamente el 33.9 % de la carne total. De esta producción el primer lugar lo ocupa la carne de cerdo tanto a nivel mundial como en las áreas de los países desarrollados y en desarrollo en su conjunto (Tabla 1). Sin embargo, en América Latina que produce apenas el 11.2 % de la carne a nivel mundial, el cerdo ocupa el tercer lugar en esta producción después de la vacuna y la avícola.

Tabla 1. Proporción de la producción de carnes de diferentes especies en cada región (%).

	Mundial	Países desarrollados	Países en desarrollo	América Latina
Cerdo	39.7	36.4	43.7	15.2
Vacas y terneras	27.9	32.6	22.0	49.4
Aves	23.6	25.7	21.0	31.9
Otros	8.8	5.3	13.3	3.5

Elaborado a partir de FAO (1993)

El crecimiento de la población ha sido superior a la de los dos principales abastecedores de carne en el mundo, el ganado porcino y el bovino, por lo que el aumento de los consumos de proteína animal per cápita que se ha producido en los últimos años, sólo tiene una explicación en el aumento de la productividad alcanzada. Esto se ilustra claramente mediante dos índices: el de la tasa de extracción y el de los kg de carne producida por animales promedio en existencia, los cuales han aumentado en ambas especies principalmente en la porcina (Tabla 2). Estos indicadores justifican el auge de la producción porcina en la mayor parte de las áreas del mundo. La carne de cerdo ha sido elegida para garantizar el consumo de una población humana continuamente creciente debido a que se produce más del doble de carne de cerdo que bovina al año por animal en existencia. Por otra parte, este indicador está aún muy lejos de lo que el cerdo potencialmente es capaz de producir, ya que por ejemplo: en los países desarrollados se obtienen como promedio 114 kg de carne de cerdo en existencia, cifra muy superior a la media mundial actual (85.5 kg).

Por otra parte, aunque el cerdo es un animal mucho más productivo que el ganado vacuno, en términos de producción de carne, este último puede alimentarse con fuentes fibrosas de bajo costo y requiere bajos niveles de suplementos proteicos. Esta premisa ha traído como consecuencia la utilización de grandes extensiones de tierra para la producción de pastos en el trópico, que de hecho están subutilizados y agravan el desarrollo de nuestros países.

Tabla 2. Evolución de la población y de la masa bovina y porcina.

Existencia, millones	Población	Ganado Bovino	Ganado Porcino
1979/81	4,540	1,219	779
1992	5,480	1,284	864
Índice de crecimiento			
1992/1979-81	1.21	1.05	1.11
Tasa de extracción, % ¹			
1979-81	-	18.9	95.3
1992	-	19.0	109.7
Producción, kg/cabezas en existencia			
1979-81		36.9	66.7
1992		39.6	83.5

¹ cabezas entregadas/cabezas existentes x 100
Elaborado a partir de FAO, 1993.

Estrategia cubana en la alimentación porcina

La estrategia seguida en Cuba para la alimentación porcina ha estado fundamentada en las siguientes premisas:

- Disminuir al máximo la competencia de los cerdos con el hombre por los mismos alimentos.
- Transformación de residuales contaminantes del medio en alimentos de alto valor biológico.
- Incorporación al sistema de cultivos de alto rendimiento en nuestras áreas.

Los principales recursos no convencionales utilizados como base para esta estrategia de alimentación porcina en Cuba son los siguientes:

- Los biodesperdicios alimenticios del consumo humano procesados industrialmente.
- Los subproductos y residuos agrícolas disponibles
- Los residuos de la pesca y de los mataderos de animales, así como los animales que mueren en las granjas procesados en forma de pastas proteicas.
- La caña de azúcar como cultivo perenne de alto rendimiento asociado al sistema de reciclaje.
- Por último y más recientemente, el tratamiento de los residuales de las granjas porcinas para la producción de energía (biogas) fertilizantes para los cultivos asociados (humus) y alimentos (peces, lombrices y plantas acuáticas).

En la Tabla 3 se muestra la producción de algunas fuentes de alimentos que aunque se utilizan en el consumo humano, en su producción generan una gran cantidad de desechos o subproductos capaces de utilizarse para la alimentación del cerdo.

Tabla 3. Producción de algunos alimentos que generan altos volúmenes de desperdicios, miles de toneladas

Productos	Países en desarrollo	América Latina
Caña de Azúcar	1,028,040	487,227
Arroz en cáscara	498,703	18,329
Yuca	152,218	30,348
Boniato	126,036	2,126
Carne	80,165	20,125
Plátanos y Bananos	75,540	27,394
Pescado	58,747	17,345
Citricos	52,697	30,800
Café	5,918	3,702

Elaborado a partir de FAO (1992, 1993)

Desperdicios Procesados

En América Latina, el uso empírico de los residuos gastronómicos (sancocho, lavaza, escamocha, etc) para la alimentación de los cerdos se remonta a los inicios de la porcicultura en la colonia. Por varios siglos las explotaciones porcinas combinaron este alimento con residuos de la agricultura como la principal fuente de nutrición de estos animales. Con la industrialización del sector, esta práctica fue relegada al nivel de pequeños productores para su autoconsumo, lo cual no ha trascendido debido fundamentalmente a la falta de conocimiento para su empleo adecuado. La utilización de los residuos de la alimentación humana ha sido desarrollado en América como en Europa. Los primeros estudios realizados sobre el potencial de su utilización en la alimentación porcina datan de la primera parte del siglo (Williams y Cunningham, 1918; Hunter, 1919).

Un aspecto muy importante en el aprovechamiento de estos residuos que debe tenerse en consideración es el hecho de que esta actividad contribuye a la disminución de la contaminación ambiental. Siempre existe el peligro de que los desperdicios resulten un vehículo de enfermedades contagiosas por lo que es necesario su esterilización antes de ofrecerlos a los animales, este proceso puede realizarse ya sea de forma artesanal como el descrito por Balazs *et al* (1971) en Hawaii, o en industrias procesadoras como las desarrolladas en Cuba (Del Río *et al*, 1980). De esta forma se contribuye eficazmente al saneamiento del medio ambiente sobre todo en áreas con altas densidades de población humana.

Durante finales de la década del 60 y comienzos de los 70, Cuba consolidó una estrategia de alimentación de los cerdos basados en la colección de residuos gastronómicos, industriales y agrícolas a través de toda la isla, integrándolas industrialmente en un producto alimenticio relativamente heterogéneo al cual se le denomina pienso líquido procesado o desperdicios procesados (Domínguez, 1985, 1990).

La recogida de todos estos materiales disponibles en una región determinada se realiza diariamente en camiones cisternas diseñados al efecto y según itinerarios establecidos de acuerdo con estudios de potenciales y factibilidad de acopio previamente realizados. Estos itinerarios o líneas de recogida alcanzaron la cifra de 205 en todo el país, con una recogida promedio de 7.7 t/día en el año 1990. Los desperdicios

alimentarios recolectados se procesan en plantas industriales diseñadas especialmente con este fin por especialistas cubanos (Del Río *et al*, 1980). Estas industrias tienen un grado mínimo de complejidad y generalmente estén instalados anexos a un cebadero comercial que puede tener hasta 12,000 cerdos. Estos desperdicios procesados en forma de una pasta se envían mediante bombas centrífugas, a través de tuberías, a los cebaderos de cerdos que generalmente se encuentran a unos 200 m de distancia de la planta procesadora. La distribución de la alimentación en estos cebaderos se realiza en forma mecanizada mediante un sistema de tuberías que llevan el alimento hasta los comederos. Cuba cuenta con 36 plantas procesadoras de desperdicios distribuídas en todo el país y produjo más de un millón de toneladas anuales de este alimento antes de la situación económica actual.

Tabla 4. Análisis de desperdicios de diferentes orígenes (%).

	Daccor 1970	Domínguez 1991	López 1994
Materia seca	15.0	16.3	32.1
Proteína bruta	20.0	19.9	16.2
Extracto etéreo	18.7	8.4	14.4
Fibra bruta	5.3	8.4	2.6
Cenizas	8.0	12.3	5.0
ELN	48.0	51.0	61.8

La composición química de los desperdicios (Tabla 4) de diferentes países demuestran que por lo general este alimento es rico en proteína bruta, el contenido graso es frecuentemente elevado y el contenido de fibra aceptable. Los desperdicios de cocina se caracterizan por su contenido elevado en agua lo cual puede limitar el consumo de nutrientes con motivo de los grandes volúmenes que son necesarios ingerir con este alimento.

En cuanto al volumen potencial de estos desperdicios, existen datos interesantes que dan cierta idea de la dimensión con que puede funcionar un sistema de alimentación basado en estos desperdicios. Maylin (1980) señala como potencial de acopio de desechos de alimentos de núcleos familiares un per cápita diario de 131 g, lo cual no se aleja mucho de lo informado por Gurin (1972).

Si se tiene en consideración la producción alcanzada de desperdicios procesados en Cuba, se indica un per cápita para la población urbana de 380 g/día de desperdicios institucionales. En México durante 1987 tan sólo en el D.F. se encontró que cada persona generaba 402 g de desperdicios, este número sólo consideró a los proveniente de hogares descontando la basura industrial y municipal, Restrepo (1991). Estrada (1986) señala que en toda la zona metropolitana se arrojan a la basura 235 t de alimentos frescos formados principalmente por 100 t de tortillas, 30 t de arroz y 70 t de pan, entre otros.

Tomando una cifra conservadora de 200 g de desperdicios per cápita para la población urbana, esto señala la posibilidad de obtener 68 mil ton de alimentos diarios en América Latina o lo que es equivalente 14 mil ton de materia seca y 2.2 mil ton de proteína, lo que permitiría alimentar por esta vía 5.6 millones de cerdos diarios en una producción intensiva.

El incremento constante de la producción y utilización de los desperdicios procesados en Cuba, permitió un aumento sostenido de la producción estatal de carne de cerdo que se le ha podido duplicó durante la década de los 80 (Domínguez 1991).

Es indudable que la utilización de los desperdicios procesados en la alimentación de los cerdos en Cuba además de eliminar problemas de contaminación ambiental, posibilita el ahorro de gran cantidad de recursos por concepto de importaciones de cereales, es así que se estima en unas 600 mil ton de maíz y 194 mil ton de harina de soya, el equivalente de importaciones ahorrados en los últimos 5 años de la década del 80 (Domínguez 1990). De otra manera se puede estimar en unas 95 mil ha de superficie cultivable lo que se ahorra por el uso de los desperdicios procesados. Tal área puede destinarse a otros fines, al no ser dedicado a la obtención directa de alimentos para la producción porcina.

Residuos de Bananos y Plátanos

Una fuente de alimento para cerdos poco explotada, proveniente de las plantaciones de bananos y plátanos, lo constituyen las hojas, pseudo tallos y ñames de las matas de plátano.

En la Tabla 5 se ofrecen los rendimientos promedio de las diferentes partes de las plantas maduras de plátano.

Tabla 5. Rendimiento promedio de las diferentes partes de plantas maduras de plátanos (Ton/ha).

Partes de la planta	Base Fresca		Base Seca	
	kg	%	kg	%
Pseudo tallos	27.0	60.5	4.2	54.5
Hojas	6.4	14.3	0.5	6.5
Frutos	11.2	25.2	3.0	39.0
Total	44.6	--	7.7	100.0

Fuente: Ffoulkes *et al*, 1978.

De acuerdo con estos datos, los pseudo tallos y las hojas representa más del 60 % de la biomasa seca que se producen en las plantaciones de plátanos. Se disponen por esta vía, según los datos de producción de plátanos y bananos (FAO, 1993) de más de diez millones de toneladas de materia seca y quinientas mil toneladas de proteína. Obviamente estas cifras constituyen un reto que es necesario aceptar y al cual hay que buscarle soluciones técnicas para su mejor uso en la alimentación animal.

Al igual que la mayor parte de los subproductos agrícolas, las principales dificultades en la utilización de estos residuos son su baja materia seca y su alto contenido de fibra (Tabla 6).

Tabla 6. Composición química de las partes vegetativas del plátano.

	Pseudo tallos	Hojas
Materia seca	6.3	19.5
Proteína bruta	4.9	11.4
Fibra bruta	25.1	28.3
Cenizas	17.7	10.9

Fuente: García *et al*, 1991.

Residuos de Cítricos

Entre los productos agrícolas que se han incrementado considerablemente en los últimos años en Cuba, se encuentran las frutas cítricas. De esta manera los desperdicios de estas frutas pueden constituir una fuente potencial de alimentación para el ganado porcino.

Cuando las frutas cítricas se procesan para obtener jugos, queda como residuo del 45 al 60 % de su peso en forma de cáscaras, hollejos y semillas. Al ser éste un cultivo estacionario, en determinadas épocas del año hay disponibles grandes cantidades de desechos agrícolas e industriales de frutas cítricas que son utilizadas en pequeña escala durante la época de cosecha o que se deshidratan y trituran, previa adición de cal, para su posterior empleo en la alimentación animal.

En la Tabla 7 se ofrecen los resultados en cuanto a la composición química de diferentes pulpas de cítricos analizados en Cuba (Domínguez, 1979). Como características generales se puede señalar que estos subproductos tienen un nivel bajo de proteína, y un nivel elevado de fibra para los animales monogástricos, sin embargo, el bajo contenido de lignina es un aspecto que les favorece. El nivel de cenizas es aceptable pero presentan un gran desbalance calcio:fósforo.

Tabla 7. Análisis de algunas variedades de cítricos en Cuba.

Análisis	Limón Persa	Toronja March	Mandarina Dancy	Naranja Valencia
Materia seca, %	19.8	21.8	22.8	23.5
pH	3.3	4.0	4.3	4.1
N x 6,25, % BS	6.6	6.2	7.2	6.3
FAD	18.6	18.7	11.8	16.4
Extracto etéreo	0.9	3.7	7.1	1.8
Ceniza	4.3	4.2	4.3	3.7
ELN	69.6	67.2	69.6	71.6
ART	2.8	8.5	10.1	9.6
Lignina	1.2	1.2	1.3	1.1
Calcio	0.8	0.9	0.9	0.7
Fósforo	0.2	0.1	0.1	0.1
Energía bruta, MJ/kg MS	15.59	16.59	17.30	16.84

Fuente: Domínguez, 1979.

La disponibilidad de este subproducto depende del nivel de industrialización que se realice y representa aproximadamente un 50 % de las frutas que se procesan para la obtención de jugos por lo que constituye una cifra importante dada la alta producción en nuestra región de esta fruta que sobrepasa los 30 millones de toneladas (Tabla 3).

Pulpa de Café

El café ha sido durante muchos años uno de los cultivos más rentables tanto en América Latina como en otras áreas del mundo. El sistema de procesamiento del café en estos países no ha sufrido cambios a través de los años y genera una gran cantidad de subproductos que de no ser utilizados devienen en problemas de contaminación ambiental. Después de cosechado, el fruto del café se lava y se le elimina la pulpa. El grano despulpado contiene todavía mucho mucílago, el cual se elimina por medio de fermentación natural o bien por tratamiento químico. Una vez liberado del mucílago el grano se deshidrata y se trilla para eliminar la cascarilla o pergamino. Las diferentes fracciones que se obtienen del café en cereza se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Fraccionamiento de la cereza del café.

Componente, %	Bressani et al 1972		Domínguez et al 1988	
	Fresco	Seco	Fresco	Seco
Pulpa	43.2	28.7	44.4	29.4
Mucílago	11.8	4.0	10.2	3.2
Pergamino	6.1	11.9	5.3	11.7
Grano	38.9	55.4	40.1	55.7

La pulpa representa aproximadamente un 29 % en base seca del café en grano y tiene un alto contenido de humedad (75 a 80 %) y una baja densidad que dificulta la transportación y la deshidratación. En base seca, el contenido de nutrientes de la pulpa de café (Tabla 9) presenta valores aceptables, llamando la atención el contenido de proteínas y el nivel de

lisina que esta posee, la cual es similar a la de la harina de soya. En cuanto al nivel de fibra, es algo elevado para los cerdos, pero permite su utilización hasta niveles de alrededor de un 15 a 20 %, siempre que los demás componentes de la dieta no contengan también altos niveles de fibra. Por otra parte, la pulpa de café contiene cafeína, taninos y algunos compuestos fenólicos libres (Jarquin y Bressani, 1977) que han sido señalados como sustancias antinutricionales, reduciendo el apetito y la digestibilidad de la proteína.

Tabla 9. Composición química de la pulpa de café (% bs).

	Bressani et al 1972	Awolumate 1983
Materia seca	23.3	-
Cenizas	9.5	5.7
N x 6.25	12.8	15.0
Extracto etéreo	2.9	3.8
Fibra bruta	24.0	23.8
ELN	50.8	42.7
Calcio	0.6	-
Fósforo	0.1	-
Lisina, g/16 gN	6.8	-
Metionina + cistina g/16 gN	2.3	-

Teniendo en consideración la distribución de las diversas fracciones del fruto de café y los datos sobre la producción de café en América Latina en 1992 (FAO, 1993), la disponibilidad de pulpa de café en base seca es de aproximadamente un millón novecientos mil toneladas que contienen doscientos cuarenta y cinco mil toneladas de proteína.

Subproductos del Arroz

En el proceso de elaboración industrial del arroz para el consumo humano se produce el fraccionamiento del grano originando una serie de subproductos que generalmente se destinan a la alimentación animal (cascarilla, salvado, puliduras y la cabecilla o granos partidos). En Cuba por lo general no se separan el salvado de las puliduras y se obtiene un

subproducto al cual se le denomina polvo de arroz. Los niveles de cada uno de estos subproductos son cascarilla 18-20 %, cabecilla 3-4 % y polvo de arroz 9-11 % del peso inicial del grano.

La composición química de estos subproductos de acuerdo a los resultados de nuestro laboratorio se muestran en la Tabla 10. En general, puede decirse que la cascarilla no tiene valor nutricional dado su alto contenido de fibra y de cenizas la cual está constituida fundamentalmente por silica. Sin embargo, la cabecilla y el polvo de arroz ofrecen una buena perspectiva para su utilización en los animales monogástricos.

Tabla 10. Composición química de subproductos del arroz.

	Cascarilla	Cabecilla	Polvo
Materia seca	91.2	92.0	90.8
Cenizas	20.8	0.8	8.9
Proteína bruta	3.0	10.5	15.7
Fibra bruta	44.2	1.0	6.1
Extracto etéreo	0.8	1.5	15.0
ELN	31.2	86.2	54.3
EB, MJ/kg MS	-	-	19.1

Las producciones de arroz en cáscara de las diferentes regiones y los niveles de subproductos que se producen en el proceso de pulido del arroz se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Producción de arroz y subproductos por regiones.

	Arroz Paddy ¹	Cabecilla	Polvo
Países en desarrollo	498,700	17,454	49,870
América Latina	18,300	640	1,830
Cuba	308	11	308

¹ FAO 1993

Residuos de matadero y de la pesca

La industrialización de la matanza de los animales para el consumo humano, trae aparejada la concentración de gran cantidad de desperdicios que pueden ser utilizados en la alimentación animal.

Entre los más importantes tenemos sangre, pelos, plumas, vísceras y huesos, los cuales generalmente se utilizan en formas de harina.

En la Tabla 12 se brinda la composición proteica y aminoacídica de estos alimentos, así como la digestibilidad de la proteína.

Tabla 12. Composición de algunos residuos de mataderos (% de BS).

	Harina de sangre	Harina de carne	Harina de carne y hueso	Harina de plumas hidrolizadas
Materia seca	91.0	93.5	94.0	91.0
Cenizas	6.2	27.0	31.0	-
N x 6.25	87.8	57.1	53.8	93.9
CUD, N	68.5	50.8	47.9	66.2
Energía digestible, Mcal/kg	2.9	3.2	3.0	3.0
Lisina	7.58	4.06	3.72	1.96
Metionina	0.99	0.86	0.74	0.62
Cistina	1.54	0.64	0.64	4.15
Triptófano	1.21	0.32	0.21	10.68

Fuente: NRC 1972

La harina de sangre tiene un alto contenido de proteínas. Una harina de buena calidad debe tener valores cercanos o por encima del 85 %. La humedad es otro factor que determina la calidad de este producto que no debe exceder de 10-12 %, ya que si esta aumenta la sangre fermenta fácilmente. Los sistemas empleados en la preparación industrial influyen de forma decisiva en la digestibilidad de la proteína y se informan valores que oscilan entre 82.6 y 60.1 %, según el método de secado de Fitzpatrick y Bayley (1977). La harina de sangre es deficiente en isoleucina, pero es una excelente fuente de los demás aminoácidos esenciales.

La cantidad total de sangre en los animales varía de 7 a 9 % del peso

corporal. La sangre fresca contiene aproximadamente un 20 % de materia seca y si tenemos en cuenta que la harina de sangre debe tener alrededor de un 90 % es obvio que se necesita una deshidratación muy elevada, y por ende, costosa.

La harina de carne y la harina de carne y hueso varían considerablemente en sus características químicas y nutritivas de acuerdo con la naturaleza de los residuos que son sometidos a secado y con el método empleado en la preparación. La calidad se afecta grandemente por el grado de utilización de tendones y huesos (Atkinson y Carpenter, 1970) así como por la cantidad de grasa, sangre y contenido digestivo que se incorporan en la harina. Cuando la harina contiene fósforos en cantidades superiores al 4.4 %, se deberá clasificar el producto como harina de carne y hueso.

Por otra parte, las temperaturas a que son sometidos estos productos para su deshidratación pueden causar, cuando son muy elevadas, la destrucción de la cistina y reducir la disponibilidad de la lisina.

La harina de plumas es el principal subproducto del procesamiento de las aves y tiene un alto contenido de cistina, treonina y arginina, aunque es deficiente en otros aminoácidos esenciales como la lisina, por lo que no resulta idóneo para constituir la única o principal fuente protéica en las raciones de los cerdos.

El potencial de producción de estos alimentos viene dado en primer lugar por el número de animales sacrificados (Tabla 13).

Por otra parte, el procesamiento del pescado para consumo humano tiene un rendimiento aproximado de un 40%. El residuo formado por las cabezas, piel, espina y vísceras tiene una composición química variable que depende, fundamentalmente de la especie y fracciones utilizadas para la confección del producto. La proteína en base seca puede variar entre 45 y 70 % y la grasa entre 2 y 28 %. Los residuos de pescado generalmente se procesan en formas de harinas de alto valor biológico para la alimentación de cerdos (Kjeldsen et al, 1981). Por otra parte, en aquellos lugares en que no es factible la deshidratación del pescado, ya sea por problemas económicos o por no disponer de suficiente material como para justificar una planta deshidratadora, existe la alternativa del ensilaje de pescado. En América Latina de acuerdo con la producción de pescado (Tabla 3) existe un alto potencial de este material.

Tabla 13. Animales sacrificados anualmente de diferentes especies.

Animales cabezas sacrificadas x millones	Mundo	Países en desarrollo	América Latina
Ganado vacuno	243.7	110.3	47.4
Porcino	948.1	494.8	46.7
Pequeños rumiantes	703.4	453.8	30.3
Gallinas ¹	36095.0	17530.0	1526.0

En Cuba, los residuos de la pesca y de mataderos se procesan en las industrias procesadoras de desperdicios y se obtienen un producto denominado pasta proteica.

Subproductos de la Caña de Azúcar

La caña de azúcar es el cultivo por excelencia de los trópicos y ocupa el primer lugar en la producción tanto en América Latina como en el grupo de países en desarrollo. El objetivo fundamental de este cultivo, es la producción de sacarosa para el consumo humano.

La estructura morfológica de la caña de azúcar se ofrece en la Tabla 14. El contenido de los tallos limpios utilizados para moler oscila entre un 74.3 y un 85.8%, por lo que puede decirse que representa como media el 80 % de la planta entera y se sitúa en un rendimiento mundial de unas 60 t/ha (FAO 1993).

Tabla 14. Estructura morfológica de la caña de azúcar.

Componentes	% bh
Tallos limpios	74.3 - 85.8
Cogollo	6.6 - 15.7
Hojas	6.1 - 11.0
Brotos aéreos	0.0 - 5.3

El alto rendimiento de este cultivo y el ser una planta perenne lo sitúan en un lugar privilegiado al considerar opciones de cultivos para la producción

animal. Este cultivo ha recibido gran atención en los últimos años como alternativa de cultivo principal para la producción porcina, vinculada a la producción industrial con extracción de parte del azúcar y la producción de mieles intermedias (Figueroa, 1988) o con desarrollo independiente utilizando el guarapo como fuente energética principal (Mena, 1988) y también ha sido considerado con una visión más general como fuente de alimento integral vinculando cerdos y ganado vacuno (Preston, 1988).

La composición química de los tallos es la siguiente: fibra, 11.5-16.0%, azúcares solubles, 12.0-16.5%, no azúcares 2.0-3.2 y 63 a 73% de agua. Estos datos muestran que la caña de azúcar está constituida por dos fracciones: una soluble que está constituida por azúcares de fácil asimilación por los animales monogástricos y otra insoluble de compuestos estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina) utilizable como fuente de energía para la industria o en la alimentación de rumiantes.

Aunque la caña entera ha sido utilizada en la alimentación de cerdos, el uso directo de la caña como forraje ha estado enfocado básicamente hacia los rumiantes por su alto contenido de fibras. Sin embargo, la idea del fraccionamiento de la caña en la parte soluble para los monogástricos y la insoluble para los rumiantes parece ser la más idónea. En la Tabla 15 se ofrece el rendimiento de las diferentes fracciones solubles que pueden obtenerse a partir del procesamiento industrial de la caña de azúcar.

Tabla 15. Rendimiento de la fracción soluble de la caña de azúcar.

Componentes	%
Jugo de caña	40-60 ¹ ó 82-86 ²
Miel rica	16.8 - 22.2
Miel A	7.5 - 8.8
Miel B	5.2 - 7.0
Miel C	3.2 - 3.9
Azúcar crudo	8.9 - 13.0

1 = Extracción Artesanal; 2 = Extracción Industrial

La primera fracción que se obtiene mediante un simple proceso de molienda

(jugo de caña) representa entre un 40 a 60 % del peso de los tallos si se obtiene mediante trapiches artesanales y puede llegar hasta un 82-86 % cuando se someten a un proceso industrial. Los procesos de las fábricas de azúcar originan cuatro tipos de mieles. La meladura o jugo concentrado que puede ser sometida a un proceso de hidrólisis de los azúcares para evitar la cristalización (miel rica) y ser dedicado así a la alimentación animal sin producción de azúcar. Si se realiza una primera cristalización se obtiene la miel A y un 75-77 % del azúcar recuperable, una segunda cristalización permite recuperar un 86-89 % del azúcar y una miel tipo B. Mediante una tercera cristalización se obtiene la miel C ó final que se considera un subproducto a partir del cual ya no es posible cristalizar más azúcar.

La composición química de las diferentes fracciones solubles de la caña de azúcar se ofrecen en la Tabla 16. La fuente energética de estos productos viene dada por una mezcla de azúcares solubles (sacarosa, glucosa y fructosa) que disminuye del jugo de caña hasta la miel final, el contenido de nitrógeno es prácticamente despreciable y el nivel de cenizas se incrementó de la miel rica hasta la miel final. Es evidente que las mieles y el jugo de caña son alimentos netamente energéticos y su valor nutritivo está suspeditado a una correcta suplementación de proteína y de vitaminas y minerales.

Tabla 16. Composición química de las diferentes fracciones solubles.

	Jugo de caña ¹	Miel rica ²	Miel A ²	Miel B ²	Miel C ²
Materia seca	15.4-18.3	85.0	77.8	78.1	83.5
Nitrógeno	0.07-0.08	0.26	0.29	0.38	0.44
Cenizas	1.70-5.15	2.8	4.6	7.2	9.8
Azúcares totales	11.8-16.2	86.1	75.9	69.5	58.3
Sacarosa	7.8-8.2	28.6	63.4	57.1	40.2
Glucosa	2-4	29.3	6.4	5.2	8.9
Fructosa	2-4	28.2	6.1	7.2	9.2

¹ Wu-Leung y Flores (1961) datos base fresca

² Figueroa y Ly 1990 datos base seca

La caña de azúcar es uno de los cultivos que más biomasa produce en el mundo, es la fuente de energía renovable por excelencia debido a su alto potencial genético y a ser una planta perenne con ciclos de rotación de 5 a 7 años. En la Tabla 17 se ofrece el potencial de producción de los subproductos más importantes de la caña de azúcar en nuestra región. De acuerdo a estos datos en Cuba se producen anualmente un aproximado de 27 millones de ton de diferentes subproductos, de ahí la importancia de este cultivo como base de la producción pecuaria en Cuba. Esta importancia es aún mayor si tenemos en consideración algunos aspectos adicionales:

- Es factible obtener fuentes proteicas de alto valor biológico como la levadura torula por la fermentación de las mieles y la levadura saccharomyces como subproducto de la producción de alcohol a partir de las mieles.
- Se trabaja intensamente en la obtención de productos enriquecidos en proteína a partir de los diferentes subproductos de la caña de azúcar por vía fermentativa ya sea en estado líquido como al estado sólido.

