

I. INTRODUCCION

En el Ecuador existen sectores 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 láctea.

La utilización de desechos animales como materia prima para la elaboración de alimentos animales en nuestro país se ve limitada por factores básicos como la falta de tecnología para el tratamiento de subproductos y la inexistencia de políticas de control ambiental para camales y mataderos.

De otra parte, se observa con preocupación que la industria cárnica se ha convertido en uno de los principales contaminantes del ambiente, como resultado de la descarga indiscriminada de sus efluentes sobre las corrientes naturales de agua. Lo anteriormente dicho, ha podido ser evidenciado, por organismos internacionales como la FAO, en misiones de diagnóstico de la problemática del sub-sector cárnico, realizadas en varios países de América Latina.

Los residuos y desechos provenientes de los camales y mataderos del país no se han desarrollado tecnológicamente a gran escala, por lo que varios de estos se convierten en una fuente de contaminación para el medio ambiente, siendo éstas clasificadas dentro de las empresas que presentan altos índices de contaminación, derivado especialmente este fenómeno, por una mala utilización de residuos y desechos tanto sólidos como líquidos, que en estos lugares se generan.

El propósito de esta investigación es aprovechar ciertos recursos como el contenido ruminal, la sangre, hígados y carne decomisados por no cumplir con las normas mínimas de calidad, los cuales pueden ser aprovechados para su industrialización, por lo que se plantearon los siguientes objetivos:

- Elaborar cuatro tipos de harina a base de subproductos de matadero en la Planta de Tratamiento de subproductos del Camal Frigorífico Municipal de Riobamba.
- Evaluar la calidad microbiológica de los cuatro tipos de harina en estudio (sangre, sangre mas hígado, sangre mas carne decomisada y sangre mas contenido ruminal).
- Determinar el mejor tipo de harina en cuanto a sus características bromatológicas a considerarse para la alimentación animal.
- Establecer costos de producción y su rentabilidad a través del indicador beneficio costo.

II. REVISION DE LITERATURA

A. LOS SUBPRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL

De acuerdo a <http://www.edicionestecnicasreunidas.com>. (1999), el proceso de extracción y depuración de los subproductos animales, ha sido una práctica común de la humanidad por más de 2,000 años. Los primeros cavernícolas, los ancestros del “viejo mundo”, los Esquimales y los Indios Norteamericanos usaron creatividad y astucia, para aprovechar totalmente lo no comestible, para mejorar su estilo de vida. Cueros y pieles fueron utilizados para vestimenta y refugio, la grasa sobrante se utilizó para cocinar y los huesos y dientes se utilizaron como armas y utensilios de costura.

El descubrimiento de la proteína animal fue fascinante y puede ser considerado como accidental del procesamiento de las grasas, pues regularmente los sobrantes eran desechados. El ingenioso indio americano, en un intento por utilizar todo, esparció sangre de venado y los despojos sobrantes alrededor del tallo de sus plantas de maíz, notando que las mazorcas eran de mayor tamaño y mayor producción, estableciendo así el primer uso de la proteína animal como fertilizante.

En sus inicios, la industria de rendimiento creció y se expandió en concordancia con el rápido crecimiento de la matanza y procesamiento de carnes, como un método conveniente para el desecho de la grasa, despojos, huesos y animales muertos.

<http://www.edicionestecnicasreunidas.com>. (1999), además señala que en 1901, el profesor Plumb de la Universidad de Purdue, adicionó el tankage al maíz utilizado en la ración de los cerdos de la Universidad. Las ganancias de peso de los cerdos fueron tan impresionantes, que estuvieron listos para el sacrificio a los siete meses o menos. Otros experimentos durante este período, utilizando sangre seca con distintos cereales establecieron el valor nutricional de las proteínas animales como un ingrediente valioso en las dietas porcinas. La industria de rendimiento procesa aproximadamente 22 mil toneladas de materia prima

anualmente. La mayor parte (alrededor del 75%) es procesada por las grandes integraciones productoras de carne y aves, en comparación con los rendidores independientes o “no cautivos”. Básicamente, el crecimiento de la industria animal se ve obviamente reflejada en la consecuente expansión de la industria de rendimiento.

B. DEFINICIÓN DE SUBPRODUCTOS CÁRNICOS

Para Madrid, A. (1999), la definición oficial de subproductos cárnicos es corta. Son aquellas materias primas que se obtienen de los animales de abasto y que no están comprendidas en los conceptos de canal o despojo. Definición que nos obliga a definir, y valga la redundancia, qué es canal y qué es despojo.

Canal es el cuerpo de los animales de abasto después de sacrificados y sangrados, desprovisto de vísceras torácicas y abdominales, con o sin riñones, piel, patas y cabeza.

El mismo autor nos indica que, despojos son aquellas partes comestibles que se obtienen de los animales de abasto y que no están comprendidas en el término canal.

Los despojos comprenden: hígado, bazo, riñones, ganglios, corazón, sesos, pulmones, médula, glándulas (timo, tiroides, páncreas, suprarrenales, testículos), estómago e intestinos de los rumiantes (callos y gallinejas), patas (callos, gelatinas y manitas), tripas, vejigas, cabeza, lengua y sangre. Procederán de animales sacrificados en condiciones higiénicas, declarados aptos para el consumo humano, y se hallarán exentos de lesiones, de enfermedades infectocontagiosas y parasitarias.

C. DESTINO FINAL DE LOS SUBPRODUCTOS

Madrid, A. (1999), reporta que, últimamente en diversos países desarrollados se están utilizando progresivamente subproductos cárnicos para alimentación

humana, siempre y cuando que se den las condiciones higiénico-sanitarias necesarias para ello.

Es decir, deben ser subproductos de animales sanos, manejados de forma higiénica antes, en y después de su transformación.

Es necesario distinguir claramente el destino final de los subproductos:

- Alimentación humana
- Alimentación animal
- Otros usos.

Cuando vayan destinados a alimentación humana, queda claro que su manejo debe responder en todo momento a las normas sanitarias que se aplican a otras partes comestibles del animal (canal, despojos).

Cuando son destinados a alimentación animal no son necesarias todas esas precauciones higiénicas, aunque sí se debe proceder a una esterilización de los subproductos durante el proceso de transformación para evitar la transmisión de enfermedades.

En el caso de otros usos (fabricación de jabón, velas, cosméticos, etc.), se deben definir las condiciones específicas para cada caso.

D. LOS RESIDUOS Y DESECHOS EN LA INDUSTRIA CÁRNICA

Según Falla, L. (2006), los residuos y desechos de la industria de la carne, hacen referencia en especial, a todos aquellos órganos y tejidos o, partes de estos, que se obtienen en los centros de sacrificio y faenado de los animales destinados al consumo humano y en las salas de transformación de las carnes y, que, dadas sus características organolépticas o sanitarias, no son aptas para el consumo humano directo. Igualmente, con esta denominación se hace referencia a las aguas residuales producidas por estas mismas industrias.

En el siguiente listado, se relacionan los principales residuos y desechos, sólidos y líquidos de la industria cárnica.

Sangre

Grasas

Huesos

Cueros

Contenido ruminal

Bilis

Cálculos biliares

Cuernos

Pezuñas

Pelos

Sangre fetal bovina

Cálculos ruminales

Fragmentos tisulares (Órganos o partes de tejido no aptas para consumo humano) Estiércol de los corrales de los mataderos

Desechos de matadero de pollos.

Falla, L. (2006), menciona que la anterior relación de desechos, puede sufrir algunas modificaciones en cantidad y calidad, por variables estrechamente ligadas a la idiosincrasia de la región en donde se encuentre localizado el centro de proceso. Dentro de estas variables se pueden citar, entre otras:

- Hábitos de consumo de las personas.
- Sistemas de comercialización de las carnes y sus derivados.
- Tipo y localización del centro de faenado o industria transformadora.
- Legislación sanitaria existente para una determinada región.
- Facilidades de comercialización de los productos obtenidos del proceso de los residuos y desechos.

El mismo autor además señala que como ejemplos de la anterior situación, se pueden mencionar el uso que se da al contenido ruminal en algunas regiones, en donde, en ocasiones, es utilizado como alimento para cerdos, ya sea

deshidratado o húmedo, y en otras, su utilización principal es como fertilizante en la agricultura. Igualmente, en algunas regiones los compartimentos gástricos de los animales solo se utilizan para la fabricación de harinas y grasas para consumo animal, mientras, en otras, es un producto de consumo humano directo.

De otro lado, en algunos países, la sangre no tiene utilización alguna por no existir canales de comercialización adecuados para los productos finales de su proceso.

Por lo general, en los pequeños centros de sacrificio de ganados, especialmente en las municipalidades, la sangre no se aprovecha y, por el contrario, es vertida a los sumideros de los sistemas colectores de las ciudades o poblaciones o son depositadas en ríos y arroyos. Este fenómeno, desafortunadamente, se puede observar en mataderos frigoríficos de ciertas ciudades capitales de ciertos países de América Latina.

En algunos países sudamericanos, en donde se tienen establecidos zocriaderos, el faenado de los animales permite la obtención de residuos y desechos útiles para la alimentación animal y otros procesos industriales. Igualmente, los desechos obtenidos del proceso de los peces y demás organismos del mar, se utilizan para la obtención de harinas y aceites, de gran utilidad en la alimentación animal.

1. Cuantificación de los residuos y desechos de la Industria Cárnica

Falla, L. (2006), indica que los diversos residuos y desechos, sólidos y líquidos obtenidos en las salas de proceso de la Industria Cárnica presentan diferencias en cantidad y calidad.

El rendimiento de subproductos, se puede evaluar, tomando los subproductos en todo su conjunto o individualmente.

Dicho rendimiento es una relación entre el peso de los subproductos y el peso vivo del animal, y se puede explicar a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento en Subproductos} = \frac{\text{Peso Subproductos (kg.)}}{\text{Peso vivo (kg.)}} \times 100$$

Según el mismo autor, se obtiene de 4 a 6 lt de sangre por cerdo, y de 20 a 35 lt para animales mayores.

Su recuperación significa una disminución del 42% de la carga generada en una planta de elaboración y conservado de carnes.

A continuación, se relacionan, en una serie de cuadros comparativos, las cantidades de residuos y desechos que se pueden obtener del sacrificio de un animal. Estos cuadros son el resultado de una recopilación de valores obtenidos en centros de faenado en varias regiones de América Latina, comparados con los teóricos esperados extractados de la literatura especializada en la industria cárnica.

Para un mejor entendimiento del cuadro 1, se toma como parámetro de trabajo los porcentajes obtenidos con base en el peso vivo de los animales en el momento del faenado.

Cuadro 1. RENDIMIENTO GENERAL DE LOS PRINCIPALES DESECHOS DE MATADERO (EN PORCENTAJE SOBRE EL PESO DEL ANIMAL VIVO)

	VACUNO MACHO ADULTO	VACUNO HEMBRA ADULTA	VACUNO JOVEN	PORCINO ADULTO
Peso vivo promedio (kg)	430	350	50	90
Carne	33,9	31,20	37,21	29,2
Hueso	22,6	20,28	24,00	32,0
Vísceras del tórax	3,46	3,87	5,44	3,49
Vísceras del abdomen	5,74	9,55	6,60	7,98
Piel	8,45	8,30	8,10	22,20
Cabeza con cuernos	8,80	5,62	6,22	5,50
Patas con pezuñas	2,10	1,93	5,00	1,1
Órganos genitales	0,44	2,26	0,65	0,54
Grasa perirrenal	4,18	4,0	0,80	2,50
Sangre	12,24	2,63	3,00	2,77
Contenido ruminal	73,10	18,00	-	-

FUENTE: Falla, L. (2006).

Nota: Los porcentajes anteriormente anotados sufren variaciones, de acuerdo con factores, tales como la raza y la edad.

Cuadro 2. RENDIMIENTO DE LAS VÍSCERAS ABDOMINALES (EN PORCENTAJE SOBRE EL PESO DEL ANIMAL VIVO)

	VACUNO MACHO ADULTO	VACUNO HEMBRA ADULTA	VACUNO JOVEN	PORCINO ADULTO
Rumen	1,4	1,48	0,90	-
Retículo	0,35	0,35	0,40	-
Libro	0,20	0,22	0,18	-
Cuajar	0,20	0,35	0,40	-
Estómago	-	-		0,90
Intestino delgado	1,48	1,90	1,50	1,38
Intestino grueso	1,72	2,00	1,90	2,30
Hígado	1,21	1,22	1,70	1,77
Bazo	0,25	0,23	0,40	0,25
Riñones	0,21	0,23	0,19	0,27
Mesenterio	0,59	0,68	0,50	0,45

FUENTE: Falla, L. (2006).

2. Características de los residuos y desechos en la Industria Cárnica

Para el proceso de los residuos y desechos es necesario conocer su composición físico-química, con el fin de determinar las características del producto final que se desea obtener. En el cuadro No. 4, se presentan los resultados de los análisis bromatológicos de la mayoría de los desechos de matanza.

Cuadro 3. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LOS PRINCIPALES DESECHOS
DE MATADERO

DESECHO	HUMEDAD %	PROTEÍNA TOTAL %	GRASA %c	FIBRA %	CENIZA %
Carne	53,91	20,48	23,47	0,07	0,99
Hueso	11,39	19,09	1,22	6,16	61,87
Hígado	75,15	19,56	3,62	0,06	0,99
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	16,64	10,52	0,28	0,80
Diafragma	73,99	17,47	6,37	0,27	0,70
Panza, libro	80,31	13,60	3,33	0,27	0,70
Cuajo, estómago	72,12	13,98	12,08	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	4,15
Orejas	70,50	24,60	0,26	1,65	0,64
Bazo bovino	79,09	16,91	0,89	0,54	1,37
Encéfalo	78,22	9,98	9,94	0,09	1,10
Grasa	18,76	3,48	77,38	0,06	0,24
Mesenterio bovino	18,44	2,41	77,68	0,24	0,25
Pezuña	37,97	58,07	2,69	0,45	0,79

FUENTE: www.engormix.com. (2006).

Nota: La bilis está compuesta de sales sódicas de ácidos biliares, especialmente, ácidos cólicos, desoxicólico, hidroxicólico, litocólico, dihidroxicólico y colánico.

E. COMPOSICIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS CÁRNICOS

Madrid, A. (1999), indica que los subproductos cárnicos están compuestos de:

- Hidratos de carbono
- Proteínas
- Lípidos
- Sales minerales
- Vitaminas
- Agua

Para su transformación en harinas y grasas, es necesario evaporar la mayor parte del agua y separar la fase sólida no grasa (hidratos, proteínas, sales y vitaminas no solubles en las grasas) de la grasa propiamente dicha. Como la separación no es perfecta, cierta cantidad de grasa (5-25 por 100) queda en la harina.

F. LA SANGRE DE BOVINOS

Según Aucancela, F. (2005), la sangre comprende glóbulos rojos y blancos, una parte líquida sin células, el plasma. Muchos biólogos incluyen la sangre en los tejidos conectivos porque se origina de células similares. La sangre tiene dos partes, una llamada plasma y otra elementos figurados (se llama así porque tiene forma tridimensional: glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas; estos últimos son fragmentos de células).

El plasma es el líquido, tiene una coloración amarilla paja, puede variar; se forma de agua, sales minerales, glucosa, proteínas (como albúminas y globulinas), algunos lípidos como el colesterol, algunas hormonas principalmente.

Permite que la hemoglobina se combine con el oxígeno, puesto que éste se encuentra en tensión elevada. Es desde luego conveniente recordar que el aumento de bióxido de carbono acidifica la sangre y que la capacidad de la hemoglobina de llevar el oxígeno disminuye en una solución ácida.

1. Plasma

Aucancela, F. (2005), señala que aunque la sangre aparece como un líquido rojo, homogéneo, al fluir de una herida, se compone en realidad de un líquido amarillento llamado plasma en el cual flotan los elementos formes: glóbulos rojos, los cuales dan su color a la sangre, glóbulos blancos y plaquetas. Estas últimas son pequeños fragmentos celulares, convenientes para desencadenar el proceso de coagulación, los cuales derivan las células de mayor tamaño de la médula ósea.

El plasma es una mezcla compleja de proteínas , aminoácidos , hidratos de carbono , lípidos, sales, hormonas, enzimas, anticuerpos y gases en disolución.