Tabla 17. Potencial de producción de diferentes subproductos (miles de ton)

Productos	Países en desarrollo	América Latina	Cuba
Caña	1,028,040	487,227	58,000
Cogollo y hojas	257,010	121,807	14,500
Bagazo	154,206	73,084	8,700
Miel final	35,981	17,053	2,030
Cachaza	30,841	14,617	1,740

Reciclaje de residuales de los animales

Los residuales líquidos y sólidos que se generan en la producción animal contienen una gran cantidad de nutrientes orgánicos e inorgánicos que puede aprovecharse en diversas formas. Estos residuales tienen la ventaja de encontrarse disponible todo el año y su recolección y manejo son relativamente fáciles.

La composición química y la cantidad de residuales depende de diferentes factores: edad, peso vivo, consumo de agua y alimento y digestibilidad de la dieta, instalaciones y manejo de los residuales. En la Tabla 18 se ofrece la composición química de la excreta de cerdos.

Tabla 18. Composición química de la excreta de cerdos (% bs).

Proteína bruta	19
Fibra bruta	18
Extracto etéreo	5
Cenizas	17
Fibra neutra detergente	45
Fibra ácido detergente	24
Lignina	5
Celulosa	17
Hemicelulosa	20
Calcio	3.5
Fósforo	2.6

Fuente: Pearce, 1977

El potencial de producción de excretas es muy elevado y en general se le da poca utilización. En la Tabla 19 se ofrecen las disponibilidades de excretas de las principales especies animales que pueden ser recuperadas. Los niveles de recuperación se han estimado para nuestra área en un 10% para la excreta vacuna, un 20% para las gallinas y un 30% para los cerdos.

Tabla 19. Potencial de recuperación de excretas en América Latina.

	Excretas recuperables, kg/animal/año	Existencia de animales millones cabz	Excretas totales millones ton/año
Ganado vacuno	440	327.8	144.2
Cerdos	219	77.6	17.0
Gallinas	16	1,392.0	22.3

Elaborado a partir de datos FAO, 1993; Muller, 1980.

Estas cifras permiten disponer conservadoramente de unos 40 millones de ton de materia seca y unos 7 millones de ton de proteína bruta. Estas excretas pueden ser recicladas de diferentes formas, una de ellas como alimento directo, donde no deben utilizarse niveles superiores al 10% de la ración y preferiblemente secas o ensiladas.

La estrategia seguida en Cuba se muestra en la figura 1 y comprende los siguientes aspectos:

- Producción de energía (biogas)
- Producción de alimentos de alto valor biológico (peces)
- Producción de fertilizantes (humus) mediante la lombricultura.

La digestión anaeróbica es un proceso que permite lograr el doble propósito de disminuir la carga de materia orgánica y microorganismos patógenos a la vez que se recupera energía en forma de biogas (mezclas de metano y CO²) y fuentes ricas de nitrógeno, fósforo, potasio y fibras celulósicas y lignocelulósicas que son susceptibles de utilizarse para la producción de fertilizantes líquidos y sólidos.

Los residuales sólidos porcinos pueden ser totalmente descontaminados mediante la lombricultura, obteniéndose un fertilizante de alta calidad. Un factor importante es que durante el proceso de vermicultura muchos de los nutrientes cambian a formas más disponibles para las plantas. Por lo general, la proporción de lombrices producida está alrededor del 5 % del humus producido.

El cultivo de peces con fertilización con excretas ó aguas residuales tiene por objetivo producir alimentos naturales para los peces. Controlando la velocidad de inoculación de nutrientes provenientes de los residuales es posible crear condiciones óptimas para un rápido crecimiento de los peces. Las especies más populares en este tipo de cultivo son la tilapia, el pez gato, la carpa cabezona, la carpa plateada y la carpa común.

Por otra parte, el cultivo de plantas acuáticas en cuerpos de agua fertilizada con los efluentes líquidos de las granjas pecuarias tienen doble propósito de producir un alimento para los animales y a la vez depurar las aguas residuales.

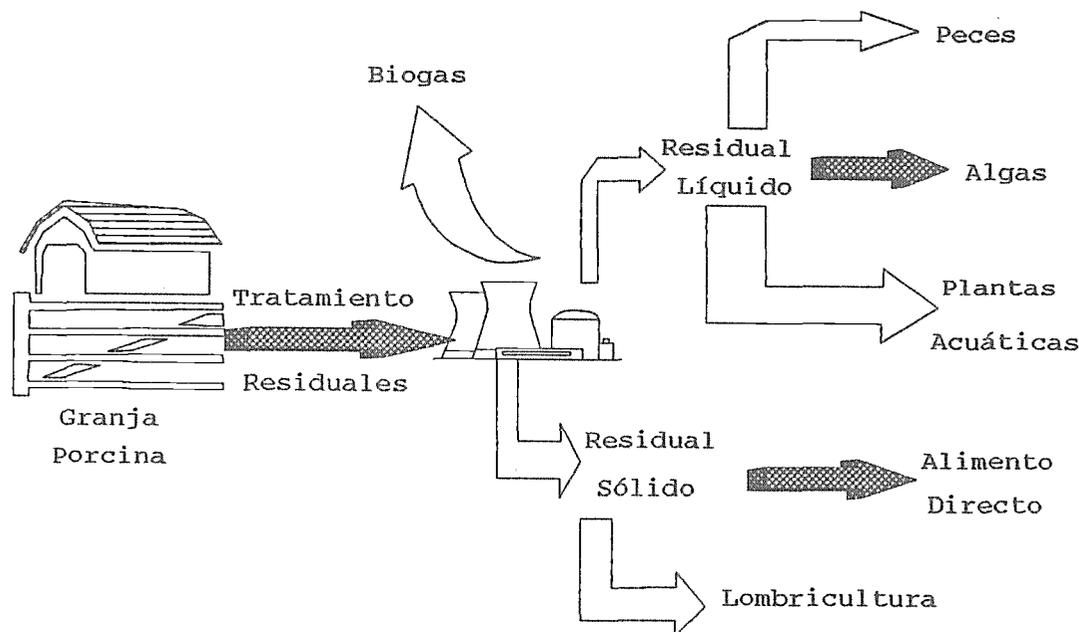


Figura 1. Tratamiento de Residuales en las Granjas Porcinas

Conclusiones

El incremento de la producción de proteína animal por la vía de la expansión de la porcicultura en un país en desarrollo de limitada extensión territorial, sólo puede garantizarse a partir de la creación de una base alimentaria para el ganado porcino que no implique la competencia del hombre y el animal por los mismos alimentos. Tal situación se agrava aún más si el país en cuestión no cuenta con una producción apreciable de cereales y granos ni tampoco dispone de los medios financieros para sustentar la adquisición en el exterior de estos alimentos. Sin embargo si este país cuenta con la posibilidad de explotar intensamente algún cultivo de alto rendimiento como lo es la caña de azúcar, y además establece una organización de acopio de bioresiduos para transformarlos de agentes contaminantes del medio en alimentos para los animales, es posible crecer en la producción de carne de cerdo con recursos propios. Contar con un cultivo básico de alto rendimiento es el primer paso. El segundo es establecer un eficiente proceso de reciclaje de desperdicios. En cualquier

unidad pecuaria hay animales que se mueren durante el proceso productivo; además hay los residuos del matadero de los animales sacrificados. Estas fuentes proteicas se pueden recuperar e incorporar a la planta de desperdicios.

La excreta de los animales iría a biodigestores donde se recuperaría el biogas que se utilizaría en la caldera industrial de la planta procesadora. Los efluentes líquidos se pueden usar en la producción de plantas acuáticas y peces, los cuales pueden incorporarse en el proceso de la planta. Por otra parte, los residuales sólidos se depurarían mediante la vermicultura con la producción de lombrices y de humus el cual se emplearía conjuntamente con los residuales líquidos en la fertilización de la caña con la obtención de azúcar para consumo humano y mieles intermedias para los cerdos. A este sistema se incorporan otros desperdicios de comedores, agrícolas e industriales de las áreas cercanas para aumentar la disponibilidad de alimentos.

Esta estrategia puede convertirse en una alternativa susceptible de aplicación en otras regiones tropicales. Tales sistemas requieren de trabajo científico e ingenio tecnológico, pero constituyen sin dudas, una de las principales vías para incrementar el desarrollo porcino.

Bibliografía

- Atkinson, J and K.J. Carpenter 1970. Nutritive value of meet meals. J. Sci. Food Agric. 21:366.
- Balazs, G.H., W.J. Hugh and C.C. Brookss. 1971. Composition digestibility and energy evaluation of food waste products for swine in Hawaii. Hawaii. Agric. Exp. Sta. Tech Bull 84:16.
- Daccord, R. 1970. The feeding of swill to fattening y pigs. Znich. Roche Ltd Publ. 30 p.
- Del Río, J., A. Pineda y R. Chao. 1980. Criterio tecnológico en el diseño de las nuevas plantas procesadoras de desperdicios alimenticios. Cienc. Tec. Agric. Ganado Porcino 3(2):35.

- Domínguez, P. L. 1979. Nota sobre la composición química de los residuos de algunas variedades de cítricos cultivados en Cuba. *Cienc. Tec. Agric. Ganado Porcino* 2(3):41-50.
- Domínguez, P.L. 1985. Búsqueda y optimización de fuentes nacionales que posibiliten el incremento del volumen de desperdicios y subproductos alimenticios disponibles. Informe de Tema. Instituto de Investigaciones Porcinas. La Habana 29 p.
- Domínguez, P.L. 1990. Sistema de alimentación porcina con desperdicios procesados y otros subproductos agroindustriales. En: Taller Regional sobre "Utilización de los recursos alimenticios en la producción porcina en América Latina y el Caribe". FAO. Roma. Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana. Cuba.
- Domínguez, P.L. 1991. Sistemas de alimentación de cerdos con desperdicios alimentarios procesados y otros subproductos agroindustriales. Serie de Trabajos y Conferencia No. 1. CIPAV. Cali, Colombia.
- Estrada, P.E. 1986. Evaluación productiva y económica de un sistema de ciclo completo con utilización de desperdicios alimenticios. XXI Reunión Nacional de AMVEC 86. Tlaxcala, México.
- FAO, 1992. Anuario estadístico de pesca, captura y desembarques. Vol. 72 FAO, Roma.
- FAO, 1993. Anuario de producción. V 46. FAO. Roma.
- Ffoulkes, D, S. Espejo, D. Maria, M. Delpeche and T.R. Preston. 1978. El plátano en la alimentación del bovino. Composición y producción de biomasa. *Prod. Anim. Trop.* 3:41-46.
- Figueroa, V. 1988. La caña de azúcar como cultivo principal en la producción porcina tropical. En: *Alimentación Porcina no Convencional*. Ed. V. Figueroa, P.L. Domínguez, A. Maylin y J. Ly. Centro de Información y Documentación Agropecuaria, La Habana, p. 115-132.
- Figueroa, V. y J. Ly. 1990. Alimentación porcina no convencional. Colección GEPLACEA. Serie Diversificación GEPLACEA/PNUD, México D.F. 215 p.
- Fitzpatrick, D.W. and H.S. Bayley. 1977. Evaluation of blood meal as a protein source for young pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 57:745.
- García, A., P.L. Domínguez y J. Ly. 1991. Estudios de composición

- bromatológica de plantas de plátano (*Musa spp*) destinados a la alimentación porcina. IV Congreso ALVEC, C. de La Habana, np. 3.
- Gurin, A.J. 1972. Organización de la recogida y uso de los desechos o residuos alimenticios. *Zhivotnovodstvo* 2:1.
- Hunter, J.M. 1919. Garbage as a hog feed. N.J. Agric. Exp. Sta. Ann. Rpt. 109.
- ICIDCA. 1988. Manual de los derivados de la caña de azúcar. GEPLACEA-PNUD. Serie Diversificación, Ciudad de México.
- Jarquin, R y R. Brassani. 1977. Turrialba 27(4):385.
- Kjeldsen, N. F., V. Danielsen, H.E. Nielsen and B.O. Eggun. 1981. Increasing amount of fish meal in diets to early weaned pigs. *Nutr. Inst. Anim. Sci. Wemsletter* 390:4.
- Maylin, A. 1980. Composición química y conservación de los desperdicios procesados y terminados. Informe de Tema. La Habana. Ministerio de la Agricultura. 92 p.
- Mena, A. 1988. Utilización del jugo de caña de azúcar para la alimentación animal. Sinopsis. En: La caña de azúcar como pienso. Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal. No. 72. FAO. Roma p. 153-163.
- Muller, Z. 1980. Feed from animal wastes: state of knowledge. FAO. Animal Production and health paper. No. 18. FAO. Roma. 190 p.
- Pearce, G.R. 1977. Generation and utilization of wastes from intensive piggeries. 48 th ANZAAS Congress. Melbourne, Australia.
- Preston, T.R. 1988. Fractionation of sugar cane for feed and fuel. En: La caña de azúcar como pienso. Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal No. 72. FAO-Roma. 190 p.
- Restrepo, I. 1991. Los demonios del consumo (basura y contaminación). Centro de Ecodesarrollo México. D.F.
- Williams, R.H. and V.S. Cunningham 1918. Fattening hogs on garbage alone. *Arig. Exp. Sta. Ann. Rev.*
- Wu-Leung, W. y M. Flores. 1961. Tabla de composición de alimentos para América Latina. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Ciudad de Guatemala.

Capítulo 11

Desperdicios Procesados y Subproductos Agroindustriales y de Pesca en la Alimentación Porcina en Cuba

Pedro L. Domínguez
Instituto de Investigaciones Porcinas
La Habana, Cuba.

INTRODUCCIÓN

Hay que destacar que los países subdesarrollados, por lo general no poseen ni las condiciones climáticas ni el desarrollo tecnológico que les pueda permitir obtener una base alimentaria adecuada con que sustentar una producción porcina intensiva. Sin embargo, en estas regiones sí se dispone de cultivos y recursos que pueden contribuir a un aumento en la eficiencia de la crianza porcina. Mucho de ellos dejan en el campo o en su procesamiento una gran cantidad de subproductos que pueden colaborar a disminuir la importación de cereales. Es así que a continuación se discutirán algunos aspectos en cuanto a la posible utilización en la alimentación de los cerdos de algunos subproductos agrícolas, residuos de matadero, residuos de pescado y desperdicios de la alimentación humana.

RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

Boniato o batata (*Ipomoea batatas*)

Tradicionalmente el boniato ha sido cultivado en los países tropicales de América Latina y el Caribe para el consumo humano, mientras que su follaje ha sido siempre considerado un residuo. La composición química del tubérculo y el follaje del boniato se muestran en la tabla 1.

Los tubérculos tienen bajos niveles de proteína, grasa y fibra siendo considerados como fuentes energéticas por su elevado contenido de almidón. El follaje sin embargo, se caracteriza por ser principalmente una fuente de proteína y de vitaminas.

Tabla 1. Composición química del tubérculo y el follaje del boniato.

	Tubérculos	Follaje
Materia seca (%)	29.2	14.2
Proteína bruta (%)	6.4	18.5
Cenizas (%)	5.3	12.5
FAD (%)	5.5	23.5
Energía bruta, MJ/kg MS	16.5	14.4

Fuente: Domínguez 1992

El follaje ha sido estudiado reemplazando el 25 y el 50 % de la harina de soya en dietas basadas en el tubérculo cocido del boniato (Domínguez *et al*, 1991). El uso del follaje fresco a ambos niveles disminuyeron el consumo de materia seca, debido probablemente a lo voluminoso de este alimento (12-15 % MS). El nivel más alto determinó un empeoramiento de las ganancias y la conversión (Tabla 2). Sin embargo con los niveles bajos de sustitución de la harina de soya, las conversiones fueron similares al control.

El follaje fresco ha sido estudiado también en cerdos destetados (6 a 12 kg) para reemplazar un 10% de los piensos comerciales. El comportamiento animal fue satisfactorio tanto en la ganancia media diaria (186 vs 202 g/d) como en la conversión (2.8 vs 2.5 kg MS/kg) así como con respecto a la mortalidad y los desechos (Mora *et al*, 1992).

Tabla 2. Follaje como sustituto parcial de la soya en cerdos (29 - 90 kg) con dietas de tubérculo de boniato.

		Aporte protéico, %	
Harina de soya	62.9	47.7	32.2
Follaje fresco	0.0	18.8	37.9
<hr/>			
Consumo MS (kg/d)	2.71	2.46	2.46
Ganancia (kg/d)	0.77	0.69	0.64
Conversión (kg/kg)	3.51	3.55	3.81
Consumo fresco/ganancia (kg/kg)			
Harina de soya	0.72	0.54	0.39
Boniato cocido	9.50	8.60	8.10
Follaje fresco	-	2.40	5.10

Fuente: Domínguez *et al*, 1991

Residuos foliares del plátano

Los residuos foliares del plátano son ricos en vitaminas A, D y E y xantofilas así mismo pueden contener más de un 10 % de proteína. En Cuba se ha estudiado la utilización, en la alimentación de cerdos, el tercio superior del seudotallo conjuntamente con las hojas troceadas, secas al aire y molidas en forma de harina (García *et al*, 1994). En la Tabla 3 se ofrecen los datos del comportamiento de cerdos en crecimiento en los cuales se llegó a incluir hasta un 15 % en la dieta, sin grandes variaciones en la ganancia de los cerdos.

Tabla 3. Uso de residuos foliares del plátano en cerdos en crecimiento.

	0	5	10	15
Peso inicial (kg)	13.7	13.6	13.6	13.7
Peso final (kg)	28.3	28.0	28.2	27.6
Consumo (kg MS)	38.1	42.3	42.2	41.3
Ganancia (kg/d)	0.51	0.50	0.51	0.48
Conversión (kg/kg)	2.63	3.00	2.91	2.99

García *et al*, 1994.

Residuos de frutas cítricas

La conservación de los residuos de naranjas, mediante el ensilaje ha sido ensayado con resultados satisfactorios (Domínguez, 1979) señalándose que los desperdicios de las plantas procesadoras de cítricos son materiales adecuados para ensilar debido a sus características de pH, materia seca y relación reductores totales, proteína, así como a la producción de lactato y AGV durante el proceso de conservación. La posible afectación de los rasgos de comportamiento con dietas de desperdicios procesados y miel final al sustituir esta última por ensilaje de residuos de naranja fue estudiada en cerdos en ceba (Domínguez y Cervantes, 1978). El consumo de alimentos disminuyó cuando se utilizaron niveles de un 25 % o más de ensilaje de naranjas, (Tabla 4) aspecto este que al parecer estuvo más relacionado con el volumen de la ración que con un problema de palatabilidad, ya que de acuerdo con observaciones realizadas (Domínguez P.L., 1978, sin publicar) el cítrico ensilado es mucho más palatable que fresco o deshidratado.

No se observaron diferencias de importancia en la ganancia y se obtuvo una mejor conversión y un menor espesor de la grasa dorsal. Estos resultados sugieren que el ensilaje de cítricos puede ser utilizado en altas proporciones en la dieta y se compara ventajosamente con la miel final como fuente energética.

Tabla 4. Rasgos de comportamiento de cerdos cebados con ensilaje de naranjas.

Ensilado de naranja	0.0	12.0	25.0	40.0
Miel final	49.3	37.3	24.3	9.3
Peso inicial (kg)	39.2	40.5	39.6	38.3
Peso final (kg)	95.7	94.7	94.6	93.5
Consumo (kg MS/d)	2.81	2.88	2.60	2.45
Ganancia (kg/d)	0.62	0.62	0.59	0.60
Conversión (kg/kg)	4.54	4.64	4.37	4.08
Espesor de la grasa dorsal (mm)	39.0	37.0	36.0	34.0

Fuente: Domínguez y Cervantes 1980

Subproductos del arroz

En la Tabla 5 se ofrecen los rasgos de comportamiento de cerdos en pre-
ceba alimentados con cereales y polvo de arroz hasta niveles de un 40%.
De acuerdo a los datos es posible incluir hasta un 20% sin que los rasgos
de comportamiento empeoren mientras que los niveles de un 40%
disminuyen la ganancia de peso de los animales y empeoran las
conversiones debido probablemente a un incremento del nivel de fibra en
la dieta (García *et al*, 1980).

Tabla 5. Utilización del polvo de arroz en cerdos en crecimiento.

	Nivel de polvo de arroz		
	0	20	40
Peso inicial (kg)	11.3	10.3	10.4
Peso final (kg)	29.5	28.4	26.4
Ganancia (kg/d)	0.46	0.46	0.40
Consumo (kg MS/d)	1.26	1.22	1.27
Conversión (kg/kg)	2.76	2.70	3.17

Fuente: García *et al*, 1980

Ensilaje de Pescado

Existen diversos métodos para conservar el pescado pero la forma más
comúnmente empleada en la alimentación animal es mediante su
transformación en harina. Otra forma de conservación es el ensilado ácido,
método mucho más económico y que conserva en mayor grado la calidad
de la proteína presente en el producto fresco, al no ser sometido el pescado
a las altas temperaturas del proceso de producción de harina.

Alvarez (1972) en pruebas realizadas con ratas demostró que no
existen diferencias en cuanto a la calidad de la proteína del ensilaje de
pescado preparado con ácido sulfúrico cuando se comparó con la harina
de pescado y la caseína.

En Cuba se han realizado experimentos en los cuales se ha sustituido
la harina de pescado por ensilaje en dietas de desperdicios procesados y
miel final (Cervantes, 1979). En un primer experimento (Tabla 6) se

utilizó un ensilaje preparado con ácido sulfúrico al 50 % en una proporción de 60 ml/kg (Alvarez, 1972). En este experimento se observó un empeoramiento de los rasgos de comportamiento debido, quizás, a una disminución del consumo. En el segundo experimento se utilizó una concentración ácida de 30 ml/kg, en cuyo caso se puede sustituir hasta el 50 % de la harina por ensilaje de pescado sin afectar los rasgos de comportamiento de los cerdos. Un factor que parece haber influido en los resultados de ambos experimentos es la alta acidez del producto, el cual se usó sin ser neutralizado.

Un factor limitante en la utilización de los ensilados ácidos puede ser el costo ó la disponibilidad del ácido a emplear, sin embargo, el empleo de una fuente de carbohidratos barata para producir ensilaje de pescado puede ser una solución de fácil aplicación en nuestras áreas. En Cuba se ha ensayado la conservación de los residuos de pescado y morralla con la adición de miel final de caña mediante dos sistemas. En el primero se añade miel del 20 al 30% en base fresca, el pescado debe de molerse previamente y mezclarse con la miel. El material una vez mezclado se almacena en recipientes tapados herméticamente y se conservan por los ácidos que produce la fermentación anaerobia de los carbohidratos (Domínguez, P.L. y Mora, M. 1985 sin publicar). Otro sistema consiste en cubrir totalmente y en capas el pescado con miel final de forma que en la superficie quede al menos una capa de 15 cm de miel se pone encima del ensilaje una malla metálica con un peso para evitar que el pescado flote y evitar así que se deteriore. En este caso ocurre fundamentalmente una conservación de tipo osmótico en la cual el pescado se deshidrata parcialmente y disminuye la carga de microorganismos (Domínguez P.L. y Mora M., 1985 sin publicar). Este producto se ha utilizado por los pequeños productores en Cuba de forma artesanal.

Desperdicios Procesados

El acopio y transportación de todo tipo de desperdicios y subproductos de la alimentación humana (desperdicios de comedores, residuos de cosecha, subproductos agroindustriales y de la pesca), y su procesamiento (Del Río *et al*, 1980) para alimentar cerdos sin riesgos sanitarios, es una práctica utilizada en Cuba comercialmente por más de 20 años, y que ha permitido una producción de cerdos económicamente eficiente.

Tabla 6. Comportamiento de cerdos con la sustitución de harina por ensilaje de pescado.

Nivel de sustitución	Intervalo de peso, kg	Consumo MS kg/día	Ganancia kg/día	Conversión kg/kg
Primer experimento				
0	32-91	2.5	0.53	4.70
25	31-86	2.4	0.48	5.00
50	32-87	2.4	0.48	5.00
100	31-70	1.9	0.33	5.80
Segundo experimento				
0	26-78	2.1	0.54	4.1
25	25-79	2.1	0.55	4.0
50	26-78	2.1	0.54	4.0
100	25-69	1.9	0.44	4.4

Fuente: Cervantes, 1979.

Las plantas procesadoras de desperdicios han constituido el eslabón fundamental del sistema cubano de reciclaje de bioresiduos, pues a la vez que han colaborado en la descontaminación del medio ambiente han contribuido también a disminuir al máximo la competencia con el hombre por los mismos alimentos.

Valor nutricional de los desperdicios procesados

El estudio sistemático de la composición química (Tabla 7) de los desperdicios procesados que se producen en Cuba nos muestra que este producto suele tener un contenido de materia seca que oscila entre 15 y 18 %; la proteína bruta entre 18 y 22 % y las cenizas alrededor de un 10 % con un valor para la energía bruta de aproximadamente 18.0 MJ/kg de MS (Domínguez, 1991).

Tabla 7. Composición química (%) de varias muestras de desperdicios procesados.

Muestra	1	2	3	4
Materia seca, %	15.4	18.6	17.8	13.5
Cenizas	16.7	15.7	7.9	8.9
N x 6.25	22.2	19.6	18.6	19.1
Fibra bruta	7.8	6.9	6.5	12.6
Extracto etéreo	8.3	10.8	8.0	6.6
ELN	45.0	47.0	59.0	52.8
Energía bruta, MJ/kg MS	18.0	19.1	18.1	16.0

Fuente: Domínguez, 1991

Aunque el contenido de la proteína es alto, las pruebas de evaluación con ratas ha dado como resultado que el valor nutritivo de los compuestos nitrogenados de los desperdicios procesados no es comparable con el de la caseína. Sin embargo, pueden considerarse como valores aceptables para una fuente protéica en gran parte de origen vegetal (Tabla 8).

Tabla 8. Valor nutritivo de los compuestos nitrogenados de los desperdicios.

Criterio utilizado	Desperdicios procesados	Caseína
Digestibilidad verdadera (%)	90.4	97.2
Valor biológico (%)	58.0	91.6
Utilización neta de la proteína	52.6	89.0

Fuente: A. Maylin y P.L. Domínguez, 1990 (Sin publicar.)

Los coeficientes de utilización digestiva de los principales nutrientes de los desperdicios procesados, se pueden considerar aceptables si se tiene en cuenta el tipo de producto y el procesamiento al que tienen que ser sometidos. No se observaron marcadas diferencias entre la digestibilidad

total y pre-cecal de los distintos nutrientes (Tabla 9). La energía digestible es similar a la de los cereales y la retención de nitrógeno se mantiene en valores adecuados (Domínguez *et al*, 1987).

Tabla 9. Digestibilidad total y pre-cecal de los desperdicios procesados.

Parámetro	Total	Pre-cecal
Digestibilidad (%)		
Materia seca	68.9	77.1
Nitrógeno	65.2	76.0
ED (MJ/kg MS)	13.0	14.6
EM (MJ/kg MS)	-	13.9
EM/ED	-	0.95
Retención de N		
g/d	15.3	16.4
% ingerido	34.2	36.6

Fuente: Domínguez *et al*, 1987.

Con el fin de conocer como era la digestibilidad de la proteína en diferentes regiones del país, se estudió la digestibilidad *in vitro* con pepsina-pancreatina obteniéndose resultados muy similares entre regiones: (Santiago de Cuba 58.9%, Sancti Spiritus 61.3% y Pinar del Río 63.5% (Domínguez, 1991). Con los valores pre-cecales anteriores, se llegó a la conclusión de que la calidad de la proteína era similar en las diferentes zonas del país.

González *et al* (1984) plantean que es factible sustituir hasta un 50 % de la materia seca en dietas de cereales por desperdicios procesados, sin utilizar ningún tipo de suplementación y sin afectar los índices de conversión. Sin embargo, ya a estos niveles de sustitución se observa una disminución del consumo de alimentos, (Tabla 10) a pesar de que al control de cereales se le ofertaba la dieta restringida. Al parecer un aspecto que parece limitar la ganancia de peso de los animales con este tipo de dietas es el consumo de nutrientes con motivo de los grandes volúmenes

que son necesarios ingerir con este alimento debido a su bajo contenido de MS.