La misma autora conjuntamente señala que, el plasma es ligeramente alcalino, con un ph de 7.4. Los principales componentes son el agua (el 90-92%) y las proteínas (7-8 %). El plasma contiene varias clases de proteínas, cada una con sus funciones y propiedades específicas: fibrinógeno, globulinas alfa, beta y gama, albúminas y lipoproteínas. El fibrinógeno es una de las proteínas destiladas al proceso de coagulación ; la albúmina y las globulinas regulan el contenido de agua dentro de la célula y en los líquidos intercelulares.

De acuerdo a Venegas, O. (1995), la sangre es el primer subproducto que se obtiene durante el sacrificio y es el más importante entre aquellos que generalmente se desechan o se subutilizan, como estómagos y pulmones, ya que representa alrededor de un 60 % del potencial de producción de proteínas de este grupo de subproductos y tiene un contenido de hierro de 400 a 500 mg/lit. Por cada animal pueden recogerse de 10 a 12 lit en las reses y 2,5 en los cerdos.

La sangre se obtiene con el sangrado del animal en posición vertical cuando se cortan los grandes vasos en el cuello. Para recoger la mayor cantidad de sangre, el tiempo de sangrado no debe ser menor de 60 s. en las reses y de 30 s. en los cerdos y se tratará, además, de reducir todo lo posible el intervalo entre el aturdimiento y la puñalada.

2. Utilización de la Sangre

Venegas, O. (1995), manifiesta que la sangre es el subproducto del matadero. La cantidad que se obtiene es igual a 7 o 9% del peso vivo del animal. La recolección y utilización de la sangre ayuda a la reducción de la contaminación de la carne y de los alrededores del matadero.

La sangre se utiliza para la alimentación humana; para la producción industrial de albúmina y de suero, como alimento para animales y como fertilizante.

3. Recolección y conservación

La sangre debe ser de animales aprobados por el control sanitario, recogida en condiciones higiénicas y desfibrinada. Además, puede ser utilizada entre 2 y hasta 3 días después del sacrificio. Para su uso industrial y humano es oportuno conservarla en estado líquido. Por esto, la sangre debe ser desfibrinada. Este proceso consiste en batir la sangre, durante la sangría, mediante cucharas o agitadores mecánicos.

La fibrina que se adhiera al instrumento en forma de filamentos rojos se seca para su uso como alimento humano, de aves o para su uso en la fabricación de pectona o lecitina.

La coagulación se puede evitar con la adición de una solución anticoagulante al recipiente vacío. Así, se puede conservar la sangre durante dos y hasta tres días. En forma congelada, se puede conservar la sangre por mucho más tiempo.

4. Preparación de alimentos a base de sangre

De acuerdo al mismo autor, para la alimentación humana y para fines industriales se utiliza solamente una pequeña parte de la sangre.

El exceso se usa para la producción de alimentos para animales, principalmente en forma de harina.

El principio de la preparación de la harina consiste en eliminar la mayor cantidad de agua, ya sea por medio de secado o de una mezcla con productos absorbentes.

G. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA SANGRE

Para Madrid, A. (1999), en principio y, para propósitos técnicos, podemos decir que se compone de:

Humedad.....80%

Sustancias sólidas..... .20%

A la hora de obtener harina de sangre, la composición arriba dada es eficiente para hacernos una idea de la cantidad de agua que hay que evaporar hasta obtener un producto final con un 8-10 por 100 de humedad.

Sí profundizamos más en ese 20 por 100 de sustancias sólidas, veremos que se compone de diversas fracciones:

Glóbulos sanguíneos..... 12% .

Albúmina..... 6,1%

Fibrina.....0,5%

Grasa..... 0,2%

Extractos de otras sustancias..... 0,03%

Cenizas..... 0,9%

Por supuesto la composición dada aquí para la sangre es una media general con respecto a muchos animales. Efectivamente, según se trate cerdos, vacas, ovejas, etc., esta composición puede variar.

Madrid, A. (1999), reporta que, la sangre tiene aproximadamente una densidad de 1,05 Kg/dm³. Si separamos la misma en sus dos principales componentes (plasma y glóbulos rojos), cada uno de éstos tiene a su vez la siguiente densidad:

Densidad del plasma..... 1,03 kg/dm³ (aproximadamente)

Densidad de los glóbulos rojos. 1,09 kg/dm³ (aproximadamente)

Respecto a la densidad de la sangre, podemos decir lo mismo que respecto a su composición, es decir los valores arriba dados son valores medios. En el caso de la sangre de oveja la densidad es de aproximadamente $1,06 \text{ Kg./dm}^3$, mientras que en el caso de la de cerdo es de $1,04 \text{ kg/dm}^3$

Posteriormente, veremos que la harina obtenida a partir de la sangre es muy rica en proteínas.

Ello es debido a que tanto el plasma como los corpúsculos rojos tienen un elevado contenido en proteínas.

El 80 por 100 de los sólidos contenidos en el plasma son proteínas,

El 98 por 100 de los sólidos contenidos en los glóbulos rojos son proteínas.

Otros datos de interés respecto a las características de la sangre son:

Valor del pH de la sangre cruda: 7,2.

Valor del pH de la sangre cruda a las 24 horas de haber sido recogida: 7,5.

Punto de congelación del plasma: $-0,5/-0,6 \text{ }^\circ\text{C}$.

1. Composición del plasma

Humedad 91%

Proteínas7-8%

Otras sustancias sólidas..... .1-2%

2. Composición de los glóbulos rojos.

Humedad 62%

Proteínas..... 34-38%

Otras sustancias sólidas..... 1-3%

H. HARINA DE SANGRE

Para <http://www.edicionestecnicasreunidas.com>. (1999), las harinas proteicas de origen animal se producen a partir del material sólido que queda después de la deshidratación y la remoción de grasa de las asaduras de los rastros y empacadoras. Las principales harinas proteicas de origen animal incluyen, pero no se limitan a Harina de carne y hueso, Harina de carne, Harina de sangre, Harina de ave, Harina de pluma hidrolizada y mezclas proteicas especializadas.

Los principales beneficios en su utilización los podemos ver en la alta concentración de aminoácidos de buena calidad a bajo costo, perfil balanceado de aminoácidos. Por los niveles de grasa, se pueden considerar una buena fuente de energía, ácidos grasos esenciales, vitaminas y otros nutrimentos, como son fósforo disponible, calcio y minerales traza.

Según <http://www.azoosubol.galeon.com>. (2004), la harina de sangre es un subproducto de la industria de carnes, obtenida por la desecación de la sangre con un rendimiento de 2.8 Kg. por animal sacrificado, esta harina se caracteriza por el alto contenido de proteína, la cual es de baja degradación ruminal. La harina de sangre es un alimento proteico valioso, así como también puede ser de baja calidad dependiendo del procesamiento por el cual se obtenga, sobre todo la temperatura. Cuando se obtiene con bajas temperaturas contiene alto tenor de proteína no degradable en el rumen y buena degradación intestinal.

Para <http://www.fao.org>. (2005), solamente 6 kg de harina de sangre pueden obtenerse de 1000 kg de peso vivo. Los métodos modernos de producción de harina de sangre comprenden la desecación de la sangre en capas fluidificadas, desecación por rociado a baja temperatura o desecación de la sangre en un transportador poroso por corriente de aire caliente. Estos procedimientos de desecación producen una harina de sangre soluble en agua (que con frecuencia se denomina en inglés "blood flour") para distinguirla de la harina corriente de sangre ("blood meal"), que es menos soluble en agua.

En escala semicomercial, la harina de sangre se fabrica coagulando la sangre al vapor, o hirviéndola durante 20 minutos, recogiendo luego el coagulado para secarlo y molerlo. Hay que tomar precauciones para no dejar que la temperatura exceda de 120 C en cualquiera de las fases del proceso, ya que, de lo contrario, la harina tendrá calidad inferior. Con cantidades más pequeñas de sangre, ésta se recoge en grandes vasijas y se hierve a fuego vivo, hasta que se coagule y el agua se haya evaporado. La sangre debe hervir muy despacio y agitarse continuamente. Seguidamente, la harina de sangre puede esparcirse sobre un piso de hormigón, en un cobertizo bien ventilado, para enfriarla y secarla por completo.

Otra forma de utilizar la sangre consiste en empapar las ahechaduras de trigo, harina de citrus o salvado de arroz, y luego esparcirla a la intemperie en bandejas calentadas por el fondo, o desecarla al sol. De esta forma, la materia vegetal, pobre en proteína, se enriquece con la proteína.