Tabla 10. Comportamiento de cerdos con desperdicios y piensos balanceados.

Desperdicios Procesados	0	50
Pienseo balanceado	100	50
Consumo, kg MS/día	2,06	1,89
Ganancia, kg/día	0,59	0,55
Conversión, kg/kg	3,47	3,45

Adaptado de González et al, (1984)

Una revisión de la composición química y del comportamiento de los cerdos con desperdicios procesados y sus posibles combinaciones la ofrece Domínguez (1990).

La caña de azúcar en la alimentación de los cerdos con desperdicios procesados

La caña de azúcar es posiblemente el cultivo más productivo del mundo por su eficiencia en la producción de biomasa. Es además una planta perenne con ciclos de rotación que puede llegar hasta 6 a 7 años con buenas condiciones de cosecha y manejo, y en Cuba constituye la fuente de energía renovable por excelencia.

La vinculación de la caña de azúcar con la política de reciclaje ha estado basada en el fraccionamiento y procesamiento industrial de este cultivo.

Aunque existen informaciones de la utilización de las dietas de desperdicios procesados de algunos derivados de la caña de azúcar con altos niveles de fibra tales como harina de caña y bagacillo realmente estos subproductos se utilizan sólo ocasionalmente en las plantas procesadoras y a niveles que no exceden el 5 % de inclusión (Domínguez, 1985).

Debido a que el país cuenta anualmente con un gran volumen de mieles de caña, ha sido este el principal producto ensayado en su mezcla

con los desperdicios procesados. Sin embargo, debido a que las mieles de caña son esencialmente fuente de carbohidratos, su combinación con los desperdicios procesados disminuye la proteína bruta de la mezcla por lo que generalmente se compensa mediante la adición de una fuente protéica. En la Tabla 11 se ofrece un ejemplo de los resultados que pueden obtenerse con mezclas de desperdicios procesados, los cuales son aceptables para estas dietas sobre todo si consideramos que el balance de nutrientes puede perfeccionarse con una adecuada suplementación minero-vitamínica y de amino ácidos esenciales.

Tabla 11. Rasgos de comportamiento de cerdos alimentados con pienso comercial y dos mezclas de desperdicios procesados (DP).

	Comercial	DP-1	DP-2
Desperdicios procesados	-	27.8	39.4
Miel final	-	34.6	49.3
Levadura torula	-	7.9	11.3
Pienso comercial	100	29.7	-
Consumo MS (kg/d)	2.47	2.92	2.78
Ganancia (kg/d)	0.72	0.71	0.62
Consumo/ganancia (kg/kg)	3.38	4.14	4.50

Fuente: Domínguez y Cervantes, 1978.

Suplementación de los desperdicios procesados

Generalmente la dieta que se utiliza en la ceba comercial de cerdos en Cuba es una mezcla de desperdicios procesados y miel de caña, suplementados con un pienso seco que constituye entre un 25 a 30 % de la ración y que está basado en cereales y fuentes protéicas tradicionales. Esta suplementación se realiza con el propósito de elevar el nivel de materia seca de la dieta y suministrar los suplementos adecuados.

La información existente con respecto a la composición de vitaminas, minerales y amino ácidos de los desperdicios procesados ha permitido suplementar adecuadamente esta dieta con resultados satisfactorios, de manera que la diferencia en el comportamiento animal al utilizar miel final

o miel B en estas raciones disminuyen notablemente (Tabla 12).

Tabla 12. Desperdicios procesados y miel final o miel B con aditivos o sin ellos en cerdos (26-94 kg).

Miel	Final	B	Final	B
Aditivos	No	No	Sí	Sí
Comportamiento:				
Consumo (kg MS/d)	2.47	2.52	2.71	2.75
Ganancia (kg/d)	0.53	0.62	0.68	0.71
Conversión (kg/kg)	4.78	4.07	4.01	3.89

Fuente: Domínguez *et al*, 1988.

Como resultado del análisis de regresión de la variación de la ganancia con el consumo de dietas basadas en mezclas de desperdicios procesados y mieles de caña con o sin suplementación, se demostró que a pesar del nivel de consumo, la suplementación de estas dietas garantizaba entre 100 y 150 g/d más de ganancia de peso (Domínguez, 1990).

Al parecer la suplementación de estas dietas es más importante que el tipo de miel utilizado (Tabla 13), al menos cuando esta no se utiliza en niveles superiores al 30% BS de la ración, obteniéndose rasgos de comportamiento muy similares entre las mezclas de desperdicios procesados y diferentes mieles de caña y las dietas de cereales (Pérez *et al*, 1987).

Tabla 13. Comportamiento de los cerdos (30-92 kg) con dietas de desperdicios y mieles de caña.

	Maíz/ Levadura	Desperdicios/Levadura y miel:		
		Final	B	Rica
Días en prueba	80	84	80	81
Ganancia (kg/d)	0.78	0.74	0.77	0.77
Consumo (kg MS/d)	2.56	2.74	2.61	2.57
Conversión (kg/kg)	3.29	3.67	3.37	3.31

Fuente: Pérez *et al*, 1987.

RESIDUOS DE MATADERO Y ANIMALES MUERTOS

Pastas Protéicas

La industrialización de la matanza de los animales y del procesamiento de la pesca para el consumo humano, trae consigo la concentración de gran cantidad de desperdicios que pueden ser utilizados en la alimentación animal. Entre los más importantes tenemos: sangre, pelos y plumas, vísceras y huesos y decomiso de animales. Generalmente estos residuos se utilizan en forma de harina pero estos procedimientos son complejos y costosos, por lo que en muchas ocasiones son simplemente desechados sin darle una utilización adecuada.

Por otro lado en la mayor parte de los casos, los cadáveres de animales que mueren en las granjas se incineran con los peligros sanitarios que esto implica si no hay una correcta manipulación.

Teniendo en cuenta esta situación en Cuba se diseñaron líneas de procesamiento para estos desperdicios (Pineda *et al.*, 1986) cuyo producto final es una pasta de alto contenido de proteína (pasta protéica).

Debido a la necesidad de poder usar el producto obtenido durante varios días, se diseñaron sistemas de conservación basados en la utilización de ácidos inorgánicos o con mieles de caña (Domínguez, 1990). La composición de estos productos se ofrecen en la Tabla 14.

Tabla 14. Composición química de pastas protéicas.

Medidas (% bs)	Conservadas con	
	Acido	Miel
Materia seca	30,5	41,6
N x 6,25	40,2	23,5
Cenizas	25,8	21,2

Fuente: Domínguez, 1990.

El producto conservado con miel tiene la desventaja de que la proteína se diluye sin embargo es más palatable que cuando se conserva con ácidos inorgánicos (Domínguez 1988, sin publicar).

La digestibilidad de las pastas protéicas conservadas con ácidos inorgánicos (Tabla 15) se evaluó como única fuente protéica en dietas de mieles frente a fuentes protéicas de reconocido valor biológico como la harina de soya, la levadura torula y la harina de carne (Domínguez *et al*, 1986), obteniéndose resultados satisfactorios. La digestibilidad de la proteína fue similar a la de la harina de soya y superior a las de harina de carne, y levadura torula, mientras que la retención de nitrógeno fue mayor que en las demás fuentes protéicas estudiadas.

Tabla 15. Digestibilidad de dietas de mieles suplementadas con pastas protéicas.

CUD (%)	Harina de soya	Fuentes Protéicas		
		Levadura torula	Harina carne	Pasta protéica
MS	94.6	94.2	89.1	91.4
MO	95.8	95.3	93.9	91.8
N	90.2	85.4	87.4	90.9
Retención	54.4	53.6	52.8	57.5

Fuente: Domínguez *et al* (1986).

La utilización de las pastas protéicas implica un alto grado de organización, por lo que se considera de hecho un sistema industrial de producción de alimento animal mediante la transformación de productos de alto riesgo de contaminación en una fuente protéica de alto valor biológico para los cerdos.

En la Tabla 16 se ofrecen los datos del comportamiento de cerdos en ceba donde se utilizaron las pastas protéicas conservadas con mieles de caña para sustituir parcialmente la proteína aportada por la levadura torula a una dieta basada en tubérculo de boniato cocido (*Ipomoea batatas*). Los aportes de proteína estudiados de la pasta protéica a la dieta total fueron el 26.5 y el 52.8%, respectivamente y los resultados obtenidos en cuanto a ganancia y conversión fueron satisfactorios en ambos tratamientos,

aunque ya cuando la pasta protéica aportaba ms del 50% de la proteína se observa una disminución de la ganancia media diaria en los cerdos, sin que se pueda explicar este resultado a partir del valor biológico de la proteína de esta fuente (Domínguez *et al*, 1991).

Tabla 16. Comportamiento de cerdos (29-90 kg) con pastas protéicas conservadas con miel en dietas de boniato cocido (*Ipomea batatas*).

		Fuente de proteína (%)	
Levadura	62.9	40.9	19.1
Pasta protéica	-	26.5	52.8
Consumo (kg/d)	2.36	2.30	2.33
Ganancia (kg/d)	0.78	0.78	0.70
Conversión (kg/kg)	3.03	2.95	3.33

Fuente: Domínguez *et al*, 1991.

CONCLUSIONES

Una de las premisas fundamentales de un sistema sostenible de producción es el reciclaje de todos aquellos recursos que se generan dentro del sistema. La estrategia cubana de reciclaje de los residuos orgánicos constituye de por sí un sistema sostenible de producción con las siguientes ventajas:

- Recuperación y uso de residuos y subproductos que potencialmente constituyen una fuente de alimento para el cerdo.
- Contribuye a la descontaminación ambiental, transformando estos bioresiduos en un alimento inocuo para la salud del hombre y de los animales.
- Se obtiene un producto de fácil manipulación y nutricionalmente más balanceado que si se utilizarán independientemente unos residuos de otros.
- Utiliza tecnologías sencillas y económicas.
- Puede aplicarse a cualquier escala de producción.
- Puede vincularse a cualquier cultivo de alta productividad en el trópico.

Bibliografía

- Alvárez, R J. 1972. Estudio comparativo del valor nutricional de la proteína del ensilaje de pescado. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 6:231.
- Cervantes, A. 1979. Ensilaje y harina de pescado en la ceba de cerdos. Informe de Tema. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de La Habana 75 p.
- Del Río, J., A. Pineda y R. Chao. 1980. Criterio tecnológico en el diseño de nuevas plantas procesadoras de desperdicios alimenticios. *Cienc. Tec. Agric. Ganado Porcino* 3(2):35.
- Domínguez P. L. 1979. Nota sobre algunas características fermentativas de cítricos ensilados con miel final de caña. *Cienc. Tec. Agric. Ganado Porcino* 2(4):113-121.
- Domínguez, P.L. 1985. Búsqueda y optimización de fuentes nacionales que posibiliten el incremento del volumen de desperdicios y subproductos alimenticios disponibles. Informe de Tema. Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana, 29 p.
- Domínguez, P.L. 1990. Sistema de alimentación porcina con desperdicios procesados y otros subproductos agroindustriales. En: Taller Regional sobre "Utilización de los recursos alimenticios en la producción porcina en América Latina y el Caribe". FAO, Roma. Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana.
- Domínguez, P.L. 1991. Sistemas de alimentación de cerdos con desperdicios alimenticios procesados y otros subproductos agroindustriales. Serie de Trabajo y Conferencia No. .1, CIPAV Cali-Colombia, 41 p.
- Domínguez, P.L. 1992. Feeding of sweet potato products to monogastric animals. In FAO expert consultation on roots tubers plantains and bananas in animal feeding, Cali, Colombia.
- Domínguez, P.L. y A. Cervantes, 1978. Uso de los desperdicios procesados suplementados con miel final, cereales y levadura torula en la ceba de cerdos. *Cienc. Tec. Agric. Ganado Porcino* 1(4):39.
- Domínguez, P.L., Vivian Martínez, A. Pérez y A. Maylin, 1986. Utilización digestiva de la proteína de cadáveres de cerdos ensilados con ácido sulfúrico. Resúmenes V Reunión ALPA, 1986 p.34.

- Domínguez, P.L., A. Pérez y A. Maylin, 1987. Total and prececal digestibility of processed swill. IV Int. Sem. Physiol Digestion in the Pig (Abstr) Warzaw.
- Domínguez, P.L., L. Blanco, J. González and A. Pérez. 1988. The use of typical cuban diets based on swill and cane molasses for growing-finishing pigs. Proceeding of the VI World. Conference on Animal Production Helsinki p. 316 (Abstract).
- Domínguez, P.L. y A. Cervantes. 1980. Ensilaje de cítricos en la ceba de cerdos. Rasgos de comportamiento y canal. Cienc Tec. Agric. Ganado Porcino 3(1):77-95.
- Domínguez, P.L., A. Pineda, R. Chao., L. González, R. Herrera y Nidia Victores. 1990. Utilización de pastas proteicas conservadas con miel en la ceba de cerdos. Resúmenes Seminario XXV Aniversario ICA. La Habana, p. 133.
- Domínguez, P.L., A. Cervantes, C.M. Mederos, M. Frómeta y M. Castellanos. 1991. Uso de tubérculos y la parte aérea del boniato (*Ipomoea batatas* (L) Lam) en la alimentación de los cerdos en ceba. Resúmenes IV Congreso ALVEC La Habana, Cuba.
- García, A., A. Cervantes, M. Patterson, 1980. Utilización de polvo de arroz, miel final y levadura torula en la elaboración de piensos para cerdos de 60 a 100 días de edad. Cienc. Tec. Agric. Ganado Porcino 3(3):81-90.
- García, A., P.L. Domínguez, J. Ly y A. Puig. 1994. Uso de diferentes niveles de harina de residuos foliares del plátano (*Musa* spp) en piensos secos para cerdos. Zootecnia de Cuba (en imprenta).
- González, J., C.P. Díaz, P.L. Domínguez, J. Ly y Y. Torres, 1984. Evaluación de los desperdicios procesados como sustituto del pienso comercial para cerdos en ceba. Ciencia y Tecnología en la Agricultura. Ganado Porcino. 7(4):57-74.
- Mora, L.M., P.L. Domínguez, R. Calderón, J. Quintanó, 1992. Nota sobre la utilización del bejuco de boniato (*Ipomoea batatas*) en dietas de cerdos recién destetados. Zootecnia de Cuba 2(3-4):85-90.
- Pérez, A., A. Cervantes, M. Pérez y Vilda Figueroa, 1987. Comportamiento de cerdos en crecimiento alimentados con desperdicios procesados y diferentes mieles de caña. Ciencia y tecnología en la Alimentación. Ganado porcino. 10(3):39-48.

Pineda, A., R. Chao, J. del Ro, J. Alfonso y M. Leal, 1986. Tecnología para el procesamiento de cadáveres de animales y residuos de matadero. Jornada Interna. Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana, p. 5.

Capítulo 12

Tecnología para la Obtención de Pasta Proteica a partir de Animales Muertos, Desperdicios de Mataderos y Subproductos de la Pesca

A. Pineda, J. del Rio, R. Chao, A. A. Pérez y Victoria Martínez
Instituto de Investigaciones Porcinas,
La Habana, Cuba

INTRODUCCION

La producción de harina de carne y hueso a partir de desperdicios de origen animal es una práctica internacional bastante antigua, que tiene dos objetivos básicos: la obtención de un suplemento protéico de alto valor en el mercado y la descontaminación ambiental que presupone la recolección y el tratamiento adecuado de estos desechos orgánicos, que son focos potenciales propagadores de gérmenes patógenos.

Sin embargo la tendencia a producir pasta protéica con estos materiales, eliminando total o parcialmente el proceso de secado, tomó gran impulso en épocas recientes y en países como Alemania, Suecia y Cuba su introducción ha tenido bastante éxito, a pesar de algunas desventajas tales como mayores capacidades de transportación y almacenamiento; y menor período de conservación de la pasta.

Esto se debe a las ventajas indiscutibles que tiene la tecnología de producción de pasta protéica:

- El valor biológico de los nutrientes es superior, debido a la corta duración del tratamiento térmico.
- Al ahorrar la energía de secado, los costos de producción se reducen considerablemente.

- La tecnología de producción de pastas, constituye un circuito cerrado de manipulación por tuberías que prácticamente anula el peligro de recontaminación del producto.
- Por último, el volumen, complejidad y costo del equipamiento es mucho menor.

En Cuba se comenzó a estudiar el procesamiento de los animales muertos desde 1985. Este estudio contempló el desarrollo de un destructor de producción nacional, capaz de esterilizar y convertir en pasta los cadáveres de animales enteros, produciendo un suplemento protéico de alto valor biológico; apto para el consumo animal.

En 1987 se evaluó el destructor prototipo DTM- 1.5M, insertado en una línea tecnológica experimental. Los resultados de la evaluación fueron satisfactorios y hoy se cuenta con una producción en serie de 3 modelos; los cuales se adecuan a líneas tecnológicas de producción de pasta protéica con un amplio rango de capacidades.

DESCRIPCION DE LA TECNOLOGIA Y EL EQUIPAMIENTO TECNICO

La tecnología es relativamente sencilla y requiere pocos equipos auxiliares (ver fig.1). En general la materia prima compuesta por carcazas de animales, desperdicios de matadero y de la pesca, se introducen en el destructor y se esteriliza a 130°C durante 30 min. Por el efecto combinado de la temperatura, la presión y la agitación interna el material se transforma rápidamente en una pulpa, la cual contiene un 35% de materia seca, un 45% de proteína bruta y entre 20 y 30% de grasa (en base seca). Por cada tonelada de materia prima se obtiene una tonelada de pasta, pero si se pretende producir harina de carne y hueso, entonces por cada tonelada de materia prima se producen 390 kg de harina. La producción de harina implica el empleo adicional de un sistema para la extracción y tratamiento posterior de los vapores de la cámara de cocción (ciclón separador, condensador, etc.) que encarece el costo total de la instalación, pero que es indispensable para evitar la contaminación latente que estos vapores pudieran producir en la atmósfera. Los vapores condensados deben ser

enviados a una planta depuradora de residuales para su tratamiento final.

Siempre se ha dicho que el corazón de esta tecnología es el destructor DTM (ver fig. 2), que consta de 3 modelos: DTM 1.5, DTM 2.7, y DTM 5.5. El destructor es un equipo muy compacto y robusto que requiere poco trabajo de mantenimiento técnico y que posee una gran superficie de calefacción, para garantizar un breve procesamiento térmico de los materiales. Un elemento importante de este equipo es el raspador móvil dispuesto adecuadamente para facilitar la descarga del producto a través de una criba y para la separación de materias extrañas.

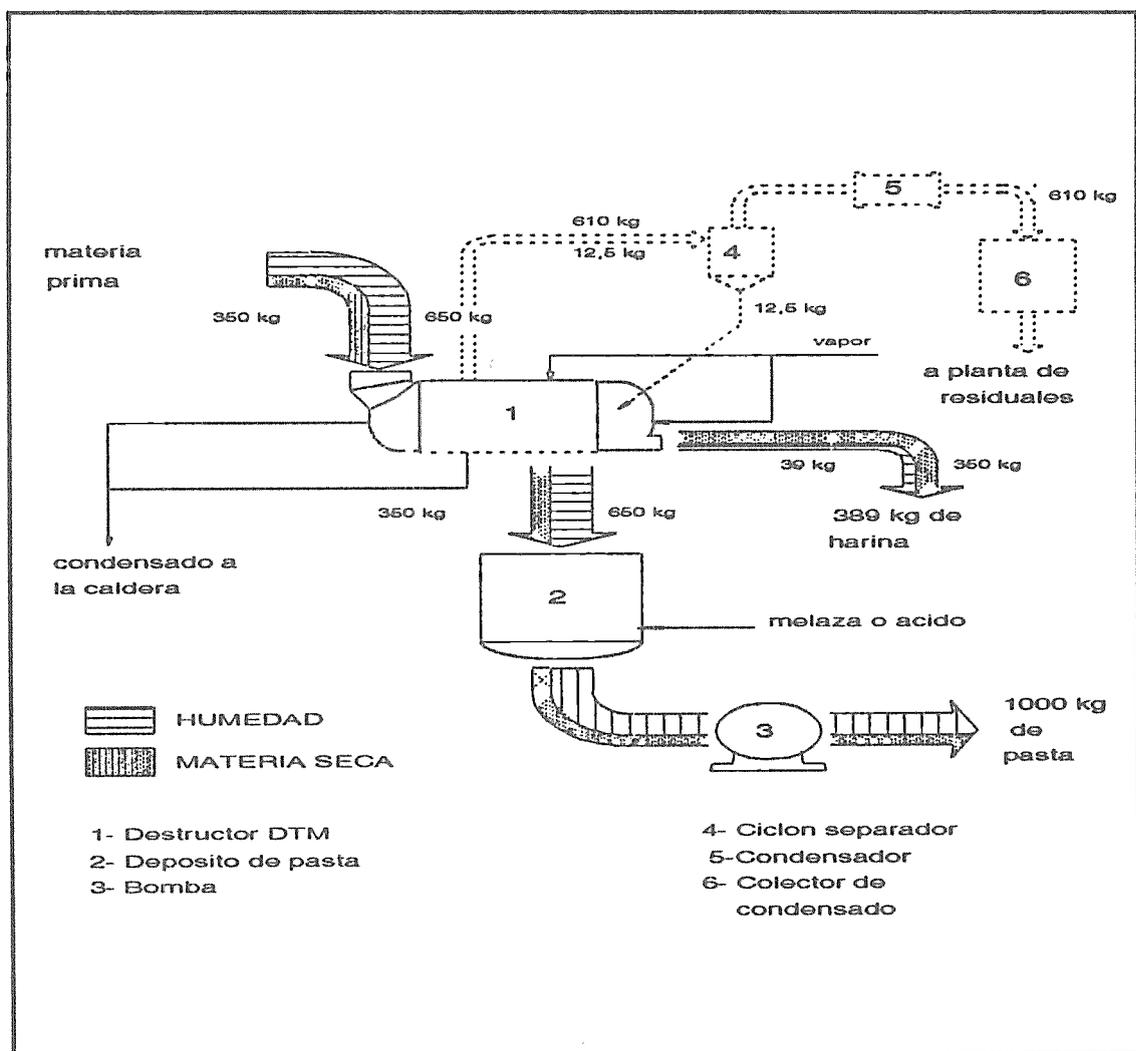


Fig. 1. Esquema tecnológico de la planta

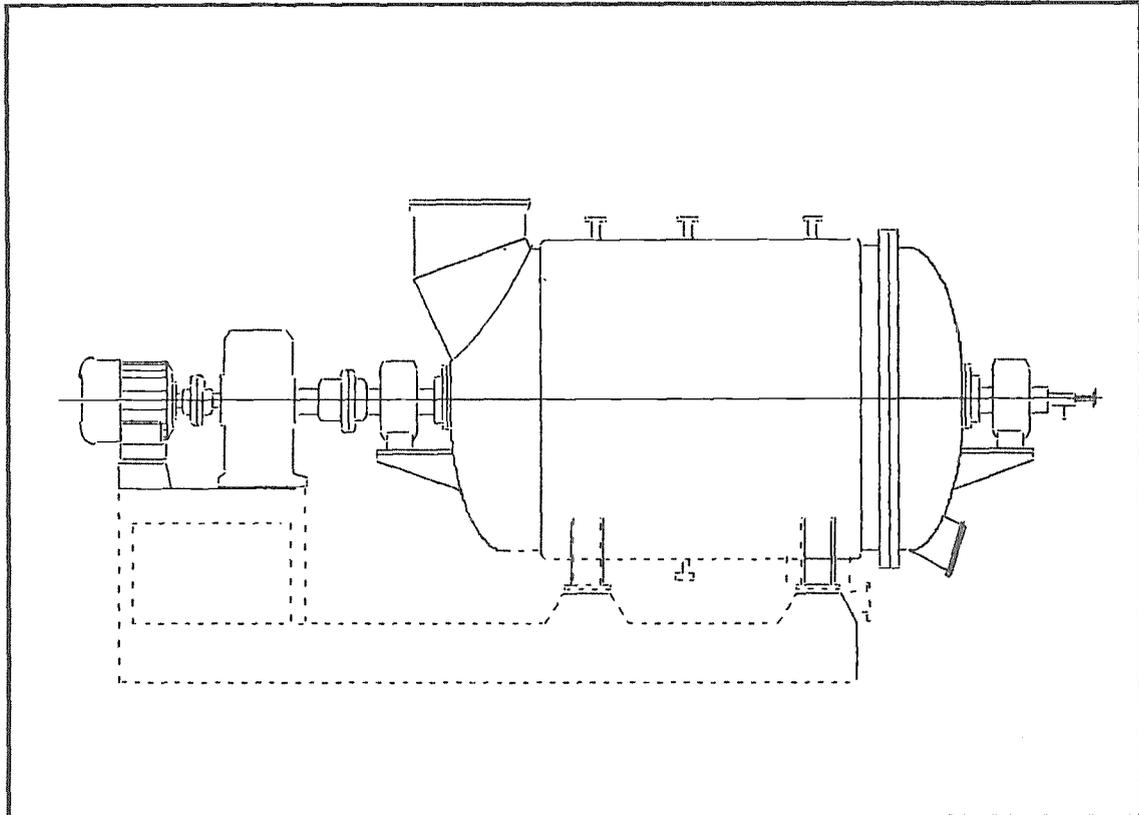


Fig. 2. Destructor modelo DTM

La gama de modelos DTM se adapta bien a cualquier tamaño de planta procesadora, tanto a las pequeñas de 5 ton de producción en un turno de 8 horas como a las grandes de 22 ton en igual turno de trabajo; y aún a capacidades mayores.

La planta mas difundida en Cuba es la LPP-5 que se muestra en la figura 3, por ser de bajo volumen de construcción y ajustarse bien a los requerimientos de las granjas de pequeña y mediana producción que en la actualidad proliferan en el país.

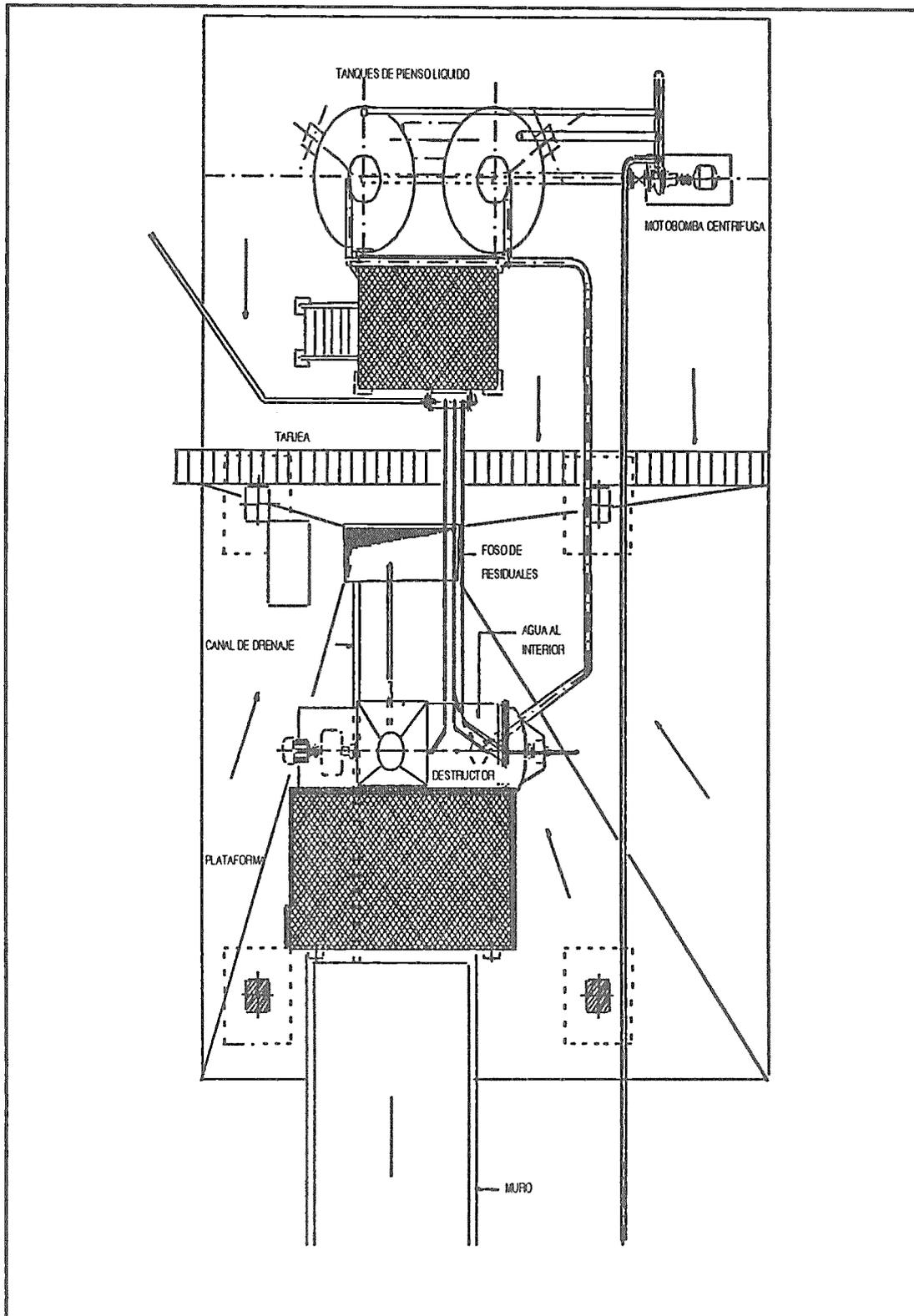


Fig. 3. Planta procesadora LPP-5

INDICADORES DE EXPLOTACION DEL EQUIPAMIENTO

Los índices de explotación de una planta de pasta protéica, similar a la descrita anteriormente, se expresan en la tabla I. Los datos están calculados en base al empleo de un solo destructor y se tienen en cuenta los diferentes modelos a incluir en una procesadora.