El procedimiento puede repetirse varias veces. La sangre puede también coagularse añadiendo un 1% de cal viva, o 3% de cal muerta. Sin embargo, se pierde un 10-15% de la materia seca y gran parte de los minerales, cuando para la producción de harina de sangre se emplea el coagulado en vez de la sangre entera. La harina de sangre obtenida de sangre entera contendrá más isoleucina, que es uno de los aminoácidos esenciales. La sangre cruda puede conservarse una semana añadiendo 0,7% de ácido fórmico o de ácido sulfúrico. Cuando a la sangre tratada con ácido sulfúrico se le añade 0,5% de metabisulfito de potasio, puede conservarse durante algunos meses antes de suministrarla a los animales.

Las calidades de conservación de la harina de sangre son buenas únicamente cuando la humedad es de 10-12% aproximadamente. Cuando el contenido de humedad es mayor, la sangre se recalienta y coagula, e incluso fermenta, durante el almacenamiento; si es muy inferior, la falta de humedad produce una harina de sangre negra, debido a que el color rojo se destruye.

Según la pagina <http://www.fao.org>. (2005), el análisis bromatológico de la harina de sangre (cuadro 4) nos servirá para poder hacer la medición de la dieta de los animales, de acuerdo con sus regimenes alimenticios específicos.

Cuadro 4. ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA HARINA DE SANGRE

MS	PB	FB	Cen.	EE	ELN	Ca	P
89.5	88.5	0.4	6.0	1.2	3.9	0.28	0.28

Fuente: <http://www.fao.org>. (2005).

Cuadro 5. ANÁLISIS DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS EN HARINA DE SANGRE

Calcio	Hierro	Magnesio	Fósforo	Azufre	Manganeso	Cobre
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	mg/ka	mg/ka
0.28	0.38	0.22	0.22	0.38	5.29	9.9

Fuente: Paredes V. (2002).

1. Valor Nutritivo de la Sangre

Para Madrid, A. (1999), la sangre se compone de un 80% de agua y un 20% de sólidos, de los cuales, la gran mayoría son proteínas. Todos sabemos el papel que éstas juegan en el desarrollo de los organismos:

Son los constituyentes de los principales tejidos.

Como término medio, podemos decir, que de cada 1.000 gramos de sangre, 185 son de proteínas. Por ello, al secarla hasta dejarla con un 8-10% de humedad, resulta que el contenido en proteínas es del orden del 75-85%.

Otras de las ventajas de la harina de sangre, es su alto coeficiente de digestibilidad (99 por 100) que, si lo comparamos con el de la harina de pescado (96-97%), harina de carne y huesos (87-89%) o con la harina de plumas (53-55%), veremos que es el más alto. La harina de sangre es muy rica en uno de los aminoácidos más importantes para el desarrollo humano y animal: la lisina. Este aminoácido suele ser un factor limitante en el crecimiento de muchos seres vivos y su contenido en los cereales (que constituyen el grueso de la alimentación del

ganado) es bajo. Por ello, suplementar la dieta del animal con un pequeño porcentaje de carne de sangre es interesante desde el punto de vista del valor nutritivo agregado. Para resaltar más aún la importancia de la sangre como alimento, podemos decir que se obtiene la misma cantidad de proteínas de un kg de ella, que de un kg de carne. El mismo autor nos dice que la harina obtenida a partir de la sangre es muy rica en proteínas. Ello es debido a que tanto el plasma como los corpúsculos rojos tienen un elevado contenido en proteínas.

- El 80% de los sólidos contenidos en el plasma son proteínas,
- El 98% de los sólidos contenidos en los glóbulos rojos son proteínas.

Según <http://chasque.apc.org> (2003), cuando la sangre se somete a altas temperaturas, por largos periodos de tiempo, las proteínas se queman y la harina resultante es de baja calidad. Como referencia del valor nutricional de una harina de buena calidad, hacemos referencia al cuadro 6, del valor nutricional de la harina de sangre. Mientras que en el cuadro 7, la pagina www.engormix.com (2006), nos indica el uso de la sangre que es destinada para consumo animal.

Cuadro 6. VALOR NUTRICIONAL DE LA HARINA DE SANGRE

COMPOSICION	PORCENTAJE
Alto contenido en proteína	(84 a 88 %)
Altos niveles de lisina	(5 a 7.5 %) (84 a 88 %)
Treonina	(3 a 4.5 %)
Arginina	(2 a 4%)
Alto nivel de leucina	(7.5 a 11 %)
Bajo nivel de isoleucina	(1 a 2.5 %)
Valina	(5 a 7 %)

FUENTE: <http://chasque.apc.org> (2003).

Cuadro 7. USO DE LA SANGRE ENTERA PARA CONSUMO ANIMAL

Alternativa de Proceso Comercial	Producto Final/ Nombre
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 y carne

FUENTE: www.engormix.com (2006).

2. Sistemas para el aprovechamiento de la Sangre

Madrid, A. (1999), expone que, cuatro son los principales sistemas para aprovechamientos de la sangre:

- Separación en plasma y corpúsculos.
- Obtención de harina de sangre por eliminación de agua.
- Producción de sangre soluble en polvo.
- Producción de plasma en polvo.

3. Sistemas de producción de Harina de Sangre

El mismo autor nos dice que, son varios los procedimientos que se pueden seguir para la obtención de harina a partir de sangre cruda animal. Principalmente tenemos tres sistemas

- Secado tradicional.
- Coagulación-secado.
- Coagulación-centrifugación-secado.

En el primero de los sistemas dados, la sangre que ha sido sometida a un tamizado grosero, va a parar a un tanque y de ahí a un secador convencional, en el que por

calentamiento continuo se va evaporando el agua de constitución hasta quedar el producto con una humedad del 5-10%.

El proceso citado tiene serios inconvenientes ya que:

- La evaporación tiene lugar por calor con lo que se consume una muy elevada cantidad de vapor que hace el procedimiento antieconómico.
- La calidad del producto final, al haber sido sometido a un calentamiento tan intenso, es muy deficiente.
- De cinco a seis horas son necesarias por cada carga.
- La sangre es un producto difícil de secar, con lo que en los secadores convencionales hay muchos problemas de funcionamiento.

Además Madrid, A. (1999), señala que es necesario hacer limpiezas muy frecuentes ya que se forman incrustaciones sólidas sobre las paredes de calentamiento que son muy difíciles de eliminar. Ello acorta mucho la vida del secador. Por ello se recomienda lo siguiente:

- Agregar grasa (0,5-1 Kg. por cada 100 kilogramos de sangre bruta) a la masa, con objeto de suavizar el calentamiento de la misma.
- Agregar huesos (en una proporción similar a la arriba citada para la grasa) troceados, con objeto de que «raspen» durante el secado las superficies de calentamiento y no se pegue la sangre. Efectivamente se ha comprobado que la adición de huesos que tienen aristas más o menos agudas, ayuda a mantener más limpio el aparato, ya que en los giros del mismo durante la operación los primeros tienen el efecto ya citado.

El autor citado indica que, el segundo de los procedimientos consiste en intercalar entre el tanque y el secador anteriormente citado un depósito intermedio para la coagulación por calor de la sangre.

Una vez coagulada, se hace un prensado con lo cual se puede separar una cierta cantidad de agua. Concluida esta etapa se pasa al secado final. Por último, tenemos el procedimiento coagulación-centrifugación-secado. En este sistema, la sangre es

coagulada y separada mecánicamente en un decantador centrífugo horizontal donde hasta el 75 por 100 del agua presente es eliminada. La sangre ya deshidratada pasa a un secado final. Dado que ya hemos eliminado 3/4 partes del contenido en humedad, este secado se realiza en breve tiempo (1 a 3 horas) y el producto final es de elevada calidad.

I. PROCESAMIENTO DE VARIOS DESECHOS COMESTIBLES DE MATADEROS

En la página <http://www.engormix.com>. (2006), se señala que los diferentes desechos obtenidos a partir del faenado de animales para el abasto, dadas sus características nutricionales, en muchas partes representan 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 los mataderos frigoríficos y plantas de subproductos, para la transformación industrial de los desechos comestibles de matadero.

1. 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. En el gráfico 1, podemos observar el diagrama de flujo del proceso de producción de la harina de sangre, carne y hueso.

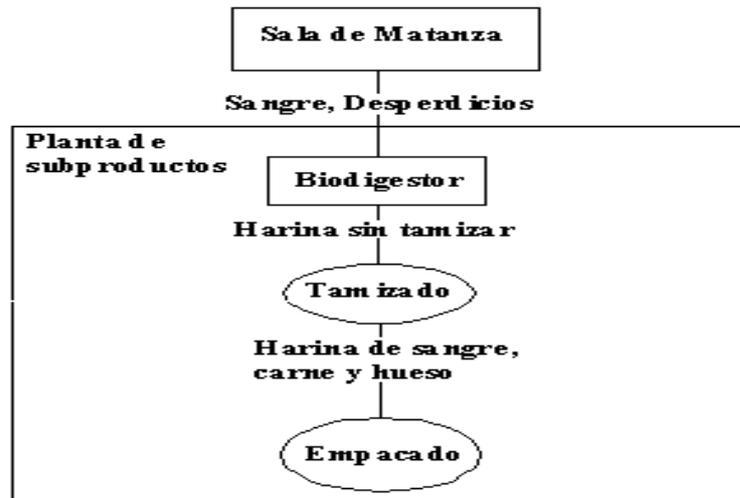


Grafico 1. Diagrama del Proceso de Harina de Sangre, Carne y Hueso

a. 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.

A continuación se presentan algunas mezclas recomendadas para el procesamiento de HSCH, utilizadas en las plantas de subproductos.

2. 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 continuación observaremos el sistema de obtención de harina de carne y hueso (grafico 2), que se realiza en la planta de subproductos.

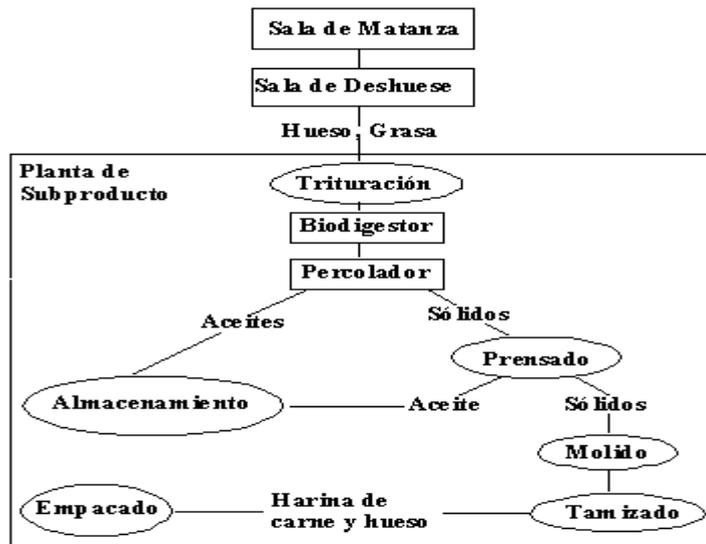


Gráfico 2. Diagrama del Proceso de Harina de Carne y Hueso

a. Índices de Producción

Cantidad promedio de hueso por res al desposte: 35 kg.

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%.

3. 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.

La página <http://www.engormix.com>. (2006), indica que actualmente, 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 y otro semi-industrial para la fabricación de los denominados bloques nutricionales; en el cuadro 8, podemos observar el nombre comercial que se da a los diferentes productos que se obtienen del proceso del contenido ruminal.

Cuadro 8. USO DEL CONTENIDO RUMINAL (CR) PARA EL CONSUMO

ANIMAL		
Presentación	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

Fuente: <http://www.engormix.com> (2006).

4. 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. En el gráfico 8, se señala los diferentes pasos que siguen en el proceso de elaboración de la harina forrajera.



Grafico 3. Diagrama del Proceso de Harina de Carne y Hueso

a. Índices 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 contenido ruminal seco en digestor, se le denomina genéricamente como harina forrajera. Su valor actual de venta está en el orden de USD 0,09 por kg. En el cuadro 9, se puede observar la composición bromatológica del contenido ruminal seco.

Cuadro 9. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL CONTENIDO RUMINAL SECO

PROTEINA %	GRASA %	FIBRA%	HUMEDAD %
9- 13	2-3	25-27	9-15

FUENTE: Falla, L. (2006).

Según Falla, L. (2006); en América Latina, no existe una cultura definida sobre el proceso del contenido ruminal. Por lo general, este desecho es retirado de los mataderos para darle un uso agrícola o en su defecto es vertido a las fuentes de agua sin ningún proceso. Como en el caso de la sangre, el contenido ruminal puede ser procesado solo, o en combinación con otros desechos de matadero.

De un animal sacrificado se pueden obtener entre 25 a 35 Kg., de contenido ruminal. Este valor está en proporción directa a la "cuarentena" del animal, o sea, el tiempo transcurrido entre su última comida y el momento del sacrificio.

El mayor inconveniente que presenta este desecho para su proceso, es su alto grado de humedad (95%), al momento de la recolección. Este hecho hace que se deban utilizar sistemas adecuados de recolección en las salas de proceso de las vísceras blancas y una efectiva forma de transporte, desde estas, hasta la planta de proceso.

La humedad del contenido ruminal está dada, principalmente, por los jugos gástricos, que se producen en el rumen del animal durante la digestión de los alimentos. El líquido ruminal es rico en vitaminas y minerales, al igual que, en bacterias promotoras del desdoblamiento de las grandes cadenas de aminoácidos presentes, en los pastos ingeridos por los rumiantes.

5. Harina de carne

De acuerdo a <http://www.pcca.com>. (2007), la harina de carne desde hace mucho tiempo se ha incorporado en las raciones para cerdos como fuente de proteína (50% de proteína). Son una buena fuente de lisina, calcio, fósforo y ciertas vitaminas del complejo B.

Para Ockerman, H. (1994), las harinas de carne se emplean en los piensos para animales como fuente de proteínas de alta calidad, energía, vitaminas del grupo B y minerales. Las raciones para animales se elaboran a base de cereales, que no pueden satisfacer completamente las exigencias nutritivas de los animales en cuanto a ciertos aminoácidos esenciales (AAE). La inclusión de la harina de carne (10%) permite cubrir las exigencias animales de los (AAE) lisina, metionina, treonina y triptofano.

La adición de otros concentrados proteicos (como la harina de sangre, la harina de pescado o la harina de semillas oleaginosas) y lisina y metionina sintéticas permite conseguir una completa adecuación de las raciones a las necesidades.

El sebo tiene doble densidad energética que las proteínas o el almidón. Pero la grasa residual que queda en las harinas de carne tiene una contribución muy reducida a la energía de la ración.

Ockerman, H. (1994), señala también que, las harinas de carne contienen las vitaminas necesarias para la buena salud de los animales, pero en la práctica, las vitaminas sintéticas son tan baratas y fácilmente disponibles que las exigencias vitamínicas de los piensos no se determinan con los aportes de los distintos suplementos.

Sin embargo, las harinas de carne contienen importantes cantidades de vitamina del grupo B, en particular tiamina, que sirve como suplemento a las raciones.

Las comidas para animales domésticos (perros, gatos y similares) constituyen otro importante mercado para las proteínas de los subproductos. Desde 1980 hasta 1984 la industria de comidas para animales domésticos creció a un ritmo del 8% anual.

En general, los fabricantes de este tipo de piensos utilizan menos sebos y más harina de carne. Estos subproductos se emplean tanto en los alimentos secos como en los húmedos.

Las comidas para animales domésticos requieren ingredientes de gran calidad, por lo que los fabricantes de harinas de carne tienen que seleccionar las materias primas: Los sebos y las harinas de carne o carne y hueso han de tener un buen olor y color. Los fabricantes tienen que adoptar sus procesos para que sus productos tengan las características exigidas.

En el cuadro 10, Ockerman, H. (1994), presenta la composición bromatológica de la harina de carne y otros subproductos resultantes del faenamiento.