Tabla I. Indicadores de explotación de una línea tecnológica de pasta protéica en función del modelo de destructor.

Indicador	Modelo de destructor utilizado		
	DTM-1,5	DTM-2,7	DTM-5,5
Producción de pasta protéica:			
en un turno de 8 horas, ton	5	10.8	22
en un año de trabajo, ton	1,400	3,024	6,160
Materia seca de la pasta, %	30-35	30-35	30-35
Contenido protéico, %	40-50	40-50	40-50
Consumo de vapor:			
kg/turno de trabajo	812	1,530	2,940
kg/h	220-250	450-470	730-840
Consumo de combustible:			
sin RC, kg/t de m. prima	19.4	16.9	16
con RC, kg/t de m. prima	15.8	13.8	13
Gasto de electricidad, kWh/t	27.9	22.2	20.2
Potencia eléctrica sumaria, kW	37.7	43.7	76.7
Gasto de trabajo ¹ , hh/t	3.2	2.2	1.8

RC- recuperación del condensado

1- se considera el operador de la planta y el del camión de acópio

En la tabla se observa que los indicadores de combustible y electricidad tienden a disminuir a medida que aumenta el tamaño del

destructor. Las diferencias son acentuadas a favor del DTM 2.7 respecto al 1.5. Sin embargo al comparar los modelos 2.7 y 5.5 las diferencias no son muy marcadas, aunque siempre a favor del DTM 2.7 lo que nos sugiere que este último es una escala de explotación bastante apropiada. No obstante a esto, el equipo a seleccionar para la planta estará determinado por el nivel de producción de pasta protéica requerido por la demanda a satisfacer y justificado por las ganancias posibles a obtener.

Llama la atención el ahorro energético que se logra con la recuperación del condensado, con cualquiera de los 3 modelos, y que es del orden del 18.5%. De aquí se desprende que a mayor escala de producción industrial, mayor es el consumo de energía (combustible) y por tanto mayor la necesidad de recuperar y retroalimentar a la caldera el condensado producido durante la cocción. Una tendencia similar manifiesta el gasto de electricidad a medida que aumenta la escala de producción.

EFFECTO ECONOMICO DE UNA LINEA DE PRODUCCION DE PASTA PROTEICA

El precio del equipamiento tecnológico y los materiales de la nave industrial de una planta LPP-5, con una capacidad diaria de 5 ton (con un solo DTM 1.5) es de 89,200 USD. El valor total de la misma lista para su explotación industrial es de 154,840 USD; y el valor de un camión especializado con carga y descarga mecanizada se estima en 80,000 USD.

En el análisis siguiente se considera una vida útil de 10 años tanto para la planta como para el camión y una capacidad anual total de 1,400 ton de pasta protéica, correspondiente a un turno de 8 horas de trabajo durante 280 días al año.

Los indicadores económicos, así como los componentes del costo de producción de la tonelada de pasta se ofrecen en la tabla II (no se consideraron los costos inducidos del terreno por no disponer de referencias adecuadas sobre este renglón).

Comparando la pasta protéica con otra fuente protéica de origen animal como la harina de pescado (de 90 % de materia seca y 60% de proteína bruta), la cual tiene un precio en el mercado internacional de 600 USD /ton; se obtiene que 3.43 ton de pasta protéica contienen la misma

cantidad de proteína que 1 ton de harina de pescado y por tanto el precio equivalente de la pasta protéica es de $600/3.43 = 175$ USD/ton.

Tabla II. Indices económicos de una procesadora de pasta protéica

Indicador	Costo de producción USD/año	Componente del costo de producción USD/t de pasta
Amortización de la inversión	23,484	16.77
Mano de obra	1,828	1.31
Mantenimiento técnico	8,000	5.71
Consumo de combustible	4,853	3.47
Gasto de electricidad	3,906	2.79
Costo financiero	8,124	5.80
Seguro del camión	700	0.50
Seguro social	2,544	1.82
Impuesto sobre el valor agregado	17,304	12.36
Total	70,743	50.53

Valor de producción de una planta: $1,400 \times 175 = 245,000$ USD/año.

Costo de producción de una planta: $1,400 \times 50.53 = 70,742$ USD/año.

Ganancia neta: $245,000 - 70,742 = 174,258$ USD/año.

Plazo de recuperación: $234,840 / 174,258 = 1.34$ años.

Ritmo anual de recuperación: $174,258 / 234,840 = 74\%$.

Es decir que una planta reporta una ganancia anual de 174,258 USD y permite recuperar el dinero invertido en poco mas de un año a un ritmo anual de 74% lo que constituye una inversión economicamente muy atractiva y de enorme utilidad ecológica para la preservación del medio ambiente.

Es sumamente interesante el análisis cuando se comparan plantas con distintos modelo de destructores y diferentes capacidades de producción anual. La tabla III muestra el análisis económico comparativo de una procesadora cuando se emplean diferentes equipos DTM.

Llama la atención la disminución de los componentes del costo de producción de la tonelada de pasta protéica a medida que aumenta el

tamaño del destructor empleado en la planta, con excepción del seguro, que

Tabla III. Análisis económico comparativo de una línea tecnológica de pasta protéica en función del modelo de destructor

Componente	Costo según el tipo de destructor (US\$/Ton de pasta):		
	DTM-1,5	DTM-2,7	DTM-5,5
Amortización de la inversión	16.77	8.76	7.12
Mano de obra	1.31	0.73	0.45
Mantenimiento técnico	5.71	3.95	2.92
Consumo de combustible	3.47	3.11	3.02
Gasto de electricidad	2.79	2.22	2.00
Costo financiero	5.80	4.38	3.56
Seguro	2.32	1.68	2.02
Impuesto sobre el valor agregado	12.36	8.00	6.93
Total	50.53	32.83	28.02

tiende a aumentar en el caso del DTM-5,5. Esto último se debe a que en caso de utilizar este modelo es necesario disponer de 2 camiones para el acopio lo que aumenta el personal de la planta.

También se ve una marcada tendencia a disminuir el costo de producción de la tonelada de pasta protéica a consecuencia del aumento de la escala de producción y al hecho de que algunos costos de amortización, cuando se pasa de un modelo a otro, no se incrementan al mismo ritmo que la escala de producción de la planta.

CONCLUSIONES

- 1- La producción de pasta protéica constituye una herramienta económica y eficaz que compite con los suplementos protéicos de origen animal tradicionalmente usados en la alimentación animal.
- 2- Mayores escalas de producción industrial reducen los costo de producción de las pasta protéica.
- 3- Cuba cuenta con la base de equipamiento técnico adecuada para el procesamiento de animales muertos y otros desechos de animales,

dada en los destructores DTM construidos en serie en la EMPROMECTASIA, del MINAZ.

- 4- Para un uso eficiente de la procesadora, debe recuperarse el vapor de la cocción y reitegrarse como agua de alimentación de la caldera.

Referencias

- Chilton, T. H., Drew, T. B., Jebenns, R. H., 1944. Industrial an engineering chemistry. 36, p 510-516.
- Chupathin, V., Dormenko, V., 1975. Fish processing equipment. Mir publishers, Moscow, 35 p.
- Famfule, F.- Michalec, J., 1981. Vyhodnoceni destructoru D8 m3 instalovanich ve VAU Podborany. UVAU, Praha, 19 p.
- Heldman, D. R.- Singh, R. P., 1981. Food processing engineering. Second edition. AVI Publishing Co. Inc. Westport, USA., 10p.
- Kamp, H., 1979. Tradice firmy Stork-Duke a spoluprace s CSSR in: Sbor. z mezinarodni konference 80 roku ceskoslovenske veterinarni asanace, Brno, p 191-206.
- Kiehn, H., Kroll, J. E., Poppe, S., 1981. Eiweibfuttermittel druh die tierkorperversorgung. Agra, Empfehlungen fur die praxis. Rostock.
- Melnikov, S. V., 1983. Avarudovanie dlia prigotovlenie i transportirovki kormov iz pischevij atjodav. Spravochnik po mejanizatsii, Zhivotnovotsvo, Leningrad, Kolos.
- Oosterom, J., 1985. Guideline on the hygienic disposal and rendering of animal wastes to protect human and animal health. Publication WHO/VPH.
- Pineda, A. V., 1991. Tecnologiaa integral para le produccion de pienso liquido con alto nivel proteico en Cuba. (Trabajo de doctorado), Catedra de Mecanizacion, Universidad Agricola de Praga, 92 p.

Capítulo 13

Experiencia Cubana sobre Procesamiento Industrial de Residuos, Desechos y Subproductos Alimenticios como Piensos Líquidos

J. del Río , A. Pineda, R. Chao, M. Leal y A.A. Pérez.
Instituto de Investigaciones Porcinas,
La Habana, Cuba.

El uso de los desperdicios alimenticios como dietas para cerdos ha sido reportado desde hace mucho tiempo (Williams, 1918; Hunter, 1919; Asbrook, 1923; Woodman, 1942; Willete, 1948), y en tiempos más recientes por Engel (1957), Burdick (1958), Kornegay (1965), Barth (1966), Petersen (1967) y Dacoord (1968). Los mismos sirvieron de base científica para que Cuba comenzara a partir de finales de la década del 60 a producirlos y utilizarlos en la alimentación de los cerdos.

Estos primeros trabajos, sin rigor científico, dieron como resultado la construcción de 8 plantas distribuidas por todo el territorio nacional, incluyendo la Isla de La Juventud. Estas plantas procesaban entre 30 y 40 ton/d de materias primas obteniendo entre 40 y 60 ton de producto terminado, con la siguiente composición química en base seca (BS) aproximadamente: materia seca 10-14%, proteína 12-14%, energía bruta 17-18 kj/g.

La tecnología concebida, como se muestra en la Figura 1 consistía en lo siguiente:

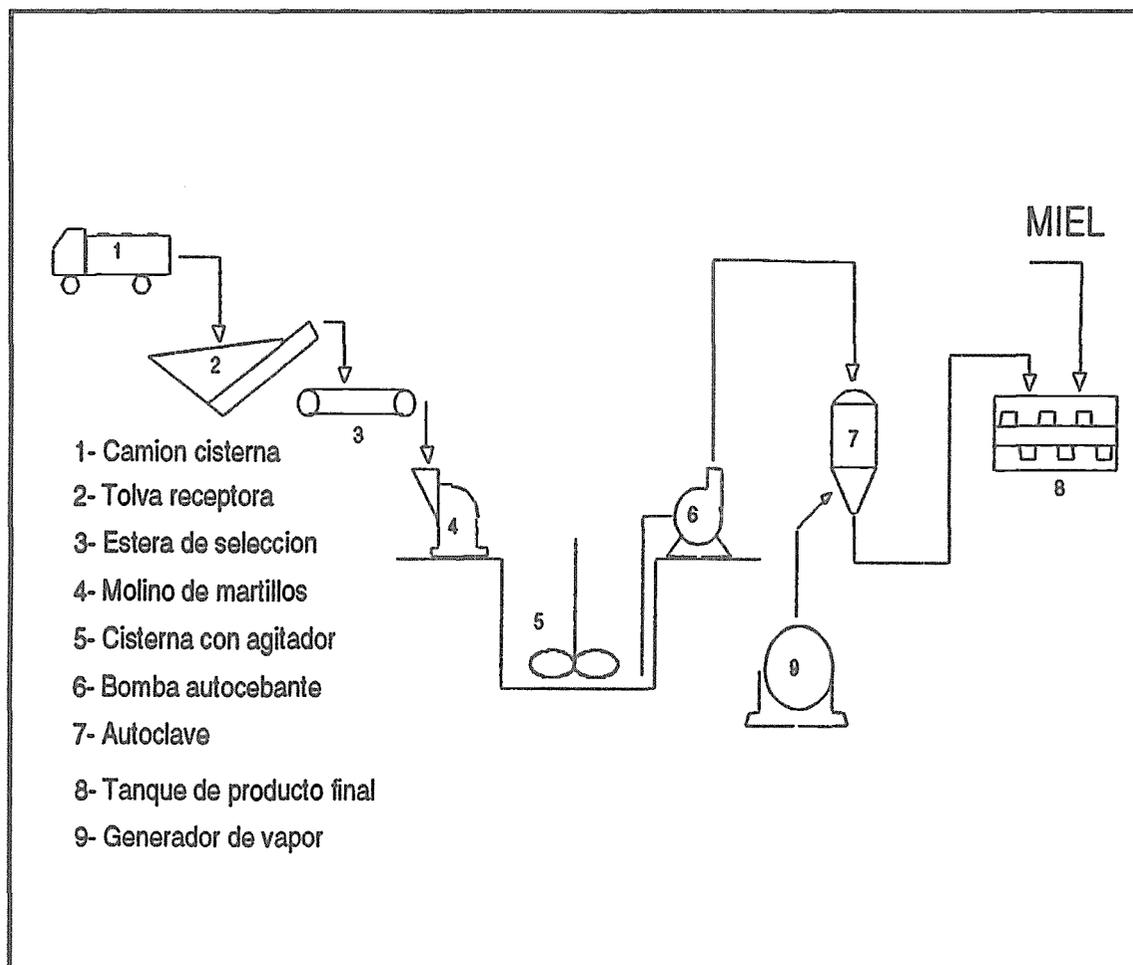


Figura 1. Esquema tecnológico de las primeras plantas cubanas.

La materia prima recolectada en camiones cisternas (1) se depositaba en una tolva receptora (2). De ésta el producto es extraído mediante un husillo sinfín y colocado sobre una estera transportadora (3) desde la cual se extraen los materiales indeseables. Inmediatamente el producto seleccionado se muele con un molino de martillos (4) y va a parar a una cisterna de concreto (5) agitándose el producto mecánicamente. De ésta, mediante una bomba autocebante (6), es impulsado hacia las autoclaves esterilizadoras (7) donde se somete a 121°C y 1 atm de presión hasta lograr su esterilización. De las autoclaves, el producto se descarga por su propia presión hacia los tanques enfriadores (8) comúnmente del tipo "Blanchard" o cristalizadores de azúcar. Algunas plantas añaden aquí, de forma manual, residuos de molinería y miel final al producto terminado.

Después de estas primeras experiencias prácticas y a partir de la

creación del Instituto de Investigaciones Porcinas en 1972, mas de 30 investigadores dedicaron gran parte de su tiempo, durante 2 décadas a poner a punto el sistema en una forma integral, estudiando todo tipo de desperdicios alimenticios tanto desde el punto de vista nutricional como desde el procesamiento industrial y distribución mecanizada de estos desperdicios así como estudian el manejo de los cerdos y el diseño de las instalaciones adecuadas para estas dietas líquidas.

Al mismo tiempo otros Institutos de Investigaciones pertenecientes a la Academia de Ciencias y a las facultades agropecuarias de las universidades iniciaron innumerables estudios relacionados con este sistema de alimentación logrando formarse todo un equipo multidisciplinario a nivel nacional.

A partir de 1974 y gracias a los primeros resultados obtenidos de los estudios científicos que se realizaban, se diseñó una nueva tecnología, denominada PL-02, que mejoraba la inicial en aspectos tales como:

- Acopio y recogida selectivas de las materias primas, atendiendo a su estado físico y a su composición química.
- Modificación del equipo selector de materias extrañas.
- Obtención del tamaño de partículas óptimo para su esterilización y para su distribución mecanizada.
- Rediseño de los esterilizadores mejorando su eficiencia térmica y evacuación del producto elaborado.
- Diseño ingenieril de los sistemas de homogenización y mezclado y de la capacidad óptima de almacenamiento: para permitir su enfriamiento, control de la calidad y balance nutricional antes de ser consumido por los cerdos, incluyendo la creación de una reserva del producto terminado que garantizara su disponibilidad ante contingencias inesperadas.

En el centro de este diseño estaba la eliminación de todo tipo de adición de agua antes del proceso de esterilización, aspecto este detectado en los primeros estudios de la tecnología y combatido fuertemente por la nueva tecnología, motivado fundamentalmente por los grandes gastos energéticos que implicaba su procesamiento y la baja materia seca con que se obtenía el producto final. Como primer logro de esta nueva tecnología

y aun sin demostrar todo su potencial se obtuvieron los siguientes resultados en la composición bromatológica del producto: materia seca 16-18%, proteína 14-18% y energía bruta 18-20 kJ/g.

En la tabla I. se muestran los principales parámetros de explotación obtenidos con la planta, tipo PL02.

Tabla I. Parámetros de explotación de las plantas PL02

Materia prima (ton)	64
Agua de proceso (ton)	54
Agua para enfriamiento (ton)	27
Cantidad de miel (ton)	17
Producción de PLT (ton)	161
Energía eléctrica:	
kWh/ton de PLT	2.3
kWh/ton de MS	16.2
Combustible,	
kg de diesel/ton de procesado	14.6
kg de diesel/ton de MS	91.4

Como se puede deducir de la tabla, aun después del nuevo diseño la cantidad de agua añadida al proceso iguala la cantidad de materia prima y miel, además algunos tipos de desperdicios alimenticios todavía, o no podían ser procesados o se dificultaba mucho su elaboración. Tal es el caso de la recuperación de los animales que mueren en las diferentes actividades pecuarias. De estas plantas se construyeron 15 en todo el país. Para esto se dió a la tarea de estudiar desde el punto de vista multidisciplinario la recuperación de esta materia prima que potencialmente representaba una fuente de alto valor protéico. Se estudio la utilización de estas llamadas pastas protéicas en las dietas de los cerdos como sustituto del componente de proteína y se desarrollo el equipamiento mecánico necesario para lograr convertir estos animales en un suplemento protéico pastoso, mezclable con el pienso líquido.

Después de consultar la bibliografía y de realizar visitas a varios países que ya recuperaban estos animales, y poseían tecnología para su procesamiento, se seleccionaron y diseñaron los componentes de un sistema industrial que lograra el objetivo pero fácilmente adaptable a las

condiciones cubanas, basado en el uso de un autoclave horizontal agitado, conocido tambien por el nombre de Destructor Termomecánico (DTM). El sistema experimental diseñado y construido resulto ser excelente para el procesamiento de los animales muertos de cualquier tipo, obteniéndose el producto final en forma de pasta y harina (Tabla II).

Tabla II. Composición química de diferentes desperdicios procesados

Composición (b.s.)	Pienso líquido	Pasta protéica	Harina de carne y hueso	SALSEC
Materia seca (%)	25	30	90	88
Protéina bruta (%)	22	45	45	22
Energía bruta (kJ/g)	20	-	-	20
Extracto etéreo (%)	17	28	28	17
Cenizas (%)	12	21	21	12
Fibras (%)	6	-	-	6

Pienso líquido- obtenido de desechos de cocina y agroindustriales.

Pasta protéica- Obtenida de animales muertos, desechos de la pesca y otros.

SALSEC- obtenido secando el pienso líquido

El sistema resultó tan adecuado que se decidio procesar en él, otros tipos de desperdicios alimenticios. Los magníficos resultados llevaron a modificar el sistema anterior de procesamiento y dieron paso al PL-05.

Tabla III. Tipos de equipos necesarios según la variante tecnológica

Equipos tecnológicos	Tecnología de proceso	
	Autoclave (PL-02)	DTM (PL-05)
Tolva receptora	1	1
Estera de selección	1	0
Molino de martillos	1	0
Cisterna con agitador	1	0
Bomba autocebante	1	0
Esterilizadores	1	1
Tanque de producto terminado	1	1

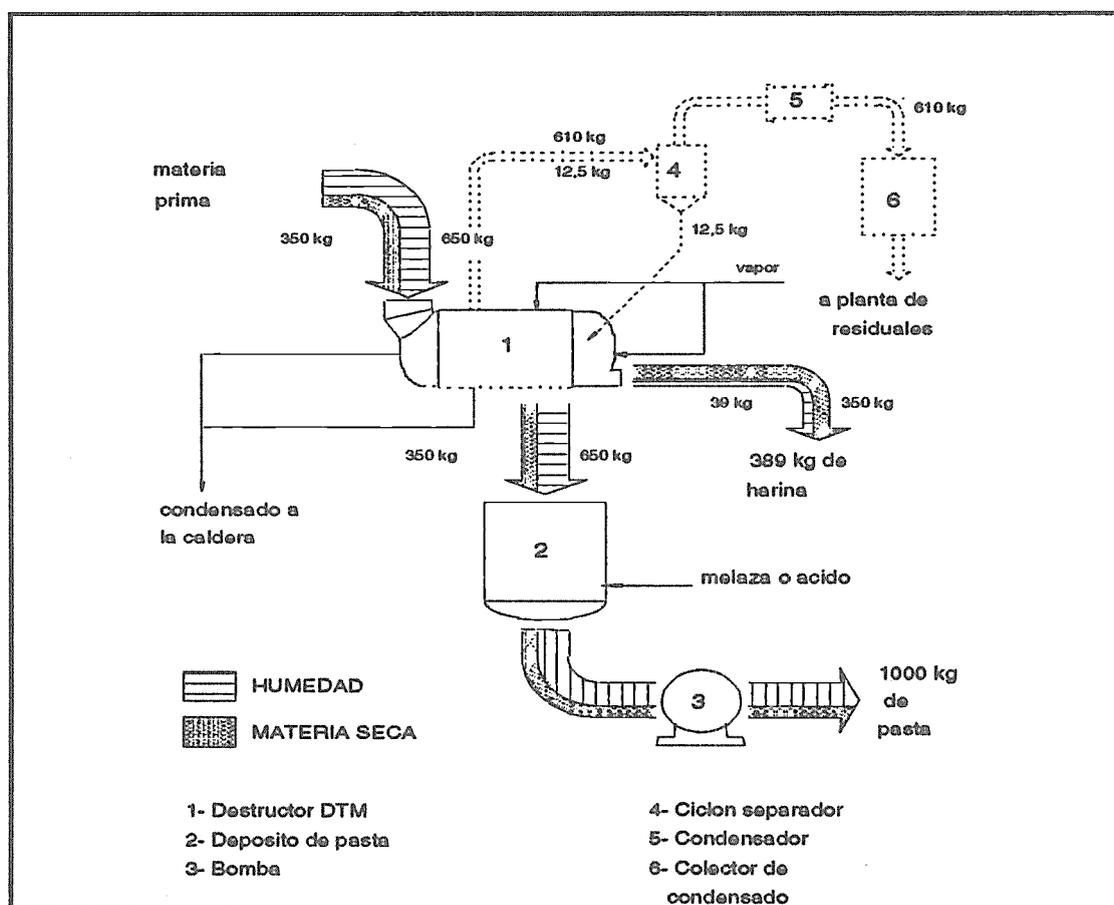


Figura 2. Tecnología PL-05 (LPP-5)

Con esta tecnología (ver fig. 2) se reduce considerablemente el equipamiento necesario, como se puede ver en la tabla III, y se mejora los índices de producción de la tecnología anterior como se muestra en la tabla IV.

Es importante destacar (vease tabla IV) que se elimina totalmente la adición de agua de proceso con respecto a la tecnología PL-02 y que la producción de 110 ton de PLT con la procesadora PL-05 equivale a 27 ton de materia seca (MS), mientras que la producción de 161 ton de PLT con la procesadora PL-02 equivale a 23 ton de MS, y esto implica una mayor producción de nutrientes en la planta nueva. Por otra parte vemos que en la tecnología nueva, hay un ahorro considerable de energía eléctrica y combustible con respecto a la PL-02, cuando se tiene en cuenta la

producción de MS.

Tabla IV. Parámetros de explotación de la tecnología PL-05 (con el destructor DTM).

Materia prima, ton	64
Agua de proceso, ton	0
Agua de enfriamiento, ton	25
Cantidad de miel, ton	11
Producción de PLT, ton	110
Pasta protéica, ton	10
Energía eléctrica:	
kWh/ton de PLT	3.7
kWh/ton de MS	15.2
Combustible:	
kg/ton de procesado	13.0
kg/ton de MS	47.7

Referencias

- Chao, R., Pineda, A. V., Del Rio, J., 1987. Influencia de la adición de agua antes del autoclave sobre el consumo de combustible. Inst. Invest. Porcinas. La Habana, 6 p.
- Del Rio, J., Pineda, A. V., Chao, R., 1980. Criterios tecnológicos en el diseño de las nuevas plantas procesadoras de desperdicios alimenticios. Cienc. Tec. Agric., Ganado Porcino, 3, No. 2, La Habana, 35 p.
- Dominguez, P. L., 1987. Utilización y procesamiento de desperdicios alimenticios en la alimentación porcina. Alimentación de cerdos en ceba. Jornada Científica XV Aniversario del Inst. de Invest. Porcinas, La Habana, 20 p.

- Heldman, D. R.- Singh, R. P., 1981 Food processing engineering. Second edition. AVI Publishing Co. Inc. Westport, USA., 10p.
- Kornegay, E. T., G. W. Vander Noot, K. M. Barth, G. Graber, W. S. Macgrath, R. L. Gilbreath and F. J. Bielk., 1970 .Rutgers Exp. Sta. Bull. 829 : 31.
- Ly, J.- Gonzalez, J.- Careaga, A., 1981. Contenido de proteina y energia de desperdicios procesados en una planta del occidente de Cuba. Cienc. Tec. Agric., Ganado Porcino No 4. La Habana, 79 p.
- Pineda, A. V., 1991. Tecnologia integral para le produccion de pienso liquido con alto nivel proteico en Cuba. (Trabajo de doctorado), Catedra de Mecanización, Universidad Agricola de Praga, 92 p.
- Williams, R. H. And W. S. Kunningham. 1968. Fattening hogs on garbage alone. Ariz. Exp. Sta. Ann-Rep. 325.

Capítulo 14

Conservación de Cadáveres de Cerdos en Mieles de Caña

Victoria Martínez Morales.
Instituto de Investigaciones Porcinas,
La Habana, Cuba.

GENERALIDADES

El desecho sanitario de los cadáveres constituye un serio problema en las explotaciones ganaderas. Los animales enfermos que mueren representan un peligro potencial, porque son fuentes de diseminación de enfermedades infecto-contagiosas peligrosas tanto para hombre como para los animales (Carrasco et al, 1985).

Mediante los métodos modernos de eliminación de cadáveres, pueden obtenerse de los mismos, materiales y productos útiles para la industria y la ganadería. Pueden ser tratados convenientemente y transformados en un suplemento alimenticio (generalmente protéico); o ser destruidos de acuerdo al grado de contaminación o a las posibilidades. De esta forma se logra una compensación, ya que por un lado se eliminan los cadáveres sanitariamente y por otro se obtienen beneficios económicos (Oosterom, 1985; Pineda, 1987).

En la actualidad Cuba afronta serias dificultades con la transportación, lo que afecta grandemente la recogida diaria de los cadáveres, por tanto deben conservarse durante un período de tres a cinco días en las unidades, a fin de detener al máximo la autólisis y evitar la multiplicación de microorganismos.

En el mundo se han investigado y utilizado numerosos conservantes, tales como el ácido sulfúrico, el ácido clorhídrico, el ácido láctico, etc (Tulsner, 1981; Alfonso, 1988 y Hernández et al, 1988).

Las condiciones de período especial en el país hacen pensar en la factibilidad económica de otros conservantes como la miel de caña. Para establecer un sistema de conservación eficiente es necesario además disponer de una instalación adecuada y el cumplimiento de normas higiénico sanitarias y de protección contraepizoóticas que regulen este proceso.

DESCONTAMINACION OSMOTICA DE ALTAS CARGAS BACTERIANAS CON MIEL DE CAÑA

Se han planteado posibles efectos negativos sobre microorganismos, de soluciones concentradas de sacarosa (Frazier, 1962). En Cuba, desde hace algunos años se utiliza la miel de caña en la alimentación animal, como elemento conservante en ensilajes, excremielajes y otras. Sin embargo, aun cuando la miel es ampliamente utilizada en la alimentación del cerdo y otras especies, y se le atribuyen ciertas propiedades bactericidas o bacteriostáticas, hasta el momento no existen referencias de un trabajo sistemático que permita evaluar los efectos bactericidas de la miel de caña.

En una investigación realizada para evaluar los posibles efectos bactericidas de la miel de caña se contaminaron muestras de 2 kg de miel B con concentraciones medias de $1,2 \times 10^6$ ufc/g y $1,5 \times 10^6$ ufc/g para *Salmonella typhimurium* y *Escherichia coli* K-88 respectivamente. Se estudiaron 6 variantes en las cuales las mieles se almacenaron a temperaturas controladas de 20 y 30 grados celsius como representativas de las épocas de seca y lluvia. Las variantes investigadas fueron: I. Miel B a 20 grados; II. Miel B a 30 grados; III. Miel B a 20 grados más *S. typhimurium*; IV. Miel B a 30 grados más *S. typhimurium*; V. Miel B a 20 grados mas *E. coli* K-88. Se investigó el conteo total de bacterias aerobias mesófilas viables; microorganismos proteolíticos, microorganismos lactosa positivo, conteo de anaerobios, determinación de *Salmonella*, determinación de *E. coli*, conteo total de mohos e identificación de géneros; conteo de levaduras; y determinación de pH.

La miel mostró una acción bactericida eficaz sobre *Salmonella* y *E. coli* en siete días de exposición a 20 y 30 grados Celsius. También se encontró que la miel posee un efecto de inhibición del crecimiento bacteriano para los demás indicadores sanitarios analizados.

En la tabla 1 puede apreciarse el efecto bactericida de la miel B sobre *E. coli* K-88 y *S. thyphimurium* a 20 y 30 grados. De un nivel inicial de

10^6 ufc/g de *Salmonella*, se redujo a cero a los tres días de almacenamiento en la variante a 200 y a 10^2 ufc/g en la miel almacenada a 30 grados. A los 7 días no se encuentra evidencia alguna de *Salmonella* en ninguna de las dos variables, lo que indica una acción bactericida fuerte sobre este microorganismo.

En las mieles contaminadas con *E. coli* K-88 se observó un efecto similar en la variante a 20 grados a los 3 días y una disminución hasta el nivel cero a los 7 días, en ambos casos. Estos resultados evidencian que la miel posee un efecto bactericida muy eficaz sobre estos gérmenes, cuestión que puede estar dada por la alta presión osmótica del azúcar disuelto, lo que ejerce un efecto de plasmólisis sobre las células bacterianas. Por otra parte se ha señalado que algunas mieles tienen suficiente dióxido de azufre como para inhibir el crecimiento microbiano (Frazier, 1962). Además, se le atribuye a la miel cierta acción reductora, lo que implicaría en el sentido microbiológico un bajo nivel de gérmenes aerobios y predominio de anaerobios. En este sentido los gérmenes aerobios se reducen considerablemente en todos los indicadores y aunque los anaerobios están presentes al inicio, desaparecen al tercer día de almacenamiento.

Tabla 1. Efecto bactericida de la miel B sobre *Escherichia coli* K-88 y *Salmonella thyphimurium* a 20 y 30 grados Celsius.

Indicador sanitario	Temperatura (°C)	Días de almacenamiento		
		0	3	7
<i>Escherichia coli</i> K-88	20	1.2×10^6	0	0
	30	1.1×10^6	2.3×10^2	0
<i>Salmonella thyphimurium</i>	20	3.3×10^6	0	0
	30	3.5×10^6	2.6×10^2	0

CONSERVACION DE CADAVERES ENTEROS EN MIEL DE CAÑA.

Para desarrollar un sistema de conservación de cadáveres con miel de caña se siguieron los procedimientos siguientes:

- 1) Se investigaron 48 animales, 30 crías y 18 precebas. En las crías se tomaron en cuenta los animales de menos de 12 horas de muertos, el peso al inicio del experimento y se consideró el grado de las alteraciones post-mortem, según Lombillo (1986).
- 2) En las precebas se trabajó con animales rezagados los cuales se agruparon de acuerdo a su peso promedio en: Grupo I: 8.66 kg; Grupo II: 5.82 kg; Grupo III: 4.15 kg. Estos animales se sacrificaron previo aturdimiento y posterior desangrado, a todos se les extrajo el sistema respiratorio, las vísceras y el sistema digestivo antes de su inmersión en miel. Se determinó materia seca (MS), proteína bruta (PB) y pH en la carne y en la miel a los 0 y 7 días del experimento. Se investigó la factibilidad de reutilizar la miel hasta los 21 días de almacenamiento. Se chequeó la evolución de los indicadores de contaminación bacteriana y micótica en cadáveres de crías, preceba, y se utilizó miel B como conservante.
- 3) Se diseñó una instalación para la conservación de los cadáveres.

No se encontró deterioro de la proteína bruta y la materia seca en crías y precebas a los 7 días de conservación con miel B, incluso se observó un incremento significativo en ambos casos, lo cual indica que se debe a la presencia de gran cantidad de miel en las muestras de carne analizadas, teniendo en cuenta que la miel B tiene un contenido elevado en materia seca, de 78 a 80% (Figuroa y Ly, 1990), mientras que la carne de animales jóvenes tiene un alto contenido de humedad (González, 1982).

En las tablas 2 y 3 puede apreciarse que no hay efectos negativos en la materia seca (MS) y la proteína bruta (PB) a los 7 días de conservación en los grupos I, II y III de preceba, aunque presentan los mayores niveles en los animales de mayor peso corporal y mejor estado nutricional, lo que indica que se produce un mejor efecto de conservación en la medida en que los tejidos poseen menos agua, lo que coincide con lo planteado por Lombillo (1986), quien refiere que la descomposición de los tejidos se produce de forma mas lenta en los animales que tienen mejor peso corporal y mejor estado nutricional.

Tabla 2. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre el nivel de materia seca y proteína bruta de cadáveres de crías conservadas con miel de caña

Tiempo de almacenamiento (d)	Materia seca (%)	Proteína bruta (%)
0	19.87 ^a	16.38 ^a
7	33.96 ^b	18.73 ^b
ES ±	0.72 ***	0.26***

*** p<0.001; a-b = p<0,05.

Tabla 3. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre el nivel de materia seca y proteína bruta de cadáveres de precebas conservados con miel de caña

Grupo	Peso (kg)	Proteína bruta, %		Materia seca, %	
		0 días	7 días	0 días	7 días
I	8.66	27.53 ^a	29.87 ^a	21.32 ^a	36.37 ^a
II	5.82 ^b	20.95 ^b	22.94 ^b	17.16 ^b	30.61 ^b
III	4.15 ^c	16.89 ^c	17.65 ^c	13.56 ^c	26.39 ^c
ES ±		0.36***	0.36***	0.43***	0.43***

*** p<0.001; a-c = p<0.05.

Los niveles de contaminación bacteriana y micótica son muy altos en la carne a los 0 días y aún a los 7 días son todavía muy superiores a los señalados por Bueno (1988), y Martínez y Ferrer (1989) como niveles adecuados en alimentos para cerdos.

La evolución de los indicadores investigados en la miel presenta una tendencia a la disminución a los 7 días en los gérmenes proteolíticos, los microorganismos lactosa positivos y los anaerobios. El conteo total de

gérmenes aerobios mesófilos y el conteo de hongos se mantienen en niveles de 10^5 ufc/g mostrando un ligero incremento, y los aerobios esporógenos en niveles de 10^3 ufc/g. Los microorganismos anaerobios se reducen a 0 a los 15 días, situación que puede estar dada por un proceso de oxigenación de estas mieles durante su manipulación, rompiéndose el estado de anaerobiosis, condición necesaria para su supervivencia.

El comportamiento de los indicadores en la miel, similar en crías y precebas, indica que es posible la reutilización de ésta solo hasta 15 días de almacenamiento. Pasado este tiempo no es recomendable, ya que ocurre un proceso de fermentación y descomposición de la miel. Esto puede deberse a un incremento progresivo en el contenido de agua de este producto, por un proceso de ósmosis en que se produce salida del líquido desde los cadáveres hacia la miel. Esta condición propicia el desarrollo de las alteraciones mencionadas en el conservante ya que se afecta la presión osmótica inicial.

Aunque no se detecta presencia de Salmonella en la miel investigada lo que coincide con lo reportado por Martínez y Ferrer (1992), si hay hallazgos positivos a los 0 y 7 días en las muestras de carne analizadas, lo cual indica que este microorganismo puede mantenerse viable en el interior de grandes porciones musculares (Piatkin y Krivoshein, 1981).

Por otro lado, para lograr una buena conservación de los cadáveres con un sistema basado en el uso de la miel de caña, deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- La utilización de cadáveres con menos de 12 horas, pues pasado este tiempo se presenta una fetidez notable con producción de gases y autólisis en órganos internos lo que coincide con lo planteado por González (1982). Este autor señaló que los procesos de putrefacción ocurren rápidamente en la carne de animales enfermos, ya que generalmente el desangramiento de estos animales es incompleto y existe un alto contenido de sangre en los músculos que constituye un medio nutritivo rico para el desarrollo de microorganismos.
- Realizar la evisceración e inspección post mortem por parte del médico veterinario en cadáveres de animales con menos de 12 horas de muertos. El aparato digestivo de los animales representa la fuente más peligrosa de contaminación de la carne debido su contenido de microorganismos tanto en cantidad como en variedad (González,

1982). Además, cuando los cadáveres se introducen en la miel sin eviscerar, ocurre un proceso de putrefacción violento antes de las 48 horas, pues las vísceras tienen un alto contenido de sangre, condición que favorece la proliferación de microorganismos putrefactivos.

- Garantizar una adecuada inmersión de los cadáveres dentro de la miel. Se ha observado que las porciones que no quedan bien cubiertas por la miel, sufren un proceso de putrefacción. Sin embargo, el resto se mantiene en buen estado de conservación.

En cuanto al pH de la miel utilizada como conservante, este osciló entre 5.5 a 5.7 en las crías, y de 5.5 a 6.0 en las precebas. En la carne, fue de 6.3 a 6.4 en las crías y de 6.1 a 6.4 en las precebas. No se evidenciaron cambios significativos. El pH es un indicador de gran importancia pues en dependencia de su evolución puede indicar la presencia o no de un proceso de deterioro en los alimentos (Piatkin y Krivoshein, 1981).

REQUISITOS SANITARIOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UNA INSTALACION DESTINADA A LA CONSERVACION DE CADAVERES CON MIEL DE CAÑA

Localización.

- Debe respetar el principio de blanco y negro.
- Debe estar colocada de forma tal que la mitad de la instalación esté dentro del área administrativa y la otra dentro del área productiva.
- Debe permitir el acceso de vehículos destinados a la recogida de los cadáveres de esa instalación.
- La estructura de la instalación construida con bloques de hormigón y techo de fibrocemento, consta de dos secciones separadas para facilitar un régimen de limpieza y desinfección adecuados.
- Las superficies interiores de los dos depósitos para cadáveres deben ser lisas y de fácil limpieza y desinfección (eg paredes estucadas).
- Cada depósito dispone de una tapa con una malla o reja para permitir la completa inmersión de los cadáveres en el conservante, a fin de evitar procesos de putrefacción.
- Esta instalación debe tener buena ventilación, debe estar pintada por fuera de blanco para evitar el calentamiento, debe ser techada y estar cercada para evitar la entrada de roedores y otros vectores.

MANIPULACION DE LOS CADAVERES EN EL SISTEMA DE CONSERVACION CON MIEL DE CAÑA. REQUISITOS SANITARIOS

- Debe realizarse la evisceración e inspección veterinaria post-mortem en cadáveres de animales con menos de 12 horas, a fin de determinar las causas de muerte.
- Los cadáveres deben quedar completamente inmersos en la miel a fin de garantizar una buena conservación.
- Los cadáveres pueden conservarse hasta 7 días o más en el sistema basado en el uso de la miel de caña.
- En caso de no observarse procesos de descomposición o alteraciones visibles podrá reutilizarse la miel hasta 7 días después de concluido el primer ciclo de conservación.
- La limpieza y desinfección de esta instalación se realizará después de efectuada cada recogida, que deberá tener como mínimo una frecuencia de una vez por semana.

RECOMENDACIONES ZOOHIGIENICAS PARA LA CONSERVACION DE CADAVERES DE CERDOS CON MIEL DE CAÑA

- Desde el punto de vista sanitario puede utilizarse la miel de caña como un conservante adecuado para cadáveres de cerdos en condiciones calido húmedas, previa evisceración de éstos.
- Es posible la reutilización de la miel para la conservación, hasta un período de 15 días.
- Este sistema puede considerarse de mucha utilidad en aquellas unidades donde sea necesario realizar el sacrificio de muchos animales rezagados y también en caso de inundaciones o desastres naturales.
- En combinación con otros métodos físicos de descontaminación pudiera establecerse un sistema de reciclaje de desechos con vistas a la obtención de alimentos para consumo animal dentro de las propias unidades porcinas.

Referencias

- Alfonso L., 1988. Sistema de manejo sanitario del ternero de 0-120 días. Inf. Tec.. 504-24. La Habana CENSA, Cuba, pp 16

- Bobadilla, M. y Gil, M., 1981. Fermentation of sugar cane juice with different levels of formalin/urea. *Trop Anim Prod* 6(1):75
- Bueno, L., 1988. Microbiología de los alimentos. Características de las principales enfermedades causadas por los mohos y sus toxinas. *Conf. Inst. Inv Porcina* pp 18
- Carrasco, A., Fustes, E., Martínez, J.A., Galis Menendez, H., Hernández, O., Cabezas, H., Vera, A., 1983. *Zoohigiene Tropical* I:346-354
- Frazier, W.C., 1970. Principios generales que gobiernan la alteración alimenticia. En: *Microbiología de los Alimentos*. La Habana: Instituto del Libro. Edición Revolucionaria, p 226
- Gonzalez, R.S., 1982. *Microbiología especial de la Carne y sus Productos* Edit Pueblo y Educ La Habana p 9-10
- Hernandez, M., Figueroa, V., Benitez, E., 1988. Estudios sobre la conservación de la levadura torula en forma de crema y en mezclas con miel de caña. *Cien Tec Agric. Ganado Porcino* 11(2):39-49
- Lombillo, D.R., 1986. *Manual de Patología General Veterinaria*. Apuntes para un libro de texto, La Habana pp 20
- Martínez, V. y Ferrer, R., 1989. Indicadores de contaminación micótica y bacteriana y su relación con el deterioro del pienso de inicio para cerdos. In. *Tec 506-21*, La Habana CENSA Cuba pp 12
- Martínez, V. y Ferrer, R., 1992. Descontaminación osmótica de altas cargas bacterianas con mieles de caña. I Agentes patógenos. *Rev Zootecnia de Cuba*. *Rev Zootecnia de Cuba* 3(4) 1993
- Oosterom, J., 1985. Guidelines on the disposal and rendering of dead animals and animal wastes to protect human and animal health. *World Health Org, IVPH* pp 49
- Piatkin, K. y Krivoshein, Y., 1981. *Microbiología*. Ed. Mir Moscú pp 71
- Pineda, A., 1988. Aprovechamiento de cadáveres de animales y subproductos de origen animal. *Tecnología de procesamiento*. *Cienc Tec Agric Ganado Porcino* 11(2):21-36
- Tatterson, N.I. y Windsor, M.L., 1974. Fish silage *J Sci FD Agric* 33:369-379

Capítulo 15

Integración de la Caña de Azúcar con el Reciclaje de Desperdicios, Subproductos y Residuales para una Producción Porcina Sostenible

Vilda Figueroa
Instituto de Investigaciones Porcina
La Habana, Cuba

INTRODUCCIÓN

La ganadería agrupa múltiples y diversas funciones, sin embargo, predominan dos objetivos fundamentales: la producción de proteína animal para satisfacer el consumo humano a un nivel cualitativamente mejor que el proveniente de la proteína vegetal; y la producción de animales como medio de trabajo y transporte. En ambos casos puede representar también una fuente de ingreso monetario, de existencia de medios básicos o de alcancía. La ganadería para la obtención de proteína de alta calidad mantiene el papel predominante a nivel mundial.

La producción de proteína animal y el aumento de la necesidad de ésta, trae consigo importantes desafíos para la producción animal. Se requieren soluciones con estrategias adecuadas para los problemas básicos:

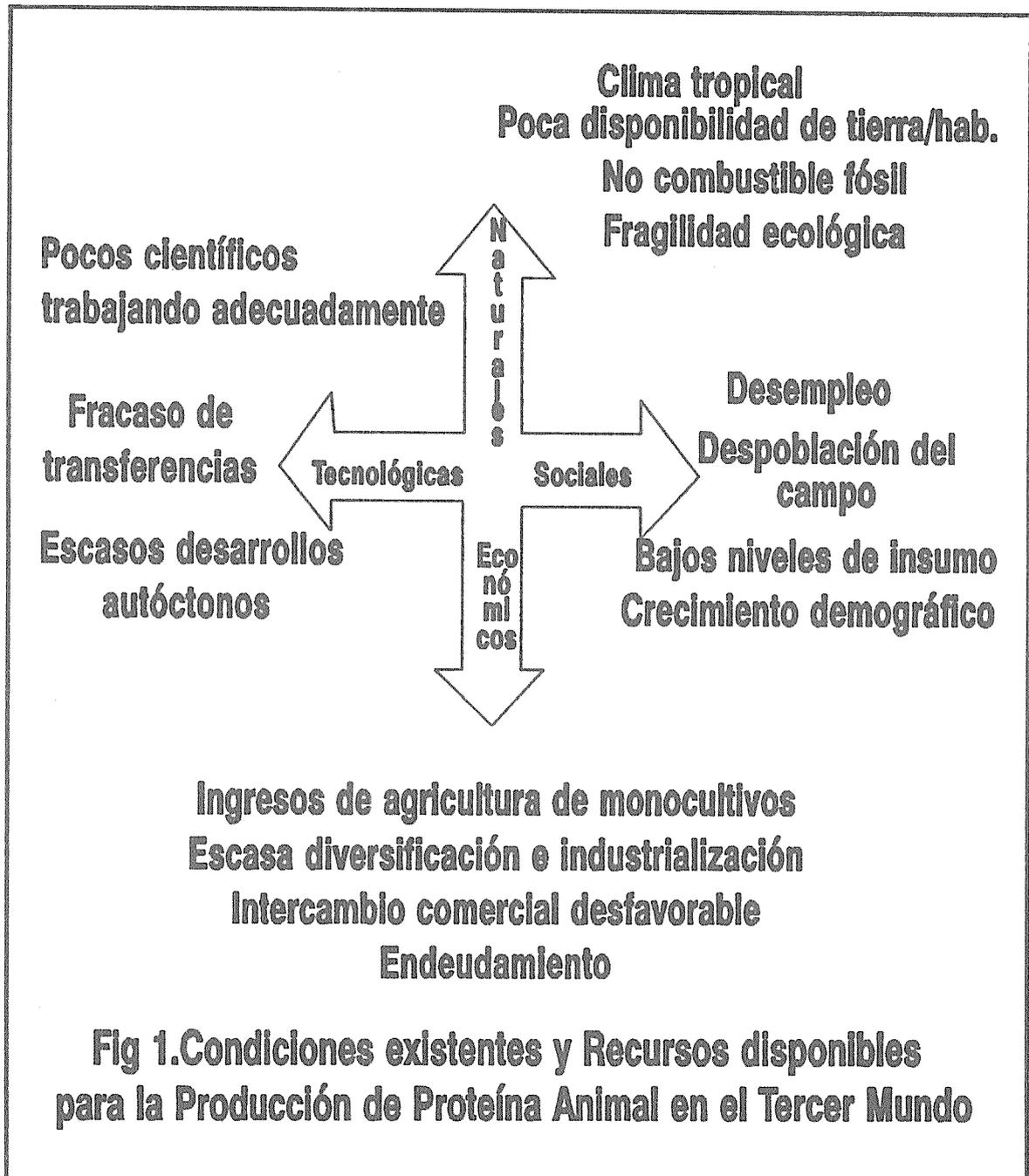
- Aumento de la densidad poblacional y reducción de disponibilidad de tierra agrícola por habitante.
- Competencia de los animales por el uso de la tierra (rumiantes) y por los mismos alimentos (monogástricos).
- Sostenibilidad de los agroecosistemas a corto y largo plazo.
- Utilización de tecnologías adecuadas a los recursos disponibles.

Estas problemáticas se agravan en los países menos desarrollados por las

difíciles y complejas circunstancias en que tiene lugar la producción animal.

Existe un consenso general sobre el hecho de que en los climas tropicales, cuyo principal recurso es la energía solar, el potencial de producción de biomasa vegetal es muy superior al de las zonas templadas, en especial para los cultivos perennes. Sin embargo, este potencial se convierte en la práctica solo en una posibilidad ya que las diferencias entre los índices de producción y productividad agropecuaria entre los países del norte y del sur son abismales. Las razones no son solamente climáticas o técnicas debido a las desiguales condiciones en que tienen lugar ambos sistemas de producción (Figura 1). Como consecuencia de esta situación global, los sistemas de producción animal no pueden ser iguales en los países del norte y del sur.

La producción agrícola es la premisa fundamental y la base que sostiene la ganadería. La pregunta es que espacio puede haber para la producción de alimentos de origen animal en los países del Tercer Mundo si no existen ni siquiera excedentes de producción vegetal, para estas poblaciones de bajo consumo de alimentos. Los excedentes de producción vegetal en los países menos desarrollados se producen como consecuencia del estímulo a dos o tres productos agrícolas (monocultivos) que se destinan a la exportación para obtener divisas que permitan las importaciones de subsistencia. Mientras, en el mundo desarrollado, se producen grandes excedentes de producción vegetal a partir de la aplicación de una política de altos insumos con detrimento del medio ambiente. Estos excedentes se destinan a la alimentación animal, lo que les permite altos consumos de proteína animal y a la exportación, con lo cual introducen en los países del Tercer Mundo sus sistemas de producción y la dependencia, sobre todo para la avicultura y la porcicultura. Por otra parte, la especialización de la agricultura y la ganadería como actividades independientes ha traído como consecuencia, en muchas circunstancias, la desvinculación del ganadero con el cultivo de la tierra, convirtiéndolos así en criadores de animales en vez de verdaderos productores.



Lo anterior tiene especial importancia, si se tiene en cuenta el papel que ocupa la producción de carnes en el mundo (Tabla 1). Con excepción del continente africano, las carnes suministran 48-64% del total de proteína animal producida, independientemente del grado de desarrollo económico de las diferentes regiones del mundo. Se observa el predominio de la actividad porcina especialmente en Europa y Asia, lo que demuestra la gran potencialidad y flexibilidad de esta especie como productora de

carne. Sin embargo en Latinoamérica, aunque no existen creencias religiosas que limiten el consumo de carne de cerdo, se mantiene en primer orden la carne bovina (a pesar de sus bajas tasas de beneficio) basada en la nociva e improductiva práctica del extensivismo. Por otro lado, como no se cuenta con un desarrollo agropecuario autóctono, se introducen como se ha señalado, alimentos y tecnologías de importación dependientes de los países industrializados. Esta situación se hace cada día mas insostenible.

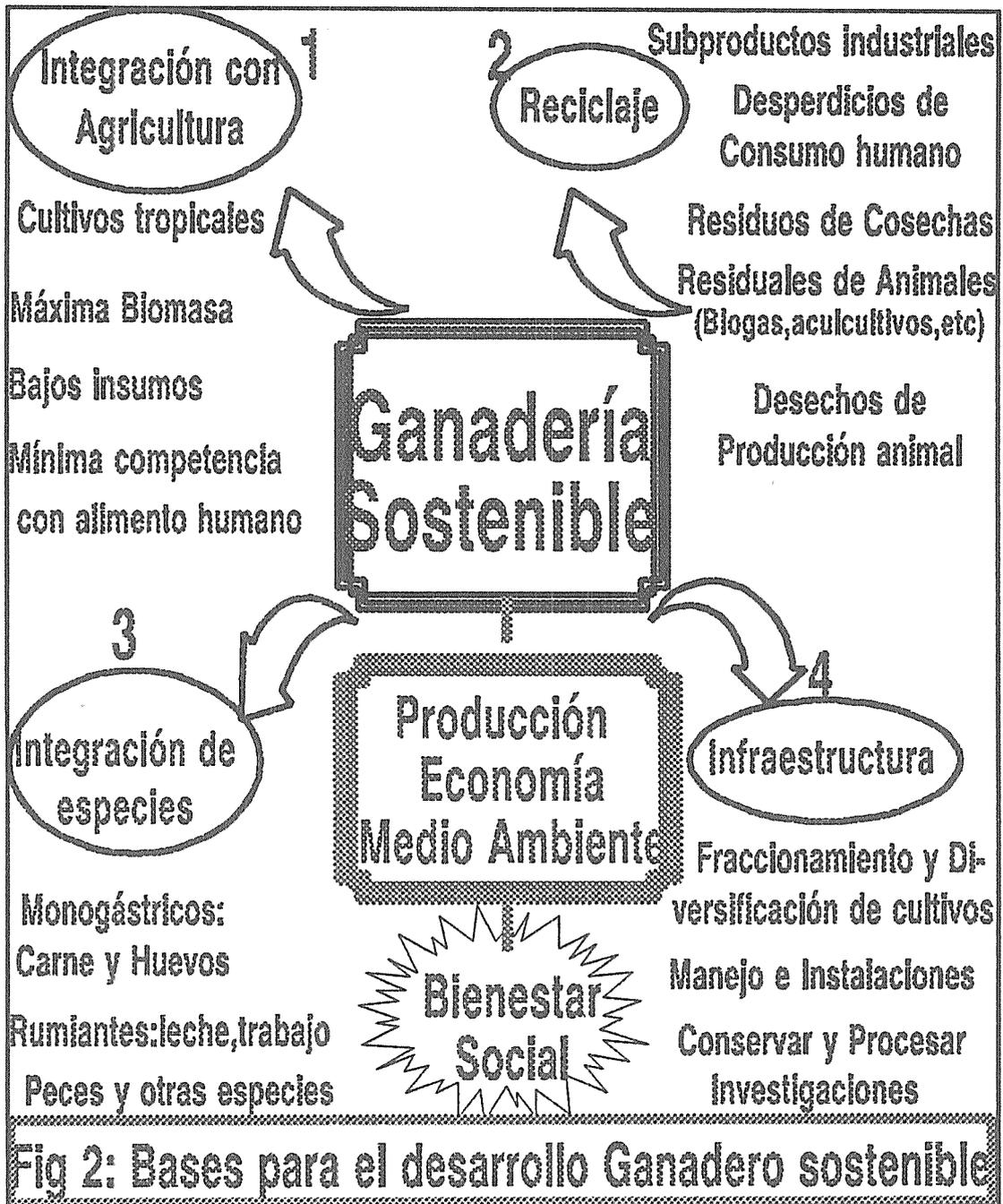
Tabla 1 : Producción de Proteína Animal por tipo de Ganadería y Región del Mundo

Tipo de Ganadería	Porcentaje del total de proteína producida				
	Europa	A.Norte	Asia	A.Latina	Africa
Carnes:	48	64	64	56	16
Cerdo	21	13	36	9	1
Res	14	22	11	39	9
Aves	13	29	17	8	6
Leche	42	29	18	33	77
Huevos	6	6	15	11	2

Fuente: elaborado a partir de FAO (1992)

El desafío consiste en como lograr satisfacer de forma adecuada las necesidades más elementales y además crecientes de la población para alcanzar el bienestar de todos, sin discriminación, con la responsabilidad de no comprometer el futuro de la humanidad. El criterio propio es el de aproximarse a la solución de este desafío mediante el desarrollo de sistemas sostenibles con cuatro aspectos principales (Figura 2):

1. Integración de la producción animal con la agricultura a través de cultivos tropicales, preferiblemente perennes, manejados para máxima producción de biomasa, previniendo pérdidas de nutrientes en las plantas y el suelo. Los cultivos, deben procurar mínima competencia con la alimentación humana; requerir bajos insumos; ser de simple tecnología; y aplicar métodos biotecnológicos, en su sentido mas amplio, para la fertilización, control de malas yerbas, plagas y enfermedades. Un ejemplo es la caña de azúcar intercalada y/o en rotación con leguminosas.