Cuadro 10. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE VARIOS SUBPRODUCTOS

Componente	Harina de carne	Harina de carne y huesos	Harina de huesos	Harina de hígado
Materia seca (%)	92-93	94-96	95-97	93
En base seca				
Proteínas (%)	57-65	51-54	6-13	72
Grasa (%)	8-11	10-12	3	16
Fibra (%)	2-3	2	2	1
Minerales				
Calcio (%)	6-8	10-11	25-31	0,5
Cobre (%)	10-42	1,6	17	96
Hierro (mg/kg)	0,05	0,05	0,09	0,07
Magnesio (%)	0,1-0,3	1,2	0,7	-
Manganeso (mg/kg)	10-21	13	32	9
Fósforo (%)	3-4	5	13-14	1
Potasio (%)	0,6	1,6	-	-
Sodio (%)	1,8	0,8	0,5	-
Zinc (mg/kg)	-	104	450	-
Vitaminas				
Biotina (mg/kg)	0,1	0,1	-	0,02
Colina (mg/kg)	2.000	2.300	-	-
Acido fólico (mg/kg)	0,05-1,6	0,05	-	6
Niacina (mg/kg)	43-61	51	4	220
Acido pantoténico (mg/kg)	3-5	4	2,5	49
Piridoxina (mg/kg)	3,2	2,6	-	-
Riboflavina (mg/kg)	3-6	4,7	1	50
Tiamina (mg/kg)	0,2	1,2	0,4	0,2
Vitamina B ₁₂ (µg/kg)	55	48	-	540
Vitamina E (mg/kg)	1	1	-	-
Aminoácidos				
Arginina (%)	4	4	0,5	4
Cistina (%)	0,6	0,6	-	1
Histidina (%)	1-6	1	0,2	2
Isoleucina (%)	1-2	2	0,5	4
Leucina (%)	4-12	3	0,9	6
Lisina (%)	4-9	4	0,9	5
Metionina (%)	0,9-1,1	0,7	0,2	1
Fenilalanina (%)	2-6	1,9	0,6	3
Treonina (%)	2-4	1,9	0,6	3
Triptófano (%)	0,3-1,1	0,2	-	1
Tirosina (%)	1-2	0,8	0,7	2
Valina (%)	3-8	3	-	5

Fuente: Ockerman H. (1994).

J. REQUISITOS LEGISLATIVOS PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS DE LOS PAÍSES LATINOAMERICANOS

Para Falla, L. (2006), en los países latinoamericanos, la legislación sanitaria respecto al uso y tratamiento de residuos y desechos de la Industria Cárnica y Láctea, presenta diversas variables.

En algunas regiones, se han promulgado leyes para el control de los contaminantes derivados de la industria alimenticia en general, mientras en otros, se tienen definidas estrategias legislativas para el control de residuos y desechos de la Industria Cárnica y Láctea en particular.

En general, se puede decir que existen serias deficiencias en la promulgación de leyes o decretos que regulen la actividad sanitaria respecto a estos tópicos; inclusive, en algunos casos, se pone de presente una descoordinación técnica, entre los diferentes organismos gubernamentales con injerencia en la salud pública, respecto a la normalización de la problemática de aguas residuales, detectándose también deficiencias en la logística del control de programas.

No obstante lo anterior, se pone de presente en los diferentes gobiernos de la región, una constante preocupación por la regulación sanitaria y técnica respecto a las actividades que realizan las empresas que procesan alimentos y, al control de los desechos y residuos que se generan en estas empresas.

En el cuadro 11, y a manera informativa, se relacionan algunas de las principales leyes que regulan el control sanitario de los residuos y desechos de la industria de la carne y la leche en América Latina.

CUADRO 11. LEYES Y DECRETOS QUE REGULAN EL CONTROL SANITARIO DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS DE LA INDUSTRIA DE LA CARNE Y LA LECHE EN ALGUNOS PAISES DE AMERICA LATINA

PAÍS	LEY	ENTIDAD DE CONTROL	SECTOR QUE NORMALIZA
Bolivia	Ley del Medio Ambiente. 1995	Secretaría Nacional de Agricultura y Ganadería (SNGA)	Control del medio ambiente
Chile	Ley 3. 133.	Ministerio de Obras Públicas.	Agentes contaminantes y residuos líquidos.
	Decreto 351 de 1992. Norma Oficial Chilena. Ley 19.162 Decreto 2278 de 1982 Ley 9. O	Servicio Agrícola y Ganadero. Comisiones Regionales del Medio Ambiente (COREMA)	Funcionamiento de mataderos. Control de mataderos,
Colombia	Codex Alimentario. Decreto 2437 de 1983. Resolución	Ministerio de Salud	Plantas de chacinados Plantas de leche
Paraguay	Ley 71 6 de 1995 Resolución 277	Ministerio de Agricultura. Ministerio de Salud Pública Ministerio de Ganadería	Control del medio ambiente. Control de
Uruguay	Ley 16.466 de 1994. Decreto 3 69 de 1983. Decreto 253 de 1979. Decreto	Agricultura y Pesca. Dirección Nacional del Medio Ambiente. Instituto Nacional de Carnes	Control higiénico, sanitario, tecnológico de la carne. Control higiénico
Venezuela	Decreto 883 de 1995		Control de vertimientos

Fuente: Falla, L. (2006).

Las Leyes y Decretos mencionados en el cuadro anterior hacen referencia en especial a las normas de control para la eliminación de aguas servidas de mataderos, plantas de leche e industrias alimenticias en general, lo mismo que las emisiones atmosféricas de estas industrias. Igualmente, algunas de ellas reglamentan la construcción de mataderos y las plantas de leche y se encargan de normalizar respecto a la inspección veterinaria en las diferentes plantas.

La mayoría de los países de América Latina cuentan con alguna reglamentación respecto a los controles sanitarios que deben operar en la industria de la carne y la leche. El problema nace de que, en la generalidad de los casos, no se cuenta con mecanismos apropiados para colocar en práctica estas reglamentaciones, generalmente por problemas presupuestales, que no permiten la adjudicación de los recursos necesarios para el desplazamiento y permanencia de los funcionarios en los lugares requeridos

El mismo autor citado señala que, en algunos países, no se cuenta con efectivos controles en los servicios de inspección sanitaria veterinaria, lo cual no permite conocer la procedencia ni la salud de los animales que llegan a matadero, exponiendo al consumidor a problemas de enfermedades zoonóticas.

Los mataderos frigoríficos que exportan carnes, cuentan con una supervisión oficial para los procesos de sacrificio y faenado o, durante los procesos de deshuese y elaboración de productos cárnicos. Es común, que estos funcionarios devenguen salarios de los mismos centros que supervisan, creando con esto un problema ético de control.

Para el control de las carnes de exportación, ciertos países cuentan con laboratorios especializados para la detección de enfermedades o análisis de residuos.

Los mataderos municipales tienen asignados profesionales para las labores de inspección sanitaria, pero con frecuencia estos empleados no asisten a los lugares de trabajo o, como sucede en mataderos de altos volúmenes de proceso, se limitan a realizar inspección de ciertas partes del animal, perdiéndose la finalidad de una inspección sanitaria integral.

Los mataderos de pollos cuentan con inspección sanitaria, pero como ocurre en algunos países, la legislación no obliga la permanencia de inspectores de sanidad dentro de las instalaciones de las empresas, lo cual provoca que se presenten deficiencias en los controles sanitarios.

Similar situación se presenta con la industria de la leche, en donde, la inspección sanitaria se reduce a controles de las plantas lecheras, dejando de lado la supervisión de las pequeñas queserías artesanales. Los productos elaborados por estas industrias, presentan porcentajes altos de contaminación, especialmente por E. Coli, salmonella y algunos tipos de hongos.

K. OPCIONES PARA EL APROVECHAMIENTO Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS

Como se mencionó anteriormente, Falla, L. (2006); nos dice que, los residuos y desechos producidos en las plantas de sacrificio y faenado de animales y en las plantas de proceso de la leche, pueden ser sometidos a variados procesos, de los cuales se derivan una serie de productos finales, en algunos casos, útiles en la alimentación humana o animal y en la industria química y farmacéutica. De otra parte, un uso adecuado de estos residuos y desechos favorece la preservación del ambiente.

Los procesos de uso y tratamiento de los residuos y desechos, pueden ir desde simples técnicas artesanales, hasta sofisticados sistemas de producción industrial. El proceso puede llevarse a cabo dentro de las instalaciones de la planta de trabajo, en áreas previamente definidas o puede establecerse una industria independiente para su transformación.

Con relación al tratamiento de las aguas residuales, por lo general, los diferentes sistemas se construyen anexos a las plantas de proceso, siguiendo parámetros definidos por las reglamentaciones sanitarias de cada región. En algunos lugares, para el tratamiento de los efluentes de los mataderos y las plantas de leche, se hace uso de los sistemas existentes para el proceso de las aguas residuales de las ciudades en donde se encuentran localizados.