2. Amplia aplicación de una política de reciclaje para la producción de alimentos, energía y protección del medio ambiente. Esto se logra en un caso mediante la recuperación de residuos, desechos y subproductos del consumo humano (desperdicios gastronómicos, residuos de cosechas, subproductos industriales y desechos de la producción animal y de la pesca). En el otro caso, a partir del reciclaje de los residuales provenientes de la cría animal con la producción de biogas, los acuicultivos (peces, algas, plantas acuáticas, etc) fertilizantes, lombrices y otros.
3. Integración de diferentes especies de animales para el mejor aprovechamiento y destino de los recursos alimentarios disponibles. Especies monogástricas para la producción de carne y huevos, rumiantes para la producción de leche y fuerza de trabajo. También se integran otras especies menores que utilizan bajos insumos en los métodos de manejo integrado.
4. Infraestructura material, técnica y organizativa que permita la aplicación de técnicas adecuadas para cosechar, procesar, conservar y enriquecer las fuentes de alimentación. El fraccionamiento de los cultivos con utilización y diversificación de toda la biomasa es un ejemplo. Por otra parte se considera importante, la introducción de nuevos métodos de investigación, menos académicos, dirigidos a obtener repuestas integrales, más complejas, donde el trabajo a nivel del productor adquiere una connotación especial. La economía se mide con un criterio más amplio de producción y eficiencia en el sentido de utilizar los recursos disponibles (en especial los renovables y el uso de la tierra) con la protección de medio ambiente para lograr el bienestar humano y social.

La integración del cultivo de la caña de azúcar con una amplia política de reciclaje mediante la recuperación de todo tipo de desechos, desperdicios, subproductos y residuales provenientes de la producción animal, es un modelo de producción más adecuado a los recursos y las condiciones existentes en los países tropicales del Tercer Mundo. Es además, un sistema más productivo y ecológicamente benigno.

Ventajas de la caña de azúcar para la producción animal:

Entre todos los cultivos tropicales que permiten integrar la producción agrícola con la ganadería porcina, sobresale la caña de azúcar, no solo por el alto rendimiento si se compara con los cereales u otros cultivos (Tabla 2), sino también por la posibilidad de diversificar su uso como fuente de alimento para el hombre, para diferentes especies de animales, como energía renovable y como fuente de materia prima o sustratos para la industria de derivados.

Tabla 2: Producción de Biomasa

	Rendimiento mundial (por ha/año)	
	ton MS	mMJ
Caña de Azúcar	18	189
Miel rica de caña	9	135
Batata (raíz)	4,2	57
Yuca (raíz)	3,5	49
Maíz (grano)	3,2	51

La caña de azúcar posee enormes ventajas como cultivo para la producción animal (Tabla 3). Una de sus mayores ventajas es ser un cultivo perenne que acumula nutrientes en el campo por largos períodos de tiempo, actuando como un almacén vivo en la tierra. Esto posibilita al pequeño y mediano productor organizar la producción de alimentos para los cerdos (jugo de caña) con independencia de la industria azucarera y suministrarlos diariamente sin complejos mecanismos de conservación. Por otra parte, como también es un cultivo agroindustrial, vincula la producción de caña al Central azucarero o a procedimientos mas artesanales (trapiches rústicos o paneleros) y diversifica la producción. Se pueden obtener mieles de caña, para la alimentación de cerdos y aves con una alta concentración de materia seca posibilitando el almacenaje todo el año, obtener azúcar (cristalizada o no cristalizada) para la alimentación humana y bagazo como fuente de energía o alimento para rumiantes.

Tabla 3: La Caña de Azúcar

Ventajas:

Cultivo altamente productivo por su eficiencia en los mecanismos de producción de biomasa

Es perenne, de bajos insumos, alta resistencia y adaptable a diferentes condiciones agroecológica

Cultivo ecológicamente benigno, protege el suelo y actúa como un bosque absorbiendo bioxido de carbono

Permite desarrollar sistemas de producción agropecuarios y/o industriales con energía renovable

La Caña de Azúcar en la alimentación del cerdo:

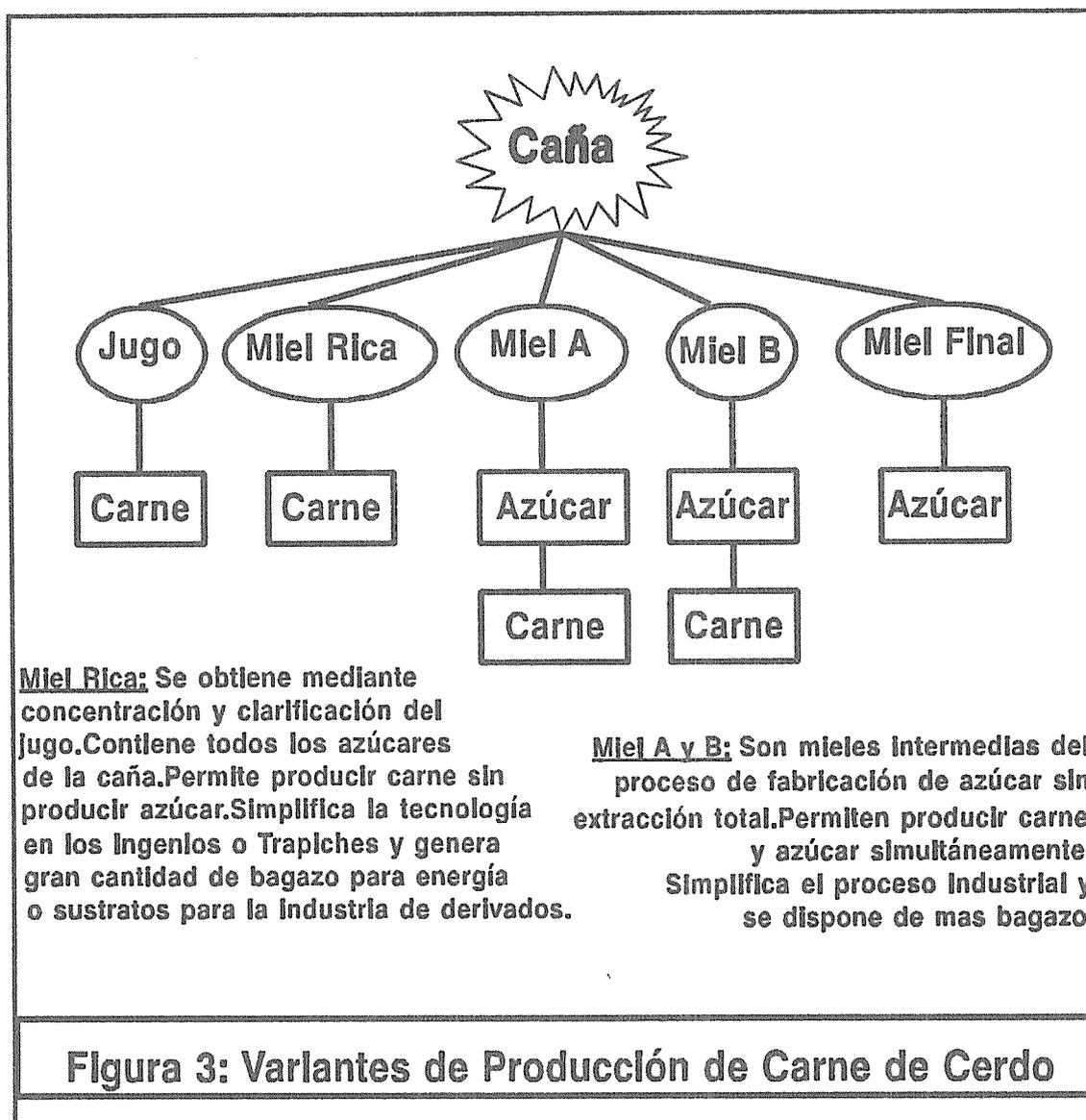
La utilización de la caña de azúcar como cultivo principal para la producción porcina se ha visto limitada por enfoques poco apropiados y por falta de divulgación sobre las experiencias más recientes que ofrecen otras perspectivas sobre el uso más amplio y flexible de los derivados de la caña de azúcar. El error ha consistido en que la atención principal se ha concentrado en la miel final o melaza de bajo valor nutritivo para el cerdo, siendo además un subproducto competitivo con la exportación y la producción de alcohol. Una lógica elemental indica que si a un cultivo (caña de azúcar) se le extrae alrededor de 85% de su nutriente principal (azúcar), generándose un subproducto (miel final), éste no puede tener el mismo valor que un cereal cosechado con todos sus nutrientes. Por estas razones, la alimentación porcina basada en derivados de la caña se ha inclinado en los últimos años hacia el uso de jugo de caña o mieles ricas e intermedias del proceso azucarero: miel A y miel B.

En años más recientes se han producido importantes resultados en la alimentación porcina donde los derivados de la caña de azúcar (jugo y mieles) sustituyen totalmente los cereales con un comportamiento animal biológicamente y económicamente competitivos con las dietas convencionales. Estos resultados han tenido las siguientes bases (Figueroa y Ly 1990):

- El uso mas amplio de los derivados de la caña de azúcar de alto valor

- nutritivo para los cerdos, ya sean utilizados directamente (jugo de caña) o después del proceso industrial para la elaboración de diferentes tipos de mieles: miel rica, miel A y miel B (Figura 3).
- La extensión del uso de los derivados de la caña de alto valor nutritivo en todas las etapas de la vida de los cerdos: gestación, lactancia, post-destete, crecimiento y ceba.
 - Una mayor flexibilidad en la aplicación de los sistemas de alimentación basados en mieles o jugo de caña bajo diferentes modelos de producción comercial (pequeña o gran escala) ya sea vinculados a la industria azucarera, en paralelo o independientemente de la misma.
 - Integración de las diferentes variantes de los modelos productivos con otros alimentos no convencionales (desperdicios, residuos, subproductos, etc) y con otras especies de animales, utilizando los residuos fibrosos de la propia caña o a través de los residuales generados en la producción porcina. Se completa así una política de reciclaje y saneamiento ambiental.
 - Disminución de la suplementación protéica e incorporación de suplementos de menor valor nutritivo que las fuentes de proteína tradicionales.
 - La incorporación de derivados protéicos de la propia caña (levadura *Saccharomyces* recuperada de destilerías o levadura *Torula* producida a partir de mieles).
 - Cultivo de Soya u otras leguminosas en rotación o intercaladas con la propia caña.

La flexibilidad que ofrece el cultivo y uso de la caña mediante el fraccionamiento de la misma, cuando la fracción soluble de alto valor nutritivo (jugo o mieles) se destina a la alimentación porcina, permite desarrollar, como se había señalado, diferentes modelos productivos. En Cuba, por sus antecedentes históricos y las características de la industria azucarera, predomina el uso de la miel B, de forma que la producción porcina esta vinculada de hecho con la industria, independientemente que las mieles sean utilizadas por el pequeño, mediano o gran productor. En Colombia se ha venido introduciendo con éxito un sistema integrado de ganadería con predominio de la producción porcina para el pequeño y



mediano productor independiente, a nivel de Granja Familiar, basado en la utilización de jugo de caña procedente del manejo de trapiches rústicos (Sarria et al 1990; Preston y Murgueitio 1992). Por último en Vietnam donde existen numerosas fábricas rústicas de azúcar, se comienza a introducir en la alimentación porcina la miel A y el jugo de caña (Van y Men 1992).

El jugo de caña, o las mieles enriquecidas, son alimentos energéticos con un contenido de energía menor que los cereales debido a que el origen de la energía de las mieles o jugo de caña viene dado por una mezcla de azúcares simples (3,7-3,9 Mcal/kg) y en los cereales es principalmente

almidón (4,1 Mcal/kg). Son a su vez alimentos de una relativa pureza química (prácticamente libres de grasa, fibra y nitrógeno). Estos elementos indican que los sistemas de alimentación basados en derivados de la caña necesitan de una correcta suplementación de proteína y elementos esenciales (minerales y vitaminas). A su vez se requiere un aumento relativo en el consumo voluntario para lograr similares ganancias de peso que en las dietas constituidas por cereales. En esta circunstancia se produce un aumento de la conversión alimentaria cuya magnitud viene determinada por el valor nutritivo del tipo de alimento que se utilice: sea jugo, miel rica, miel A o miel B. El comportamiento de cerdos en crecimiento-ceba alimentados con Miel A o Miel B como única fuente energética se puede apreciar en el Tabla 4.

Tabla 4: Comportamiento de cerdos alimentados con mieles de caña

	Maíz	Miel B	Maíz	Miel A
Consumo:				
MS (kg/d)	2.95	3.13	2.15	2.51
PB (g/d)	351	313	426	386
Ganancia (g/d)	740	751	865	862
Conversión:				
MS (kg/kg)	3.99	4.17	2.48	2.91
PB (g/kg)	470	420	492	448
EM (MJ/kg)	57	56	40	41

Fuente: Pilot *et al* (1990), Figueroa *et al* (1991)

El aumento relativo de la conversión alimentaria de materia seca cuando se comparan las dietas de mieles enriquecidas con las de cereales no es un factor preocupante ya que el costo de estas dietas no convencionales es inferior. Sin embargo, la ventaja principal de los sistemas de alimentación basados en caña es la productividad de la carne de cerdo por hectárea de tierra. Si se toma como referencia los redimientos mundiales de la FAO (1992) para maíz, caña y soya; se necesita dedicar 36% más de tierra para producir la misma cantidad de carne de cerdo en los sistemas de

alimentación tradicionales de maíz-soya que para los sistemas miel rica-soya (Tabla 5).

Tabla 5: Carne de cerdo por hectárea de tierra

	Maíz-Soya (ha/ton de carne en pie)	Miel-Soya
Maíz	1.04	-
Caña	-	0.28
Soya	0.26	0.55
Total	1.30	0.83

Conversiones: Maíz-Soya = 3.0t MS/ton carne; Miel Rica-Soya = 3.5t MS/ton carne

Integración de la caña de azúcar con cultivos protéicos y con otros sistemas no convencionales para la alimentación porcina:

Los puntos más críticos de los sistemas de producción porcina basados en el cultivo de la caña de azúcar son por una parte el costo del suplemento protéico, y por otro lado la salida productiva de la fracción fibrosa que representa incluyendo el cogollo aproximadamente 60% de toda la planta.

El destino de la fracción fibrosa de la caña varía si el procesamiento es en el central azucarero donde puede tener múltiples usos (energía, alimento para rumiantes, fertilizante, sustratos para la industria de derivados, etc.) o en trapiches rústicos donde puede utilizarse como alimento para rumiantes y/o combustible. En esta última variante, la aplicación más directa es para la alimentación animal posibilitando de esta forma la integración de diferentes especies de animales. En ambos casos se diversifica el cultivo de la caña de azúcar.

La suplementación protéica adquiere una importancia decisiva en los sistemas de alimentación animal basados en caña de azúcar, tanto si se compra el suplemento como si se destina tierra para el cultivo de una fuente protéica. Nótese como en la tierra necesaria para producir carne de cerdo ocupa más volumen el cultivo protéico que la propia caña (ver Tabla 5).

Una vía para lograr disminuir los costos de suplementación en los

sistemas de alimentación animal basados en caña es evidentemente la reducción del aporte protéico en la dieta (Tabla 6). Pero existen otras posibilidades mediante la integración de la caña con cultivos protéicos (leguminosas asociadas o en rotación con el cultivo de la caña, arboles forrajeros cultivados como banco de proteína, etc).

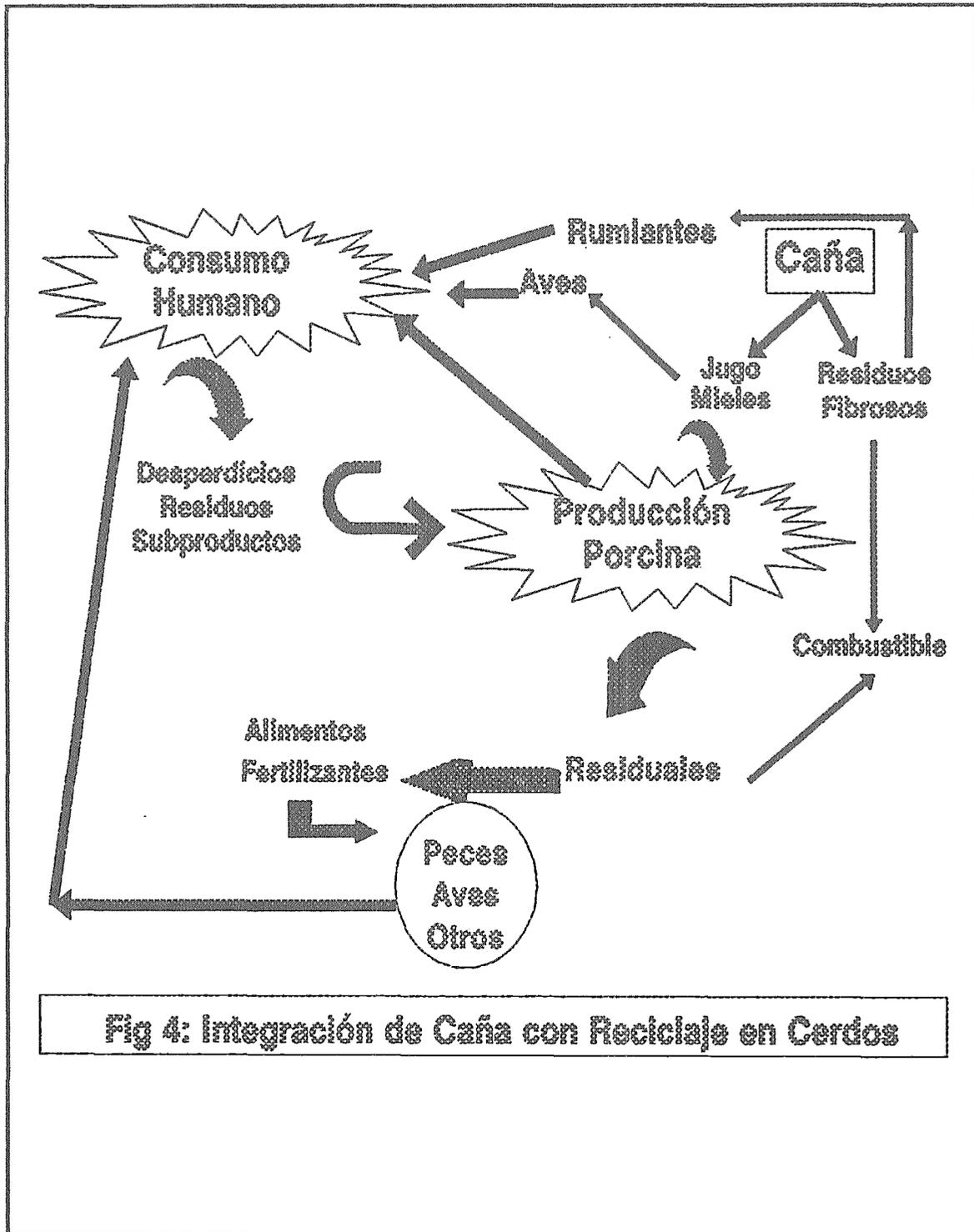
Tabla 6: Niveles de proteína en dietas de jugo de caña o miel B

	Jugo		Miel B	
	Proteína (g/d)			
	200	300	240	320
Peso vivo (kg):				
Inicial	20,6	19,1	30,5	30,7
Final	89,6	91,6	91,6	92,0
Consumo (kgMS/d)	2,53	2,74	2,83	2,83
Ganancia (g/d)	694	755	653	702
Conversión:				
MS (kg/kg)	3,64	3,63	4,37	4,05
PB (g/kg)	290	400	380	450

Fuente: Sarria *et al* (1990), Figueroa *et al* (1991)

Otra alternativa es la integración de la caña de azúcar con una amplia política de reciclaje (Figura 4). La política de reciclaje consiste no solo en aprovechar los residuales líquidos y sólidos que se generan en la producción porcina a través de la producción de biogas, plantas acuáticas, algas, peces, lombrices y otros, lo que reduce los gastos de costosas inversiones para el tratamiento de residuales, sino que diversifica aun más la producción de proteína animal mediante la integración del cerdo con otras especies de animales.

Una amplia política de reciclaje contempla también, la recuperación para la alimentación animal de todo tipo de desperdicios y subproductos provenientes del consumo humano a partir de residuos de la agricultura, subproductos de la industria, desechos de gastronomía y desperdicios de la pesca y la producción animal.



Integración de la caña de azúcar con una amplia política de reciclaje. La recuperación de todo tipo de desechos, su elaboración mediante el acopio y la transportación hacia plantas procesadoras (Del Rio, 1994) para utilizarse en la alimentación porcina sin riesgos sanitarios, es una práctica comercial extendida en Cuba por más de 25 años (Perez Valdivia, 1994). El alimento líquido que resulta de este proceso industrial parecido a un "potaje" tiene una concentración de materia seca entre 16 y 20%, con niveles de proteína bruta alrededor de 20% en base seca. Este alimento se mezcla con miel B para aumentar el contenido de materia seca del pienso líquido y posibilitar un incremento en el consumo del mismo por los cerdos. El alimento líquido se distribuye de forma mecanizada por tuberías desde las plantas donde se produce (muy cerca de las granjas) hacia las unidades procinas, donde los operadores accionando válvulas suministran la comida a los animales. Como parte de este alimento líquido, ocupa un lugar especial las pastas protéicas que se elaboran en líneas de producción independientes dentro de las plantas procesadoras y permiten balancear el nivel de proteína del pienso líquido. Las pastas protéicas se fabrican a partir de la recuperación de cadáveres de animales, residuos de matadero y desechos de la pesca. Se utilizan en esta tecnología, destructores termomecánicos diseñados en Cuba (Pineda, 1994) que posibilitan gran ahorro de energía si se compara con las tecnologías tradicionales utilizadas en la preparación de harinas de carne o pescado.

A pesar que un sistema más integral y apropiado para la recuperación de desperdicios, estructurado en una tecnología como la cubana, que logra la clasificación y el balance de los desperdicios en una planta procesadora o su equivalente en el destructor termomecánico de simple construcción, existen otras posibilidades basadas en los mismos principios de recuperación. Estas últimas aunque se han desarrollado como procedimientos puntuales, contribuyen al reciclaje, al saneamiento ambiental y a mejorar el balance alimentario en la producción animal. Dichas técnicas se han revisado en este libro por diferentes autores.

La aplicación de las tecnologías de procesamiento de desperdicios, permite además, cumplir la obligada necesidad de eliminar la basura, contribuyendo así a la descontaminación ambiental. Por esta vía en Cuba se procesaron en 1990 alrededor de 120 kg de desperdicios por habitante al año. Esto representa solo a través de la recuperación de éstos, una

producción de carne de cerdo de aproximadamente 5.6 kg/hab/año. En Cuba, los derivados de la caña de azúcar (principalmente mieles y levaduras) representaron en 1990 el 36% del total de materia seca que consumieron los cerdos de la producción porcina especializada. Los desperdicios procesados con un volumen de producción de 1.2 millones de toneladas alcanzaron el 23% para completar entre ambos un 62% de alimentos no convencionales en la dieta de los cerdos (Tabla 7).

Si se tiene en cuenta que el consumo humano genera grandes volúmenes de desperdicios y subproductos, existe un increíble potencial que se está desaprovechando y que a la vez utiliza recursos para eliminarse del ambiente. Se estiman alrededor de 40 millones de toneladas en Latinoamérica sin contar el potencial de desechos gastronómicos que puede generar el turismo con su gran infraestructura hotelera.

La alimentación porcina a partir de desperdicios procesados ha sido discutida con anterioridad (Dominguez, 1994). Sus principios son similares a los que se aplican en la alimentación no convencional, en particular los derivados de la caña de azúcar. Es decir, se necesita un correcto balance o suplementación de las dietas y un mayor consumo de alimentos para compensar una menor concentración de nutrientes o una menor utilización digestiva o metabólica. La ventaja en el caso de los desperdicios es la tolerancia del cerdo para consumir dietas líquidas voluminosas.

Se puede apreciar en el Tabla 8, el efecto de la suplementación protéica sobre el consumo de alimentos y la ganancia de peso en dietas de desperdicios procesados y miel B (40:60 MS), donde los desperdicios aportan más del 50% de la proteína total consumida por los cerdos.

Tabla 7: Alimentos porcinos no convencionales en Cuba

	Total MS (%)
Alimentos Convencionales	38
Alimentos No Convencionales	62
Derivados de la Caña	36
Desperdicios Procesados	23
Otros Subproductos	3

Tabla 8: Desperdicios procesados en mezcla de miel B para cerdos

	Miel B + Desperdicios		
	Sin Supl.	Supl. Protéico	
		Restringido	Mezcla 1 4%PB
Ganancia (g/d)	62	618	880
Consumo:			
MS (kg)	1.19	2.24	3.10
PB (g)	98	320	455
Levadura (gMS)	-	382	545
Conversión MS	-	3.6	3.5

Fuente: Figueroa *et al* (1993)

CONCLUSIONES

Por razones de recursos naturales, de desarrollo socio-económico y tecnológicas, se va demostrando cada día más que los sistemas de producción animal, en particular los de producción porcina, no pueden ser iguales en los países industrializados que en los menos desarrollados. Es por ello que han existido tantos fracasos en las transferencias e importación de tecnologías desde los países desarrollados que no han tomado en cuenta el medio donde se aplican. Resulta por tanto, extremadamente pernicioso descansar en formas de producción animal donde los alimentos deben ser importados, desvinculando la producción porcina de su medio natural: la producción agrícola autóctona.

Los sistemas de alimentación animal basados en derivados de la caña de azúcar de alto valor nutritivo, como el jugo de caña y las mieles ricas e intermedias integrados con una amplia política de reciclaje para la recuperación y aprovechamiento de todo tipo de residuos de la agricultura, subproductos de la industria, desechos de gastronomía, desperdicios de la pesca y la mataderos, y residuales provenientes de la crianza animal, brindan opciones que permiten aplicar modelos de producción porcina tanto para el pequeño como para el mediano y gran productor. Estos modelos ofrecen alternativas que posibilitan la autogestión, diversifican la producción, disminuyen los costos de insumos en las granjas, aumentan la productividad de la tierra y son ecológicamente benignos.

Referencias

- Del Rio, J. 1994. Experiencia cubana sobre la elaboración de diferentes tipos de residuos, desechos y subproductos en plantas industriales de pienso líquido. En: Tratamiento y utilización de desechos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal. *Animal Production and Health Paper* (Este número). FAO, Roma.
- Domínguez, P. L., 1994. Utilización de Desperdicios Procesados y otros subproductos agroindustriales y de la pesca en la alimentación porcina en Cuba. En: Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y alimenticios en la alimentación animal. *Animal Production and Health Paper* (Esta publicación)
- FAO, 1992. *Production Yearbook*. Food and Agriculture Organization. Rome.
- Figueroa, Vilda, 1989. Experiencias cubanas en el uso de las mieles de caña para la alimentación porcina. *Livestock Research for Rural Development*. 1(1):1-14.
- Figueroa, Vilda, 1994. La caña de azúcar: una opción sostenible para el presente y el futuro de la ganadería porcina. *Rev. CONAPOR* 4:7-11.
- Figueroa, Vilda, García, A. y Alemán, E., 1993. Evaluación del potencial de Desperdicios Procesados en la ceba de cerdos. *Livestock Research for Rural Development*. 5(2):12-17.
- Figueroa, Vilda, Maylin, A. y Novo, O., 1991. Efecto de bajos niveles de proteína sobre el comportamiento y las características de la canal de cerdos alimentados con miel B y levadura torula. *Livestock Research for Rural Development*. 3(3):6-13.
- Figueroa, Vilda y Ly, J., 1990. *Alimentación Porcina No Convencional*. Serie Diversificación. GEPLACEA-PNUD. C. Mexico.
- Piloto, J.L., Figueroa, Vilda, Carvalho, F. y Ferreira, A., 1990. Sustitución de la harina de soya por levadura *Saccharomyces* en la ceba de cerdos con dietas de mieles intermedias A y B. *Anuales XII Reunion de la Sociedad Latinoamericana de Producción Animal*. Campinas, Brasil.

- Pineda, A., 1994. Tecnología para la preparación de pastas protéicas a partir de la recuperación de cadáveres de animales, desperdicios de matadero y subproductos de la pesca. En: Tratamiento y utilización de desechos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal. Animal Production and Health Paper (Esta publicación).
- Perez Valdivia, M., 1994. Política cubana de recuperación de todo tipo de desperdicios y subproductos para la producción porcina y el saneamiento ambiental. En: Tratamiento y utilización de desechos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal. Animal Production and Health Paper (Esta publicación).
- Preston, T. R. and Murgueitio, E., 1992. Strategy for sustainable livestock production in the tropics. CONDRIIT. Cali, Colombia
- Sarria, Patricia, Solano, A. y Preston, T. R., 1990. Utilización de jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos. Livestock Research for Rural Development. 2(2):92-99.
- Van, H. and Men, L. T., 1992. Feeding of sugar cane juice and "A" molasses to fattening pigs. Livestock Research for Rural Development 4(3):1-5.

Capítulo 16

Alimentación Alternativa para Patos y Gansos en Areas Tropicales

Juana R. Rodríguez Denis
Instituto Investigaciones Avícolas
La Habana, Cuba

INTRODUCCIÓN

Para el año 2020, la agricultura deberá aumentar su producción en un 140% sobre los niveles actuales para alimentar entre 10 y 11 billones de seres humanos, la mayoría de los cuales vivirá en el mundo subdesarrollado. La producción de proteína animal deberá orientarse a disminuir la competencia con el ser humano por el consumo, por ejemplo, en granos, leguminosas y cereales que seguirán siendo la base alimentaria de las capas de menor ingreso. La producción industrial "puerto dependiente" deberá buscar vías alternativas complementarias que disminuyan insumos foráneos. Junto a ella, deberá crecer en importancia la pequeña producción integrada donde se aprovechen al máximo los recursos locales con la mayor eficiencia posible, mediante el empleo de los adelantos científico-técnicos factibles de ser introducidos a esta escala a la vez que se preserve el ambiente. Sólo así podrá contarse con una producción pecuaria sostenible cuyos determinantes según Timón (1990) se muestran en el Tabla 1. Es importante señalar que los monogástricos principales (aves y cerdos) producen actualmente más del 62% de toda la carne obtenida, debido a su mejor conversión y rentabilidad, a partir del desarrollo de tecnologías de cría intensiva, basadas en cereales y fuentes proteicas de calidad tales como tortas oleaginosas y harinas animales.

Tabla 1: Producción Pecuaria Sostenible

	Determinantes de sostenibilidad
Satisfacer necesidades humanas	. Individuales . Comunes . Nacionales/Regionales
Autosuficiente	. Técnicamente . Económicamente . Socialmente
Conserva el Ambiente	. Localmente . Globalmente

Desgraciadamente estos sistemas de alimentación compiten con el ser humanos, sobre todo en el mundo subdesarrollado, donde el déficit de proteína animal se compensa con un mayor consumo de proteína vegetal. Aquí entonces se abre la interrogante de cómo conciliar la necesidad de alimentar una población que crece vertiginosamente, cómo producir proteína animal asequible a las grandes mayorías, cómo alimentar estos animales. Se evidencia la necesidad en primer lugar, de aprovechar todos los desechos agroindustriales y de otros orígenes, todos los subproductos, así como potenciar y reevaluar nuevos productos disponibles regionalmente, para la alimentación animal.

Pero ello no resulta en verdad fácil de lograr. Para el empleo de subproductos o desechos, se confrontan problemas generales y particulares. Como problemas generales se tienen:

- a) Falta de información sobre su aporte nutricional
- b) Pobre desarrollo tecnológico para su obtención
- c) Bajo aprovechamiento de su potencial nutritivo
- d) Características indeseables no bien evaluadas
- e) Inestabilidad en su composición y frecuente contaminación.

Suponiendo que los investigadores logren resolver todos estos aspectos de un subproducto dado, entonces se presenta quizás el obstáculo mayor para su empleo exitoso: no se cuenta con infraestructura tecnológica para procesarlo e incluirlo a escala comercial. Este es quizás el mayor reto

de los investigadores que trabajan en esta área y donde deben poner mayor énfasis. Se requiere una red de centros que, mediante una metodología común, trabajen en la evaluación de los diferentes subproductos regionales, intercambien resultados y elaboren un banco de datos disponible, conformando tablas de composición confiables, que permita una formulación aceptable de dietas con empleo de subproductos. También grupos de desarrollo tecnológico para producir equipos que a diferentes escalas productivas puedan procesarlo y brindar productos competitivos comercialmente.

Estas dificultades se manifiestan más fuertemente en la avicultura, por las características de requerimientos de las mismas; en el caso de los cerdos hay una mayor flexibilidad. Pero la tendencia de crecimiento en la producción de carne favorece a la avicultura en los países en desarrollo.

Tabla 2. Producción mundial de algunas fuentes de proteína animal.

Producto (1000 ton)	1979-81(%)	1992 (%)	Crecimiento (%)	
			Relativo	Absoluto
Carne de bovino y de búfalo	46,553 (34)	53,063 (29)	-5.16	14
Carne de cerdo	51,999 (38)	72,203 (40)	+1.3	39
Carne ovino y cabra	7,355 (5.4)	9,867 (5.4)	--	34
Carne de aves	26,336 (19)	43,152 (24)	+4.31	64
Carne total	135,609	181,877	--	34
Huevos gallina	26,238	36,356	--	38

Fuente: FAO, 1993.

En efecto, la avicultura es una de las ramas pecuarias de mayor productividad y la de más rápido crecimiento en el mundo (Tabla 2). Así, mientras que la producción de carne bovina aumentó un 14 %, la de aves

creció en un 64 % y la de cerdo en un 39 % entre 1981 y 1992. Del total de carne producida, la carne de bovina presentó una disminución de un 5 % mientras que la carne de aves tuvo un crecimiento relativo de un 4 % y la de cerdo en un 1 %. Este crecimiento relativo está relacionado con la rentabilidad, precio al consumidor y poder adquisitivo de las grandes mayorías. En efecto, partiendo del análisis de Mannette (1990), se ve el déficit de proteína de origen animal que padecen los países subdesarrollados (Tabla 3) pero si se comparan los indicadores de la producción avícola en los últimos años (Tabla 4) se ve cómo ha crecido más intensamente la producción avícola en los países en desarrollo, donde pesan más las realidades del bajo poder adquisitivo y la necesidad de alimentos baratos, que otras consideraciones y hábitos alimenticios.

Tabla 3. Población y producción de carne y leche.

	Países desarrollados	Países subdesarrollado
Producción de leche (% del total)	82	18
Producción de carne (% del total)	64	36
Kg de leche per cápita	320	23
Kg carne per cápita	54	11

Fuente: Mannette, 1990.

Ahora bien, se pueden delimitar dos grandes campos o tendencias de crecimiento de la avicultura sobre bases sostenibles, en los países subdesarrollados:

- A. Producción industrial con alta eficiencia, autosuficiente, de carne de aves y huevos, basados en el pollo de engorde y las gallinas ponedoras. Ello requiere un respaldo agrícola eficiente, en cultivos que puedan integrar la base alimentaria o vías económicas sostenibles, para su adquisición.
- B. Pequeña producción con alto grado de integración donde juegan

importante papel las aves acuáticas, y otras especies como por ejemplo los peces; incluye un óptimo aprovechamiento de los recursos locales.

Tabla 4. Indicadores de la producción avícola en los últimos años

	Países Desarrollados	Países Subdesarrollados	Total
Producción de huevos (MMt)			
1987	19,228 (59%)	13,355 (41%)	32,583
1992	18,301 (50%)	18,056 (50%)	36,357
Incremento	-5%	+35%	+11%
Producción de carne de ave(MMt)			
1979-81	18,279 (69%)	8,057 (31%)	23,336
1992	26,208 (61%)	16,944 (39%)	43,152
Incremento	+43 %	+110 %	+64%
Existencia de gallinas (MM)			
1979-81	3,704 (52%)	3,416 (48%)	7,121
1992	4,361 (40%)	6,848 (60%)	11,209
Incremento	+ 18%	+ 100%	+ 57%

Fuente: FAO, 1993.

Como ejemplo en el primer caso, se tiene a Brasil que produjo en 1993 el 10% de la producción mundial de carne de aves (3.1 millones de toneladas) de las cuales exportó 370 mil toneladas o sea el 20% de las ventas anuales con un consumo interno superior a 2.5 millones de toneladas. Obsérvese en las Tablas 5 y 6, sin embargo, cómo ha crecido el consumo relativo de carne de ave en detrimento de otras carnes ante el decrecimiento del poder adquisitivo de la población.

Tabla 5. Evolución del consumo de carne per cápita/año en Brasil (Kg/hab/año).

Año	Carne de Ave	Bovina	Porcina
1975	7.1	15.9	7.2
1980	9.6	16.2	8.2
1985	9.3	13.3	7.6
1990	14.3	13.1	7.3
1993	18.5	13.3	7.4
Consumo per per cápita (%)			
C. Bovina	13.3 (28.8)		
C. Cerdo	7.4 (16.2)		
C. Aves	18.5 (40.0)		
Pescado	7.0 (15.0)		
Total prot. animal	46.2 (100)		
Precio de la carne de pollo			
Año	(Precio US\$/kg)		
1988	1.03		
1989	1.49		
1990	1.58		
1991	1.10		
1992	1.01		
1993	1.04 (hasta mayo)		

Fuente: Bigi, 1993.

A su vez, este crecimiento avícola de Brasil está sustentado en la producción agrícola. Así se tiene que en cereales creció de 1981 a 1992 en un 43% (13.36 MMton), el maíz en un 59% (11.35 MMton) y la soya en un 42% (5.69 MMton) según datos FAO (1993). Ello lo hace autosuficiente en buena medida. Sin embargo, no parece haberse desarrollado un eficiente uso de los desechos agroindustriales, lo que podría beneficiar económicamente pero sobre todo en términos de protección del ambiente.

Tabla 6. Indicadores del poder adquisitivo de la población de Brasil

- 1) El poder adquisitivo real medio del salario disminuyó cerca del 50% de 1985 a 1993.
Salario mínimo Feb/59 equivalía a 90kg de carne ó 450 l de leche.
Salario mínimo Dic/92 equivalía a 15kg de carne ó 110 l de leche.
- 2) Hay 32 millones de hambrientos.
- 3) El 60% de los brasileños sufren deficiencia económica.
- 4) Entre 1980 y 1992 el país empobreció:

PIB	Creció en 19%
Población	Creció en 25%
PIB per cápita	Disminuyó en 5%
Producción industrial	Disminuyó en 20%
Disponibilidad de bienes por habitante	Disminuyó en 26%
Consumo	Disminuyó en 15%
- 5) El 40.9% de la población recibe renta mensual inferior a 60 U\$ (pobre), y el 18,7% de la población recibe renta mensual inferior a 30 U\$ (extremadamente pobre)

Fuente: Bigi, 1993.

En cuanto a la segunda tendencia de desarrollo avícola sostenible tenemos los sistemas integrados que se observan en Asia, principalmente en China, donde juegan un papel importante los gansos y patos, con la producción de peces y proteína vegetal, cuyas bases son las siguientes (Zhu, 1992):

- 1) Es una producción relativamente económica porque puede usar productos naturales tales como granos de cereales que quedan en el campo y las hierbas de las tierras improductivas.
- 2) Hay un fuerte hábito de consumo de este tipo de carne y huevos.
- 3) Poseen abundancia de reproductores y buenas líneas autóctonas más las importadas.
- 4) Se han aplicado variantes que incentivan al campesino a criarlo, venderlo o prepararlo como desee; el consumidor puede seleccionar dentro de una gran variedad de productos.

China produce 7.2 millones de toneladas de huevo (6.4 kg per cápita)

y 2,210 millones de aves que producen 2,820 Mton de carne; el 20% de esta se obtiene de patos y gansos (Anon,1990).

Este tipo de producción libera una buena cantidad de cereales y otros alimentos para el consumo humano, Devendra y Li Pun (1990) explican un sistema integrado de cerdos-patos-peces-producción vegetal especialmente diseñado para pequeños agricultores y calculan basándose en cantidad equivalente de nitrógeno de las excretas que 26,7 patas reproductoras; 8.2 cerdos; 0.8 vacas lecheras ó 1.7 búfalos producen 174.7 Kg de pescado/año en un embalse de 200 m² como rendimiento promedio.

En efecto, Pérez (1991) señala que un pato de engorde produce 6 Kg de excreta más un 5% de desperdicio de alimento, lo que en base seca puede ser unos 3.36 kg/pato cebado, en unos 30 o 40 días.

Los patos y gansos pueden consumir alimentos disponibles en los embalses tales como culebras y jacinto de agua (Sonaiya, 1990) o Azolla fresca (Preston, Rosales y de la Cruz, 1991). Preston (1992) apunta que quizás los patos y gansos sean los más apropiados para el empleo de dietas alternativas no basadas en cereal, y recomienda su crianza complementada en rumiantes en fincas integradas de producción agrícola y pecuaria con eficiente reciclaje de los residuales, subproductos y desechos. Farrel y Stapleton (1987) informaban que el 80% de los patos en Taiwán están alojados en estanques de peces, lo que permite un sistema integrado de crianza donde el gasto de alimento para los peces es prácticamente nulo. Las excretas y el pienso sobrante de los patos aumentan el valor biológico del ecosistema acuático existiendo evidencias de que la producción de patos, conjuntamente con la aplicación de la policultura acuícola, sin ningún otro fertilizante, puede significar hasta 3570 Kg de pescado por hectárea/año (Pérez,1991).

DESARROLLO AVICOLA EN CUBA

Cuba ha desarrollado una avicultura de alto rendimiento, con una base genética propia, instalaciones de buen nivel tecnológico, pero sin una base alimentaria sostenible. Es por ello que ante la crisis económica por la que venimos atravesando en los últimos años, han disminuído sustancialmente los indicadores productivos (Rodríguez, 1993). Por otro lado, se ha venido trabajando durante años en la evaluación y aprovechamiento de diferentes

subproductos nacionales en sustitución de importaciones. Desgraciadamente, en este sentido se confrontan todas las dificultades que caracterizan el empleo de los subproductos y que hemos apuntado en este trabajo. No obstante, se ha logrado la incorporación de:

Harina de pescado nacional

En 1989 se obtenían unas 3,900 ton/año procedente de las plantas de fileteado y procesamiento del pescado así como de la Flota Pesquera. Esta producción está afectada en estos momentos por falta de energía; por tanto el pescado se vende entero sin separar los desechos. De mejorar la situación energética, se recuperaría este subproducto nuevamente.

Por otro lado, hay un creciente desarrollo de la acuicultura; el procesamiento de este pescado es más artesanal y ocurre localmente, por lo que la mayor parte se distribuye fresco sin separar los desechos; pero se está trabajando en lograr producir ensilaje para reciclarlo en la cría de aves y cerdos.

Harina de carne y hueso

Se obtiene industrialmente en los bovinos que existen en el país. La cantidad que se produce depende del nivel de sacrificio. Pero toda se destina a la alimentación de aves y cerdos.

Como otro subproducto, se ha obtenido a escala experimental una harina de contenido ruminal, la cual tiene la siguiente composición, según Camps y Toranzo (1987):

<u>Componentes</u>	<u>Rango (%)</u>
Proteína	19.20 - 39.19
Grasa	10.95 - 20.15
Fibra	8.36 - 21.20
MS	88.60 - 91.02
Ceniza	11.32 - 15.82
Calcio	1.40 - 3.80
Fósforo	0.70 - 1.50
EM (Kcal/kg)	2,560 - 2,850

Estos autores evaluaron este subproducto en gansos en crecimiento obteniendo buenos resultados con dietas que incluían 6 y 12 % de 1 a 28 días y 10 y 20% de 28 a 84 días de edad:

INDICADORES	CONTROL	6-10%HCR	12-20%HCR
Peso vivo machos (kg)	5.19b	5.71ab	5.96a *
Peso vivo hembras	4.25b	5.09a	4.84a ***
Peso vivo mixto	4.64b	5.54a	5.26a ***
Consumo (kg/ave)	17.66	18.62	19.47
Producción de plumas) (g/ave)	58.63b	73.11a	67.50a ***
Viabilidad (%)	87.27	100.0	98.18

A pesar de estos buenos resultados, no se ha podido instrumentar esta producción por problemas económicos fundamentalmente.

Harina de desechos de los mataderos avícolas.

En el país existen 17 Mataderos para aves con 14 plantas de producción de harina de desechos; su capacidad de sacrificio total es de más de 1 millón de pollos por un turno de 8 h/año; la producción de harina alcanzó en 1989 unas 3,600 ton. Esta harina contiene alrededor de un 60% de PB y un 23% de grasa; su energía metabolizable fue determinada en el Instituto de Investigaciones Avícolas por Rodríguez et al y se encontró que era de 3,400 kcal/kg de EMV; en el proceso de obtención, se logra un contenido de MS superior al 88 %. Este producto fue evaluado en pollos de engorde, encontrándose que podía sustituir perfectamente la harina de pescado y se recomendó su inclusión al 3-6% en dietas de inicio y finalizar ceba. Otro uso muy frecuente ha sido darla directamente en el comedero a razón de 2-4 g/ave/día para incrementar la postura cuando por diferentes afectaciones se produce caída de la puesta. Recientemente ha sido recomendada por estos investigadores para mejorar las condiciones del reemplazo de ponedora que ha estado presentando bajo crecimiento.

Subproductos del arroz

Todo el polvo (puliduras) del arroz así como el salvado y la cabecilla, se emplean en la alimentación animal, con destino a las aves.

En efecto, una práctica muy interesante en los países asiáticos es el pastoreo de gansos o patos en las arrozceras después de la cosecha. En efecto, se calcula que en el campo puede quedar hasta un 30% del grano; la abundancia de agua y de hierba tierna, así como el rebrote de arroz brindan condiciones inmejorables para la cría de estas aves. En la provincia de Granma se ha logrado una integración importante, de la cría de gansos con la producción arrozera. Sobre este particular, Rodríguez y colaboradores (1993) desarrollaron trabajos sustituyendo el 20-40%, 40-60% del pienso o el 50-70% de la proteína del pienso consumido por el control por subproductos del arroz; en el último de los tratamientos se logró con sólo 31% de concentrado sobre el total (Tabla 7 y 8).

Tabla 7. Ración (g/ave/día) suministrada a los animales.

Trat.	28 a 42 días		42 d. en adelante	
	Pienso	Subproducto	Pienso	Subproducto
T1	214	ad libitum	230	ad libitum
T2	170	44	138	02
T3	129	85	92	138
T4	70	130	70	190

SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA AZUCARERA Y OTRAS ALTERNATIVAS VINCULADAS CON EL DESARROLLO DE LAS AVES ACUATICAS EN CUBA.

Durante años se han realizado numerosos trabajos encaminados al empleo de las mieles de caña en sustitución de los cereales en la producción avícola; pero en las condiciones actuales no es posible incluir más de un 10% por problemas tecnológicos derivados de la consistencia de las mieles; no obstante se desarrollan interesantes trabajos con nuevas alternativas para lograr este empeño. Pero sin embargo, si se piensa en las aves acuáticas, entonces se vislumbra una mayor flexibilidad para usar numerosos derivados de nuestra primera industria.

Sobre esta base, se ha propuesto un programa de desarrollo de las crías de patos vinculadas con la industria azucarera del país, aprovechando

su preferencia por las dietas líquidas. Así, Pérez (1991) propone emplear por cada pato a cebar, 2 Kg de alimento de inicio, con 90% de MS (20% de PB) para unos 95 g/ave/día y 12 Kg de dieta líquida con 60% de MS (Tabla 9).

Tabla 8. Incremento de peso.

Indicadores Sig.	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	E.S
Peso vivo inicial (28 días)	1.77	1.85	1.8	1.80	0.030
Peso vivo 42 días					
Machos	3.22 ^a	3.02 ^b	2.92 ^b	2.69 ^c	0.034 ***
Hembras	2.83 ^a	2.70 ^b	2.61 ^b	2.47 ^c	0.039 ***
Mixtos	3.03 ^a	2.86 ^b	2.76 ^b	2.58 ^c	0.029 ***
Peso vivo 56 días					
Machos	4.09 ^a	3.67 ^b	3.65 ^b	3.64 ^b	0.059 ***
Hembras	3.55 ^a	3.26 ^b	3.26 ^b	3.20 ^b	0.042 ***
Mixtos	3.82 ^a	3.46 ^b	3.46 ^b	3.43 ^b	0.079 **
(%) con respecto al control	100	90.6	90.4	89.7	
Incremento					
De 28 a 42 días	1.26	1.01	0.95	0.78	
De 45 a 56 días	0.79	0.60	0.66	0.87	
De 28 a 56 días	2.05 ^a	1.61 ^b	1.61 ^b	1.66 ^b	
(%) con respecto al control	100	78	4	78.5	80.6

Tabla 9. Ejemplo de Distintas Dietas de Inicio para Patos (Pérez, 1991)

COMPONENTES	1	2	3
Azúcar	45	25	-
Cereal	-	25	65
H.soya	35	30	25
Relleno*	10	10	10
Fórmula Min/Vit/otros	10	10	10

*puede ser salvados, puliduras de arroz, harina de hojas de diferentes cultivos, bagacillo, etc

Por otro lado, desde 1983, se viene trabajando en la cría de gansos, vinculada con distintos cultivos de importancia económica dentro del país, aprovechando su capacidad herbívora. En efecto, cinco gansos consumen igual cantidad de hierba que una oveja (Sonaiya, 1990). El tubo digestivo del ganso en comparación con la dimensión de su cuerpo, es el más largo entre las aves; mientras en la gallina la proporción es de 8 a 1, en el ganso es 11 a 1 (Farkas, 1987); el ciego es desarrollado y funcional; su pico es fuerte y en la terminación del mismo dispone de formaciones similares a los dientes de un serrucho. Por todo ello, puede consumir 1 Kg de masa verde al día; sin cansarse logra picotear las más pequeñas yerbas y granos; se discute sin embargo, que su digestibilidad es baja, Rodríguez y Expósito (1989), observaron valores de 51-61% de digestibilidad de la fibra bruta en gansos en crecimiento; valores similares obtuvieron Rodríguez y Campa (1989).

El ganso es un animal con gran voracidad y manifiesta su preferencia por el forraje verde y por la fibra en general desde su nacimiento; tiene un requerimiento fuerte de este nutriente para su desarrollo y cuando falta se produce picaje en la cría; hace un pastoreo selectivo y prefiere las praderas jóvenes y retoños tiernos, pero también puede consumir heno u otra fuente de fibra. Un sistema interesante basado en estas características ha sido el ensayado por Céspedes (1993), en la granja Andrés Cuevas, de la provincia Granma, que permite un consumo de 330-350 g de Pasto Estrella/ave/d (70% de su ración) restringiendo el concentrado (30% de la ración) mediante el acceso a la nave o galpón techado y al suministro de concentrado solamente de 9:30 am a 2 pm, o sea en las horas de mayor calor, permaneciendo el resto del tiempo en el pastizal (Tabla 10).

Otro trabajo interesante fue el realizado por Rodríguez y colaboradores (1991) en un cebadero de ganado bovino. En Cuba, en la época de seca, se traslada el ganado de engorde a corraletas situadas en las proximidades de los centrales azucareros donde reciben para su alimentación una mezcla de paja de caña rociada con miel, bagacillo y cachaza de caña. En este experimento se alojaron 600 gansos de 70 días de edad divididos en tres tratamientos: ocas libres junto con el ganado recibiendo su misma alimentación de residuos del central más 120g de concentrado/ave/día; ocas en cuartones cerrados, sin ganado, recibiendo los residuos e igual ración de concentrado y un tercer grupo igual al segundo pero recibiendo

Tabla 10. Manejo y Alimentación del ganso

TIPO DE ALIMENTO	HORARIO	
	EN EL PASTIZAL	EN EL GALPON
Pasto	7 a 9:30 am	cerrado
Concentrado (90g/ave)	cerrado	9:30 a 2 pm
Pasto + Concentrado	desde las 3 pm	hasta las 7 am con acceso al galpón y al pastizal
TOTAL ALIMENTO 500g/AVE/DIA:		
150g/ave/d concentrado ó 105g/ave/d concentrado + 45g de maíz; más: 330-350g/ave/d de Pasto Estrella		
(según Céspedes, 1993)		

sólo 60g de concentrado/ave/d. A los dos meses de iniciado el experimento se observó que los gansos del primer grupo, tenían el mejor resultado; coexistían con el ganado sin necesidad de estar confinados y mantuvieron un crecimiento aceptable, así como buena producción de pluma con un ahorro de 4.0 Kg de concentrado por ave. En este sentido, Rodríguez y Campa (1989) evaluaron niveles de 10 a 30% de bagazo de caña en gansos hasta 63 días de edad. Cuando se suministró el alimento en forma de harina, los animales no pudieron hacer un buen consumo en las primeras semanas de edad, pero a los 56 días se igualaron en peso vivo el control y el tratamiento con 10% de bagazo. Cuando se usó en forma de pelets, los animales con 30% se igualaron al control, resultando en alimento mucho más barato (Tabla 11).

El empleo de las mieles intermedias en la ceba de gansos, produjo resultados satisfactorios (Tabla 12) y permite un sistema fácil de su aplicación en las crías vinculadas con los centrales azucareros o en sus cercanías (Rodríguez et al, 1991).

Tabla 11. Resultados productivos con el empleo del bagazo de caña. Rodríguez y Campa, (1989)

Medida	Ad libitum			Restringidos			Sign.
	Control (T1)	20 % (T3)	30 % (T4)	Control (T2)	20% (T5)	30 % (T6)	
56 Días							
Peso Vivo (kg/ave)	3.96 ^a	3.53 ^a	3.64 ^a	3.40 ^b	3.10 ^b	3.31 ^b	*
Consumo (Kg/ave)	11.94 ^a	12.49 ^a	12.60 ^a	10.72 ^c	11.18 ^{bc}	10.39 ^c	***
Conversión	3.32 ^{ab}	3.54 ^a	3.47 ^{ab}	3.16 ^b	3.62 ^a	3.14 ^b	*
63 días							
Peso vivo (Kg/ave)	3.67 ^{ab}	3.75 ^{ab}	3.87 ^a	3.51 ^{ab}	3.57 ^{ab}	3.37 ^b	*
Consumo (Kg/ave)	13.21 ^b	14.19 ^a	14.10 ^a	12.33 ^c	12.73 ^{bc}	11.99 ^c	**

Tabla 12. Peso vivo en dietas de miel y granos (Rodríguez et al, 1991)

Edad y sexo	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	E.S	Sig.
28 días					
Machos	2.01 ^a	1.77 ^a	1.75 ^b	0.014	***
Hembras	1.82 ^a	1.69 ^c	1.72 ^b	0.012	***
56 días					
Machos	3.98 ^a	3.42 ^b	3.46 ^b	0.024	***
Hembras	3.43 ^a	2.76 ^c	3.18 ^b	0.023	***
70 días					
Machos	5.74 ^a	3.85 ^c	4.03 ^b	0.036	***
Hembras	3.99 ^a	3.52 ^c	3.74 ^b	0.039	
105 días					
Machos	5.79 ^a	5.49 ^b	5.51 ^b	0.039	*
Hembras	4.89 ^a	4.43 ^b	4.98 ^a	0.043	***
Promedio	5.26 ^a	4.97 ^b	5.24 ^a	0.039	**

En áreas de cítricos y frutales se han ubicado rebaños de ocas de forma experimental. En un estudio de 2 años de duración, se pudo comprobar que no existía afectación de las cosechas subsiguientes y que las hojas dañadas estaban en función de la carga de animales por hectárea; un elemento a considerar es que el ganso adulto produce unos 500g de excreta/ave/día lo que incorpora elementos fertilizantes al suelo.

Resulta de gran perspectiva en el país el empleo de los desperdicios procesados o pienso líquido, si tenemos en cuenta el auge de la industria turística, que sin duda generará un crecimiento en el volumen de dichos desperdicios; esta ha sido la base alimenticia tradicional del pato en la cría familiar o de traspatio en Cuba (Tabla 13), Rodríguez y Expósito (1989) evaluaron la sustitución total del concentrado por desechos alimentarios, obteniendo muy buenos resultados, lo que ha sido empleado en numerosas unidades productivas para su autoabastecimiento.

Se puede concluir que hay diversos sistemas alternativos a la cría de estas aves acuáticas, que pueden resultar muy apropiadas para producciones integradas a pequeña o gran escala. En la Tabla 14 se muestra un resumen de los indicadores reproductivos de las principales razas. Pero también hay resultados notables en la industria avícola para la producción de gansos y patos. Así por ejemplo, la carne de pato en Francia fue en 1987 la que ocupó el tercer lugar entre las aves domésticas y se produjeron 93,000t (Sauveur y Carville, 1990) lo que representa un 121% con respecto a 1965; para igual período en Inglaterra fue de 111%.