III. MATERIALES Y METODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se la realizó en el Camal Frigorífico Municipal de la ciudad de Riobamba que se encuentra ubicado entre las calles Av. Leopoldo Freire y Circunvalación, provincia de Chimborazo, a una altura de 2.740 m. s. n. m. con una latitud de 01 °38' S y una longitud de 78°40' W.

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 120 días que consistió en la elaboración de los diferentes tipos de Harinas, análisis bromatológicos, y microbiológicos entre otros.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Las unidades experimentales utilizadas fueron de un saco de 45 Kg de cada una: distribuidos en cuatro tratamientos, cuatro repeticiones por tratamiento y tres replicas, de las cuales se tomaron 100 g de muestra al azar para los diferentes análisis de laboratorio.

C. EQUIPOS Y MATERIALES

1. De campo

- Tanque de desfibrinado
- Silo de recepción de la sangre líquida
- Deshidratador o Cooker
- Extractor, eliminador de olores
- Caldero
- Bascula
- Carretilla
- Zaranda
- Rastrillo
- Guantes
- Cuchillos

2. De laboratorio

- Vaso de precipitación
- Gotero
- Pipeta
- Tubo de ensayo
- Bureta
- Butirómetro gerber con tapón
- Pizeta
- Reactivos
- Aparato Kjeldahl
- Caja petri
- Pipeta
- Desecador
- Estufa
- Balanza
- Pinza
- Butirómetro
- Centrífuga
- Espátula
- Probetas
- Lentejas de ebullición
- Erlenmeyer
- Equipo de titulación
- Papel filtro
- Reactivos
- Placas petrifilm
- Micropipeta

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó la calidad bromatológica y microbiológica de los cuatro tipos de harina por lo que se contó con cuatro tratamientos experimentales, tres repeticiones y dos replicas (cuadro 12), los mismos que se distribuirán bajo un diseño completamente al azar que se ajusta al siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = valor del parámetro en medición

μ = media general

A_i = Efecto del tratamiento

E_{ij} = Error experimental

Cuadro 12. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

TRATAMIENTO	CÓDIGO	REPETICIÓN	TUE* (Kg.)	Total de UE
Sangre	SS	3	45	135
Sangre + Hígado	SH	3	45	135
Sangre + Carne decomisada	SC	3	45	135
Sangre + Contenido ruminal	SCR	3	45	135

TUE*: Tamaño de la unidad experimental

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables que se estudiaron en esta investigación fueron las siguientes:

1. Valoración Bromatológica

- Contenido de Humedad (porcentaje)
- Contenido de proteína (porcentaje)
- Contenido de Extracto etéreo (porcentaje)
- Contenido de ceniza (porcentaje)
- Contenido de sólidos totales (porcentaje)

2. Valoración Microbiológica

- Recuento total de coliformes (UFC/gramo)
- Recuento total de estafilococos (UFC/gramo)
- Recuento total de mohos (UFC/gramo)
- Recuento total de levaduras (UFC/gramo)

3. Evaluación económica

- Costo de producción por Kg. (dólares)
- Rentabilidad, beneficio / costo

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados obtenidos se sometieron a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA) en las variables del análisis proximal (humedad, proteína bruta, cenizas, materia seca).

- Separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey, a los niveles significancia $P < 0.05$ y $P < 0.01$.

El esquema del análisis de varianza empleado fue el siguiente:

Cuadro 13. ESQUEMA DEL ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	23
Tratamiento	3
Error	20

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El procedimiento del experimento se lo realizó de la siguiente manera:

1. Obtención de la materia prima

La sangre líquida es la primera de los subproductos que se obtiene con el sacrificio de los animales. Aproximadamente se recoge un promedio de 900 litros de sangre al día.

La sangre proveniente del faenamiento es recolectada por un sumidero y de ahí es conducida al tanque de desfibrinado que tiene una capacidad de 1200 litros y esta provisto de un agitador de hélice.

Los otros subproductos son recolectados luego de la revisión postmortem de la canal y vísceras y según la condición que estos presentan se los recoge del tanque de decomisos y son llevados a la planta de subproductos para su posterior utilización.

2. Agitación.

Es una Operación Unitaria mecánica que consiste en realizar movimientos violentos e irregulares para romper y reducir el tamaño de los coágulos de sangre facilitando su transporte por el sistema de tuberías.

La agitación también es una actividad de mucha importancia dentro del proceso por las siguientes razones:

1. Pone en suspensión partículas sólidas presentes en la sangre.
2. Rompe y reduce el tamaño de los coágulos de sangre.
3. Se obtiene una mezcla homogénea.
4. Evitar que la bomba y las tuberías se taponen a causa de coágulos muy grandes.
5. Facilita su transporte.

3. Cocción

Una vez lleno el silo de recepción con ayuda de una bomba se eleva hacia el digestor, el cual es un cilindro provisto de una doble camisa por el cual circula vapor que al contacto con la sangre la deshidrata. La cocción de la sangre se realiza a una temperatura de 120 ° C con una presión de 30 PSI, por un tiempo de 30 minutos.

4. Secado de la sangre

Cuando la sangre llegue hasta el interior del cooker (Secador), se abre la compuerta del alimentador y se añade aproximadamente el 5% de los subproductos que son parte del estudio (carne, hígados y contenido ruminal), y una pequeña fracción de huesos (0,5–1Kg por cada 100 Kg. de sangre) y la misma cantidad de grasa, provenientes del faenamiento de los animales.

Una vez listo todos los materiales a secar se inicia la operación de Secado en el cooker, que es un cilindro provisto de una doble camisa por el cual circula vapor

que al contacto con la sangre la deshidrata. Esta operación se realiza a una presión de 50-75 PSI a una temperatura de 130-150 °C.

El cooker posee en su interior un eje horizontal que tiene aspas que conjuntamente con los huesos remueven la masa a deshidratar y evitar que se adhiera a las paredes del cilindro, forme incrustaciones y se queme el producto. El Quemador debe estar encendido 1h antes del proceso.

La carga en litros es igual a un bache y este tiene un proceso de duración de 5-6 horas, dependiendo de la cantidad de sangre y subproductos a deshidratar.

5. Enfriamiento – aireación

La sangre deshidratada al salir del cooker tiene una alta temperatura y necesita un periodo de enfriamiento para lo cual 1 persona se encarga de remover continuamente la harina provocando un enfriamiento más rápido.

En esta etapa se recogen muestras de la harina para el control de calidad y análisis respectivos.

6. Tamizado de la harina de la sangre

La harina que sale del cooker se presenta suelta pulverulenta y sin terrones ni granulaciones. El producto presenta grandes trozos de huesos que se los añadieron antes del secado, para lo cual se realiza el tamizado en el que se separan los trozos de hueso de la harina.

7. Empaque y almacenamiento

Luego de la molienda se empaca el producto en sacos de polietileno, la cantidad de 45 Kg. y que posteriormente se los almacena para su posterior venta.

8. Análisis microbiológicos y bromatológicos

a. Análisis microbiológicos.

Se realizaron en el laboratorio de microbiología y parasitología de la Facultad de Ciencias Pecuarias y consistió en un recuento de bacterias, coliformes y estafilococos y en un análisis de mohos y levaduras que se realizaron en placas petrifilm 3M y bajo el siguiente procedimiento:

- Se preparó una dilución del producto 1: 10^{-2} y se pipeteó en un tubo de ensayo esterilizado
 - Luego se colocó la placa petrifilm en una superficie plana y se levantó el film superior
 - Con una pipeta se coloca 1 ml. de muestra en el centro de la película inferior
 - Se deja caer el film superior con cuidado, evitando formar burbujas de aire
 - Sujetando el aplicador, colocamos este sobre la placa petrifilm
 - Seguidamente se ejerce presión sobre el inóculo sobre el área circular, sin girar ni deslizar el aplicador
 - Luego se levantó el aplicador y esperamos un minuto a que se solidifique el gel
 - Las placas se incubaron en pilas, a temperatura de 37 °C durante 24 horas para los coliformes y estafilococos, para los mohos y levaduras a 25 °C por 3 a 5 días
 - Por último se procedió a observar las placas petrifilm en el contador de colonias.
-
- Los análisis bromatológicos fueron realizados en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Salud Pública y constó de un análisis proximal de las 24 muestras de harina de subproductos, para determinar la proteína, humedad, sólidos totales, extracto etéreo y ceniza.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. VALORACION BROMATOLOGICA

1. Contenido de Humedad

El contenido de humedad, en la harina elaborada con diferentes subproductos de matadero, presentaron diferencias altamente significativas entre las medias, de ($P < 0.01$), correspondiendo el valor mas alto 14,12 % a la harina de sangre mas contenido ruminal , mientras que el tratamiento de harina de sangre 10,35 % y sangre mas carne 12,58 %, registraron contenidos de humedad mas bajos, como se observa en el cuadro 14, lo que puede deberse posiblemente a lo que señala Falla, L (2006), quien indica que el contenido ruminal tiene un alto grado de humedad 95%, al momento de la recolección y también por que esta humedad esta dada principalmente por los jugos gástricos que se producen en el rumen del animal durante la digestión de los alimentos. Mientras tanto la harina de sangre presentó un contenido de humedad bajo 10,35 %, que se pudo deber a su alto contenido de materia seca 89.65%, como nos indica <http://www.fao.org>. (2005) en el análisis bromatológico de la harina de sangre.