Tabla 13. Resultados productivos a los 70 días de edad

	Peso vivo (Kg/Ave)	Incremento de peso 56 a 70 días	Consumo acumulado (Kg/ave)	Producción de plumas (g/ave)
T1 Pienso ad.lib.	5.65 ^a	1.54	15.69	121.3
T2 Pienso ad.lib. más residuos desde 7 días de edad	5.52 ^{ab}	1.41	14.23	121.3
T6 Pienso ad.lib. más residuos desde 21 días de edad	5.42 ^b	1.31	12.39	114.7
T3 Restric. a 119 g/ave a partir 21 días más residuos desde 7 días.	4.93 ^c	1.31	8.21	112.0
T7 Restric. 85 g por ave más residuos desde 21 días	4.79 ^c	1.30	6.37	110.7
T4 sin pienso desde 21 días con residuos desde 21 días.	4.58 ^d	1.47	—	104.0
T5 sin pienso desde 21 días ad.lib. más residuos desde 7 días	4.59 ^d	1.73	4.78	90.7
E.S.		+0.56	+0.466	

Tabla 14. Comparación de indicadores reproductivos de diferentes tipos de aves.

INDICADORES	PATO PEKÍN	PATO MUSKOYY	GANSO	REPRODUC.PES. (BROILER)
Edad al 1er. huevo	24	28	36	24
Huevo/ave	220	175	140*	180
Intensidad de puesta (%)	80	50	40	80
Fertilidad (%)	90	80	80	85
Nacidos	160	125	100	130
Edad de sacrificio (sem)	7	10	10	6
Peso promedio (Kg)	3	3.3	6	1.6
Alimento/huevo (g)	545	583	1430	375
Alimento/pollito	750	247	333	319

* 2-3 ciclos de puesta

Como resumen de las ventajas y desventajas de la cría de gansos y patos se puede señalar lo siguiente:

DESVENTAJAS

- 1) Bajos indicadores reproductivos, sobre todo en los gansos; en las líneas actuales de patos, se han logrado resultados altamente satisfactorios.
- 2) Por sus hábitos y comportamiento, se hace difícil recoger el huevo limpio para incubar, así como mantener seca su área de cría.
- 3) Su consumo de agua es más alto; puede afirmarse que se mueven alrededor de la fuente de abastecimiento de agua.
- 4) Su manejo en grandes rebaños es complicado; es más apropiado para la pequeña producción.

VENTAJAS

La cría de patos y gansos puede ser una alternativa muy económica para la producción de carne, huevos y pluma, si se tiene en cuenta que:

- 1) Pueden basar su alimentación en el aprovechamiento de los residuos de las cosechas de cereales y granos, así como consumir gran cantidad de hierbas y otros forrajes.
- 2) Aceptan dietas líquidas, por lo que pueden alimentarse a partir del

- jugo de caña o sus mieles, así como del desperdicio de restaurantes y comedores (salcocho).
- 3) Sus requerimientos de energía y proteína son más bajos que los de otras aves, por lo que se pueden incluir en su ración numerosos subproductos.
 - 4) Su crianza puede basarse en condiciones muy rústicas y simples, lo que hace que la inversión sea mínima.
 - 5) Se adaptan fácilmente a variadas condiciones ambientales y pueden integrarse con otras especies, así como con numerosos cultivos agrícolas.

Referencias

- Anon, (1990) Tomado de Selecciones Avícolas, Oct. 1990, pag. 312
- Bigi, M. (1993) O. Marketing Na Avicultura. Anuario'94 Da Avicultura y Suinocultura Industrial Na 1006 Pag. 65 (Dic.93) Brasil.
- Camps, Dulce Ma. y Toranzo, Dolores Ma. (1987) Utilización de la harina de rumen en la alimentación de ocas. Rev. Cubana de Ciencia Avícola. 14 (1):71
- Céspedes, F. (1993) Breve reseña tecnológica del sistema de explotación rotacional del pasto en la crianza de Ocas y algunos detalles del manejo. Informe Interno, UCAN. Habana, Cuba.
- Devendra, C. and LiPun, H. (1990) Practical Technologies for mixed small farm systems in developing countries. In proceedings of the FAO Expert Consultation held in Rome 10-14 Dec., 1990. Ed by S.Mack.
- FAO (1993) Boletín trimestral FAO de Estadísticas. Vol.6 No.3.
- Farkas, S. (1987) Zootecnia del ganso. Libro de texto para cursos de especialistas. Plan OCA, Cuba.
- Farrell, D.J. and Stapleton, P. (1987) South East Asia studies Duck Production World Poultry Sci. 2129.
- Mannette, L'C. (1990) Practical Technologies for the optimal use of tropical pastures and rangelands in traditional and improved livestock production systems. In proceedings of the FAO Expert Consultation

- held in Rome 10-14 Dec., 1990. Ed. by S.Mack.
- Pérez, Rena (1991) La producción de patos en los ingenios azucareros cubanos. Conferencia III Jornada Científica del Instituto Investigaciones Avícolas. Habana.
- Preston, T.R. (1992) Alternative non-cereal diets for poultry Proceeding of the XIX World's Poultry Congress Amsterdam, set. 1992.
- Preston T.R., Rosales, M. y De La Cruz, H.O. (1991) Azolla Anabaeva. Un recurso valioso para la producción agropecuaria en el trópico CIPAV, Colombia.
- Rodríguez, Juana R. y Campa, Lilian (1989) Evaluación del bagazo de caña en la alimentación de gansos durante la etapa de crecimiento. Rev. Cub. de ciencia Avícola 16 (1):1.
- Rodríguez, Juana R., Domínguez, S., Casanovas, A.J. y Gómez, R. (1991) Uso del pajumel en la alimentación de OCAS. 12 th Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias, Habana. Cuba.
- Rodríguez, Juana R. y Expósito, Rosa (1989) Evaluación del uso de residuos de comedor y vegetales de desecho en la cría de gansos en crecimiento. Rev. Cub. de Ciencia Avícola. 16 (2):145.
- Rodríguez, Juana R. Expósito, Rosa, M. de la Paz, A. Escalante y Domínguez, G.H. (1993) Sistema de Alimentación separada para la cría de gansos. Rev. Zoot. de Invest. en Peq. Herb. No Rum. 1(1):76.
- Rodríguez, Juana R., Pérez, Rena y Cruz, Lisbeth (1991) Producción de carne y pluma de OCA a partir de mieles intermedias y gansos. Rev. Cub. de Ciencia Avícola. 18 (1):90.
- Sauveur, B. et de Carville, H. (1991) Le Canard de Barbarie. INRA, France.
- Sonaiya, B (1990) Toward sustainable Poultry production in Africa. In Proceedings of the FAO Expert Consultation held in Rome 10-14 Dec, 1990, Ed. by S Mack.
- Timon, V.M. (1990) Strategies for sustainable development of animal agriculture- an FAO perspective. In proceeding of the FAO expert Consultation held in Rome 10-14 Dic., 1990. Ed. by S.Mack.
- Zhu, J.R. (1992) Waterfowl production is ever rising in the people's Republic of China. Proceeding of the XIX World's Poultry Congress, Amsterdam, Set. 1992.

Capítulo 17

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Existe un volumen importante de desechos de origen animal, pesquero y alimenticio que en mayor o menor grado, de acuerdo a las características y hábitos alimentarios de los países de la región, se eliminan al ambiente, contribuyendo a la contaminación ambiental.

Existen diferentes procedimientos (industriales y artesanales) para la utilización de desechos en la región:

- Uso directo.
- Ensilaje de desperdicios y subproductos de la pesca (químicos y biológicos).
- Harinas de residuos de mataderos de diferentes calidades (sangre, hueso, carne, carne+hueso).
- Pastas protéicas producidas a partir de desechos de origen animal y cadáveres de animales.
- Producción de pienso líquido a partir de la recuperación de todo tipo de desechos, desperdicios y subproductos agroindustriales y de la pesca.

El aprovechamiento de los desechos de origen animal y otros desperdicios puede contribuir al aporte de proteína de alto valor nutritivo en la dieta de los animales.

Existe poca información disponible en la región sobre la composición, métodos de tratamiento y uso de los desechos de origen animal y diferentes tipos de desperdicios para la ganadería.

Se dispone de tecnologías simples, de bajos costo e insumos para la

producción de ensilajes biológicos en el sector pesquero a escala artesanal. Sin embargo, todavía no se ha logrado introducir de forma sistemática y generalizada entre los productores en la mayoría de los países de la región.

Se cuenta con una metodología para la evaluación económica de los ensilajes de pescado en algunos países del área.

RECOMENDACIONES

Apoyar el desarrollo de soluciones que permitan la eliminación del ambiente de los desechos de origen animal y otros desperdicios.

Someter los desechos de origen animal y otros desperdicios que constituyen riesgo sanitario a algún tipo de procesamiento para disminuir la contaminación ambiental y a su vez aporten alimentos para la producción animal.

Identificar mejor el potencial de uso y destino de los diferentes desechos, residuos y subproductos de origen animal y otros desperdicios. Así como la composición química y su valor nutritivo para la alimentación animal.

Profundizar en las evaluaciones técnico-económicas, de acuerdo con las características de cada país, sobre las diferentes metodologías que posibilitan el tratamiento y utilización de los desechos de origen animal y otros desperdicios para la ganadería.

Recomendar muy especialmente a la FAO que realice un esfuerzo para aportar recursos con el objetivo de establecer un proyecto de sistema de comunicación permanente entre los individuos e instituciones de los países interesados en la región sobre el tema "Tratamiento y Utilización de Desechos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal".

LISTA DE PARTICIPANTES

Aurora Zugarramurdi
Centro de Investigaciones de Tecnología Pesquera
y Alimentos Regionales
Marcelo T. de Alvear 1168
7600 Mar del Plata
Tel 80-2801
Fax 89-1324
Argentina

Edson Lessi
Instituto Nacional de Pesquisas de Amazonia
Caixa postal 478
CEP 69083 AM, Manaus
Tel 55-92-6423300
Fax 55-92-6423440 y 6421706
Brasil

Luis H. Falla
Frigorífico Guadalupe S.A.
Autopista Sur 66-78
Bogotá
Tel 2381855 y 2700700
Fax 57-1-7101407
Colombia

Henrik Holst-Pedersen
KAMBAS a.m.b.a.
Ortved
DK-4100 Ringsted
Tel 53 62 84 33
Fax 53 62 81 32
Dinamarca

José Cuarón
Centro de Investigaciones en Fisiología
y Mejoramiento Animal, INIFAP
Qro. 76020, Querétaro
Tel (429)20036 y 20249
Fax (429)20033
Mexico

Fernando Mendizábal
APELSA MONTERREY S.A.
El Carmen, N.L.
Tel 52-3-3840419 y 3840420
Fax 52-8-3840142 y 3840119
Mexico

Ziska Berenz
Instituto Tecnológico Pesquero del Perú
Casilla 360, Callao 1, Callao
Tel 51-14-517587 y 517605; Fax 51-2181
Perú

Darío Vargas
Centro de Investigación y Mejoramiento
de la Producción Animal
Calle General Lopez No 32, AP 762
Santiago
Tel 583-9581/84
Fax 851-583 8464(Oficina CODETEL)
República Dominicana

Rafael Bello
Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos
Univ. Central de Venezuela
AP 47792, Caracas 1041-A
Tel 58-2-7523871 y 7524403
Fax 58-2-6627121 y 7525897
Venezuela

Manuel Sanchez
Oficial de Producción Animal
Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO
Via Delle Terme di Caracalla
00100 Roma
Telex 625652 FAO 1
Fax (39-6)522-53150
e-mail Manuel.Sanchez@fao.org
Italia

Ruben Campos Pipaon
Union de Empresas Porcinas
Director
Calzada de Bejucal No 20310
C. de la Habana
Tel 44 3717 y 44 6469
Fax (537) 33 5086
Cuba

Miguel Perez Valdivia
Instituto de Investigaciones Porcinas
Director
Carretera de Guatao Km 1
AP 1, Punta Brava
C. de la Habana
Tel 299112
Fax (537) 33 5086
e-mail web@ceniai@iip00
Cuba

Margarito Velazquez
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
Industria y Barcelona
La Habana 2
Tel 61 4500; Telex 511290
Cuba

Juana Rodríguez
Instituto de Investigaciones Avícolas
Ave 7 de diciembre, Rotonda de Cacahual
C.Habana
Tels. (683) 3046, 4804 y 4886
Cuba

Rena Pérez
Dpto Producciones Complementarias
Ministerio del Azúcar
Calle 23 y O, C. Habana
Tel 320232, Fax (537) 33 2529
e-mail 71055.111@Compuserve
Cuba

Manuel Valdivié
Instituto de Ciencia Animal
AP 24, San José de las Lajas
Prov. Habana
Tel 9-9180
Cuba

Manuel Castro
Instituto de Ciencia Animal
AP 24, San José de las Lajas
Prov. Habana
Tel 9-9180
Cuba

Vilda Figueroa
Instituto de Investigaciones Porcinas
Carretera de Guatao Km 1
AP 1, Punta Brava, C. de la Habana
Tel 299112
Fax (537) 33 5366
e-mail web@ceniai@iip00
Cuba

Alberto Barrios
Instituto de Investigaciones Porcinas
Carretera de Guatao Km 1
AP 1, Punta Brava
C. de la Habana
Tel 299112
Fax (537) 33 5086
e-mail web@ceniai@iip00
Cuba

Carmen Maria Mederos
Instituto de Investigaciones Porcinas
Carretera de Guatao Km 1
AP 1, Punta Brava
C. de la Habana
Tel 299112
e-mail web@ceniai@iip00
Cuba

Julio Ly
Instituto de Investigaciones Porcinas
Carretera de Guatao Km 1
AP 1, Punta Brava
C. de la Habana
Tel 299112
e-mail web@ceniai@iip00
Cuba

Pedro L. Domínguez
Instituto de Investigaciones Porcinas
Carretera de Guatao Km 1
AP 1, Punta Brava
C. de la Habana
Tel 299112
e-mail web@ceniai@iip00
Cuba

Julio González
Instituto de Investigaciones Porcinas
Carretera de Guatao Km 1
AP 1, Punta Brava
C. de la Habana
Tel 299112
e-mail web@ceniai@iip00
Cuba

Aristides García
Instituto de Investigaciones Porcinas
Carretera de Guatao Km 1
AP 1, Punta Brava
C. de la Habana
Tel 299112
e-mail web@ceniai@iip00
Cuba

Victoria Martínez
Instituto de Investigaciones Porcinas
Carretera de Guatao Km 1
AP 1, Punta Brava
C. de la Habana
Tel 299112
e-mail web@ceniai@iip00
Cuba

Jorge del Río
Instituto de Investigaciones Porcinas
Carretera de Guatao Km 1
AP 1, Punta Brava
C. de la Habana
Tel 299112
e-mail web@ceniai@iip00
Cuba

Armando Pineda

Instituto de Investigaciones Porcinas
Carretera de Guatao Km 1
AP 1, Punta Brava, C. de la Habana
Tel 299112, e-mail web@ceniai@iip00
Cuba

Nélida Prieto
Instituto de Investigaciones Porcinas
Carretera de Guatao Km 1
AP 1, Punta Brava, C. de la Habana
Tel 299112
e-mail web@ceniai@iip00
Cuba

Maridiana García
Instituto de Investigaciones Porcinas
Carretera de Guatao Km 1
AP 1, Punta Brava, C. de la Habana
Tel 299112
e-mail web@ceniai@iip00
Cuba

Osvaldo López
Instituto de Investigaciones Porcinas
Carretera de Guatao Km 1
AP 1, Punta Brava, C. de la Habana
Tel 299112
e-mail web@ceniai@iip00
Cuba

Jorge López
Centro de Investigación en Bioalimentos
Carretera a Patria Km 1 1/2
Morón, Ciego de Avila
Tel 3333
Cuba

ESTUDIOS FAO: PRODUCCION Y SANIDAD ANIMAL

- 1 La cría animal: artículos seleccionados de la *Revista mundial de zootecnia*, 1977 (C E F I)
- 2 Erradicación de la peste porcina y la peste porcina africana, 1977 (E F I)
- 3 Insecticides and application equipment for tsetse control, 1977 (F I)
- 4 Nuevos recursos forrajeros, 1977 (E/F/I)
- 5 Bibliografía del ganado vacuno criollo de las Américas, 1977 (E/I)
- 6 Mediterranean cattle and sheep in crossbreeding, 1977 (F I)
- 7 The environmental impact of tsetse control operations, 1977 (F I)
- 7 Rev. 1. The environmental impact of tsetse control operations, 1980 (F I)
- 8 Declining breeds of Mediterranean sheep, 1978 (F I)
- 9 Mataderos y degolladeros rurales: su proyecto y construcción, 1978 (E F I)
- 10 Métodos de tratamiento de la paja para la alimentación animal, 1978 (C E F I)
- 11 Packaging, storage and distribution of processed milk, 1978 (I)
- 12 Nutrición de los rumiantes: artículos seleccionados de la *Revista mundial de zootecnia*, 1978 (C E F I)
- 13 Buffalo reproduction and artificial insemination, 1979 (I*)
- 14 The African trypanosomiasis, 1979 (F I)
- 15 Establishment of dairy training centres, 1979 (I)
- 16 Estabulación de terneros en régimen libre, 1981 (Ar E F I)
- 17 Ovinos prolíficos tropicales, 1980 (E F I)
- 18 Feed from animal wastes: state of knowledge, 1980 (C I)
- 19 East Coast fever and related tick-borne diseases, 1980 (I)
- 20/1 Trypanotolerant livestock in West and Central Africa – Vol. 1. General study, 1980 (F I)
- 20/2 Trypanotolerant livestock in West and Central Africa – Vol. 2. Country studies, 1980 (F I)
- 20/3 Le bétail trypanotolérant en Afrique occidentale et centrale – Vol. 3. Bilan d'une décennie, 1988 (F)
- 21 Guideline for dairy accounting, 1980 (I)
- 22 Recursos genéticos animales en América Latina, 1981 (E)
- 23 Enfermedades transmitidas por semen y embriones, 1982 (C E F I)
- 24 Animal genetic resources – conservation and management, 1981 (C I)
- 25 Capacidad reproductora del ganado bovino, 1984 (C E F I)
- 26 Camels and camel milk, 1982 (I)
- 27 Deer farming, 1982 (I)
- 28 Feed from animal wastes: feeding manual, 1982 (C I)
- 29 Echinococcosis/hydatidosis surveillance, prevention and control: FAO/UNEP/WHO guidelines, 1982 (I)
- 30 Sheep and goat breeds of India, 1982 (I)
- 31 Hormones in animal production, 1982 (I)
- 32 Crop residues and agro-industrial by-products in animal feeding, 1982 (F/I)
- 33 Haemorrhagic septicaemia, 1982 (F I)
- 34 Planes de selección de rumiantes en las regiones tropicales, 1984 (E F I)

- 35 Los sabores anormales en la leche fresca y reconstituida, 1983 (Ar E F I)
- 36 Las enfermedades transmitidas por las garrapatas y sus vectores: artículos seleccionados de la *Revista mundial de zootecnia*, 1983 (E F I)
- 37 African animal trypanosomiasis: selected articles from the *World Animal Review*, 1983 F I)
- 38 Diagnosis and vaccination for the control of brucellosis in the Near East, 1982 (Ar I)
- 39 Solar energy in small-scale milk collection and processing, 1983 (F I)
- 40 Intensive sheep production in the Near East, 1983 (Ar I)
- 41 Integrating crops and livestock in West Africa, 1983 (F I)
- 42 Energía animal en la agricultura en Africa y Asia, 1985 (E F/I)
- 43 Los subproductos del olivar en la alimentación animal en la cuenca del Mediterráneo, 1985 (Ar E F I)
- 44/1 Animal genetic resources conservation by management, data banks and training, 1984 (I)
- 44/2 Animal genetic resources: cryogenic storage of germplasm and molecular engineering, 1984 (I)
- 45 Maintenance systems for the dairy plant, 1984 (I)
- 46 Razas de ganado de China, 1985 (E F I)
- 47 Réfrigération du lait à la ferme et organisation des transports, 1985 (F)
- 48 La fromagerie et les variétés de fromages du bassin méditerranéen, 1985 (F)
- 49 Manual for the slaughter of small ruminants in developing countries, 1985 (I)
- 50 Better utilization of crop residues and by-products in animal feeding: research guidelines – 1. State of knowledge, 1985 (I)
- 50/2 Better utilization of crop residues and by-products in animal feeding: research guidelines – 2. A practical manual for research workers, 1986 (I)
- 51 Dried salted meats: charque and carne-de-sol, 1985 (I)
- 52 Small-scale sausage production, 1985 (I)
- 53 Slaughterhouse cleaning and sanitation, 1985 (I)
- 54 Small ruminants in the Near East – Vol. I. Selected papers presented at the Expert Consultation on Small Ruminant Research and Development in the Near East (Tunis, 1985), 1987 (I)
- 55 Small ruminants in the Near East – Vol. II. Selected papers from *World Animal Review*, 1972-1986, 1986 (Ar I)
- 56 Sheep and goats in Pakistan, 1985 (I)
- 57 The Awassi sheep with special reference to the improved dairy type, 1985 (I)
- 58 Small ruminant production in the developing countries, 1986 (I)
- 59/1 Animal genetic resources data banks – 1. Computer systems study for regional data banks, 1986 (I)
- 59/2 Bancos de datos de recursos genéticos animales – 2. Descriptores de bovinos, búfalos, ovinos, caprinos y porcinos, 1987 (E F I)
- 59/3 Bancos de datos de recursos genéticos animales – 3. Descriptores de especies avícolas, 1987 (E F I)
- 60 Sheep and goats in Turkey, 1986 (I)

- 61 The Przewalski horse and restoration to its natural habitat in Mongolia, 1986 (I)
- 62 Los costos de producción y de transformación de la leche y los productos lácteos, 1988 (E F I)
- 63 Proceedings of the FAO expert consultation on the substitution of imported concentrate feeds in animal production systems in developing countries, 1987 (C E)
- 64 Poultry management and diseases in the Near East, 1987 (Ar)
- 65 Animal genetic resources of the USSR, 1989 (I)
- 66 Animal genetic resources – strategies for improved use and conservation, 1987 (I)
- 67/1 Trypanotolerant cattle and livestock development in West and Central Africa – Vol. I, 1987 (I)
- 67/2 Trypanotolerant cattle and livestock development in West and Central Africa – Vol. II, 1987 (I)
- 68 Crossbreeding *Bos indicus* and *Bos taurus* for milk production in the tropics, 1987 (I)
- 69 La elaboración de la leche en las aldeas, 1990 (E F I)
- 70 Sheep and goat meat production in the humid tropics of West Africa, 1989 (F/I)
- 71 El desarrollo de la producción ovina en los poblados de Africa occidental, 1988 (Ar E F I) (Publicado como Manual de capacitación para extensionistas, M/S5840S)
- 72 La caña de azúcar como pienso, 1988 (E/I)
- 73 Standard design for small-scale modular slaughterhouses, 1988 (I)
- 74 Small ruminants in the Near East – Vol. III. North Africa, 1989 (I)
- 75 La erradicación de la garrapata, 1989 (E/I)
- 76 *Ex situ* cryoconservation of genomes and genes of endangered cattle breeds by means of modern biotechnological methods, 1989 (I)
- 77 Training manual for embryo transfer in cattle, 1991 (I)
- 78 Milking, milk production hygiene and udder health, 1989 (I)
- 79 Manual of simple methods of meat preservation, 1990 (I)
- 80 Animal genetic resources – a global programme for sustainable development, 1990 (I)
- 81 Veterinary diagnostic bacteriology – a manual of laboratory procedures of selected diseases of livestock, 1990 (F I)
- 82 Reproduction in camels – a review, 1990 (I)
- 83 Training manual on artificial insemination in sheep and goats, 1991 (I)
- 84 Training manual for embryo transfer in water buffaloes, 1991 (I)
- 85 The technology of traditional milk products in developing countries, 1990 (I)
- 86 Feeding dairy cows in the tropics, 1991 (I)
- 87 Manual for the production of anthrax and blackleg vaccines, 1991 (F I)
- 88 Small ruminant production and the small ruminant genetic resource in tropical Africa, 1991 (I)
- 89 Manual for the production of Marek's disease, Gumboro disease and inactivated Newcastle disease vaccines, 1991 (F I)
- 90 Application of biotechnology to nutrition of animals in developing countries, 1991 (I)

- 91 Guidelines for slaughtering, meat cutting and further processing, 1991 (F I)
- 92 Manual para la operación y funcionamiento de almacenes frigoríficos de productos cárnicos, 1991 (E I)
- 93 Utilization of renewable energy sources and energy-saving technologies by small-scale milk plants and collection centres, 1992 (I)
- 94 Proceedings of the FAO expert consultation on the genetic aspects of trypanotolerance, 1992 (I)
- 95 Roots, tubers, plantains and bananas in animal feeding, 1992 (I)
- 96 Distribution and impact of helminth diseases of livestock in developing countries, 1992 (I)
- 97 Construcción y funcionamiento de mataderos de tamaño mediano para países en desarrollo, 1993 (E I)
- 98 Small-scale poultry processing, 1992 (I)
- 99 *In situ* conservation of livestock and poultry, 1992 (I)
- 100 Programme for the control of African animal trypanosomiasis and related development, 1992 (I)
- 101 Genetic improvement of hair sheep in the tropics, 1992 (I)
- 102 Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock, 1992 (I)
- 103 Improving sheep reproduction in the Near East, 1992 (Ar)
- 104 The management of global animal genetic resources, 1992 (I)
- 105 Sustainable livestock production in the mountain agro-ecosystem of Nepal, 1992 (I)
- 106 Sustainable animal production from small systems in South-East Asia, 1993 (I)
- 107 Strategies for sustainable animal agriculture in developing countries, 1993 (I F)
- 108 Evaluation of breeds and crosses of domestic animals, 1993 (I)
- 109 Bovine spongiform encephalopathy, 1993 (I)
- 110 L'amélioration génétique des bovins en Afrique de l'Ouest, 1993 (F)
- 111 La utilización sostenible de hembras F₁ en la producción del ganado lechero tropical, 1993 (E)
- 112 Physiologie de la reproduction des bovins trypanotolérants, 1993 (F)
- 113 La technologie des fromages au lait de dromadaire (*Camelus dromedarius*), 1993 (F)
- 114 Food losses due to non-infectious and production diseases in developing countries, 1993 (E)
- 115 Manual de formación práctica el trasplante de embriones en ovejas y cabras, 1995 (E F I)
- 116 Quality control of veterinary vaccines in developing countries, 1993 (I)
- 117 L'hygiène dans l'industrie alimentaire, – Les produits et l'application de l'hygiène, 1993 (F)
- 118 Quality control testing of rinderpest cell culture vaccine, 1994 (I)
- 119 Manual on meat inspection for developing countries, 1994 (I)
- 120 Manual para la instalación del pequeño matadero modular de la FAO, 1994 (E)
- 121 A systematic approach to tsetse and trypanosomiasis control, 1994 (F/I)

- 122 El capibara (*hydrochoerus hydrochaeris*) - Estado actual de su producción, 1995 (E)
- 123 Procesamiento de subproductos animales comestibles, 1995 (E)
- 124 L'approvisionnement des villes africaines en lait et produits laitiers, 1995 (F)
- 125 Veterinary education, 1995 (I)
- 126 Tropical animal feeding – A manual for research workers, 1995 (I)
- 127 World livestock production systems – current status, issues and trends, 1996 (I)
- 128 Quality control testing of contagious bovine pleuroneumonia live attenuated vaccine – Standard operating procedures, 1996 (I F)
- 129 The world without rinderpest, 1996 (I)
- 130 Manual de prácticas de manejo de alpacas y llamas, 1996 (E)
- 131 Les perspectives de développement de la filière lait de chèvre dans le bassin méditerranéen, 1996 (F)
- 132 Feeding pigs in the tropics, 1997 (I)
- 133 Prevention and control of transboundary animal diseases, 1997 (I)
- 134 Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal, 1997 (E)

Disponibilidad: marzo de 1997

Ar – Arabe	Multil – Multilingüe
C – Chino	* Agotado
E – Español	** En preparación
F – Francés	
I – Inglés	
P – Portugués	

Los cuadernos técnicos de la FAO pueden obtenerse en los Puntos de venta autorizados de la FAO, o directamente en el Grupo de Comercialización y Ventas, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.

Este libro reúne las memorias de un taller regional sobre las diferentes tecnologías utilizadas en el procesamiento de los desechos provenientes de la pesca, de los mataderos y de la industrialización de productos animales y de desperdicios alimenticios, con el fin de emplearlos en la alimentación animal. La necesidad de encontrar alimentos alternativos que reduzcan la demanda de cereales y de proteger el medio ambiente hace que esta publicación sea sumamente importante en la búsqueda de soluciones de carácter sostenible.

ISBN 92-5-303942-6 ISSN 1014-1200



9 789253 039425

M-21

W4132S/1/3.97/700