Los datos de la harina de sangre más hígado 14.03% y sangre más carne 12.58% se mantienen intermedios (gráfico 4), lo que también se puede justificar a que la carne tiene alrededor del (53.91%) y el hígado (75.15%) de humedad en su composición, así como lo indica <http://www.engormix.com>. (2006) en el análisis bromatológico de los principales desechos de matadero.

2. Contenido de Ceniza

En cuanto al contenido de cenizas se registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), entre las medias de los tratamientos, por cuanto se registraron valores entre 5.98 % y 4.08% que corresponden a las harinas elaboradas de sangre mas contenido ruminal y sangre mas carne respectivamente , como se observa en el cuadro 14, por lo que los otros resultados de los otros dos tipos de harina de subproductos se encuentran, entre las enunciadas (gráfico 5), lo que puede deberse a que el liquido ruminal es rico en vitaminas y minerales, al igual que en bacterias promotoras del desdoblamiento de las grandes cadenas de aminoácidos presentes en los pastos ingeridos por los rumiantes como nos explica Falla, L. (2006). Mientras que <http://www.engormix.com>. (2006), en el análisis bromatológico de los principales desechos de matadero nos indica que la carne apenas tiene un contenido de cenizas de 0.99%.

3. Contenido de Proteína

El contenido de proteína reportó que a ($P < 0.01$) las medias son altamente significativas, por cuanto los valores determinados fluctuaron entre 79.78 y 76.82% , que corresponden a las harinas de sangre y sangre mas contenido ruminal que son los casos extremos como se observa en el cuadro 14, donde se aprecia además valores intermedios de 77.43 y 78.48 que pertenecen a las harinas de sangre mas hígado y sangre mas carne. Lo que puede deberse a lo expresado por Madrid, A. (1999), quien manifiesta que la harina obtenida a partir de la sangre es muy rica en proteínas, debido a que tanto el plasma como los corpúsculos rojos tienen un elevado contenido en proteínas, el 80% de los sólidos contenidos en el plasma son proteínas y el 98% de los sólidos contenidos en los glóbulos rojos también son proteínas. En contraste, la harina de sangre mas contenido ruminal reportó el menor porcentaje (gráfico 6), lo que puede deberse a que el contenido ruminal seco tiene apenas un 9% de proteína, como lo señala Falla, L. (2006).

4. Contenido de Extracto Etéreo

Las medias del contenido de extracto etéreo de las harinas elaboradas con diferentes subproductos de matadero, presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), por cuanto se encontraron valores entre 2.33 y 1.3% que corresponden a la harina de sangre mas hígado y harina de sangre mas contenido ruminal, siendo estos los casos extremos, como se observa en el grafico 14, pudiendo deberse a lo reportado por Ockerman, H. (1994) en la que señala que la harina de hígado tiene un alto contenido de grasa (16%), la harina de sangre mas contenido ruminal reportó el menor porcentaje de extracto etéreo (grafico 7), lo que se ajusta a lo expresado por Falla, L. (2006), en donde se indica que el contenido ruminal seco tiene apenas un 2% de grasa. Además debemos recordar también que en el proceso de deshidratación de la sangre se agrega grasa (0,5-1 Kg. por cada 100 Kg. de sangre bruta) a la masa, con el objeto de suavizar el calentamiento de la misma como indica Madrid, A. (1999), y también para evitar que la sangre se pegue a las paredes del cooker.

5. Contenido de Sólidos totales

Para el contenido de sólidos totales las medias de los diferentes tipos de harinas de subproductos, registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), hallándose que para la harina de sangre se obtuvo un 89.65% en comparación con la harina de sangre mas contenido ruminal, que fue menor 85,88% (grafico8), esto denota que al incrementarse el porcentaje de sólidos totales se reduce el porcentaje de humedad y viceversa.

B. VALORACION MICROBIOLÓGICA

Mediante los análisis microbiológicos realizados en los cuatro tipos de harina de subproductos dieron como resultado, la ausencia de microorganismos en las muestras recogidas para el análisis (cuadro 15).

Para la interpretación de los resultados, señalamos que el número de unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (UFC/g) que se obtuvieron en los análisis se multiplicaron por el número de la dilución, en este caso 10^{-2} , obteniendo los siguientes resultados:

La media de coliformes presentes en todas las muestras para la harina de sangre y sangre mas hígado fue de 0.0083 UFC/g, para las harinas de sangre más carne y sangre más contenido ruminal la media fue de 0.01 UFC/g, lo que se reporta como negativo.

En el caso de los estafilococos la media fue de 0.0167 UFC/g para la harina de sangre y sangre mas hígado, para las muestras de sangre mas carne y sangre mas contenido ruminal la media fue de 0.015 UFC/g, de igual manera como en el caso anterior el resultado fue negativo.

Para el recuento de mohos tuvimos medias diferentes siendo 0.0033 UFC/g para la harina de sangre, 0.01 UFC/g para la harina de sangre mas hígado, 0.0067 UFC/g para la harina de sangre mas carne, mientras que la harina de sangre mas contenido ruminal presento una media de 0.005 UFC/g.

La media de las levaduras fue igual para las harinas de sangre, sangre mas hígado y sangre mas contenido ruminal, presentando 0.0033 UFC/g a diferencia de la harina de sangre mas carne que fue de 0.0017 UFC/g, resultado que como todos los anteriores se reportaron como negativos.

Mediante el análisis económico (cuadro 16) se establece que los costos de producción por saco de 45 kg de harina de subproductos de matadero se reducen ligeramente de acuerdo al tipo de subproducto utilizado, por cuanto de 12.10 USD, que cuesta producir un saco de harina de sangre, se reduce a 11.70 USD el saco de harina de sangre mas carne, 11.60 USD el saco de harina de sangre mas hígado y a 11.57 USD el saco de harina de sangre mas contenido ruminal, siendo este ultimo el mas conveniente debido a su bajo precio de producción y también por ser un desecho que se obtiene en grandes volúmenes de los mataderos.

En el análisis del indicador beneficio/costo (cuadro 16) se determinó que en las harinas de: sangre mas carne, sangre mas hígado, y sangre mas contenido ruminal, el beneficio costo fue de 1.30 USD, que representa una ganancia de 30 centavos por cada dólar invertido, resultado que es ligeramente superior al de la harina de sangre que presento una rentabilidad del 20% es decir, 20 centavos de ganancia por cada dólar invertido , por lo que de todas formas es un buen ingreso para el Camal Frigorico Municipal de Riobamba, considerando que esta actividad, evita entrar en otros gastos que generarían el manejo de los desechos sólidos y líquidos del mismo.

CUADRO 16. VALORACION ECONOMICA DE LOS CUATRO TIPOS DE HARINA DE SUBPRODUCTOS DE MATADERO

TRATAMIENTO				
Parámetros	Harina de sangre	H. sangre +Hígado	H. sangre + carne	H. sangre + Cont. rumi.
Costos/45 kg				
Sangre	4,75	4,00	4,00	4,00
Hígados dec.		0,25		
Carne dec.			0,35	
Contenido ruminal				0,22
Mano de Obra	2,30	2,30	2,30	2,30
Equipos	2,00	2,00	2,00	2,00
Sacos	0,05	0,05	0,05	0,05
Energía	2	2	2	2
Combustible	1	1	1	1
Total	12,10	11,60	11,70	11,57
Costo de Producción	12,10	11,60	11,70	11,57
Costo de Venta	15,00	15,00	15,00	15,00
	2,90	3,40	3,30	3,43
Beneficio Costo	1,2	1,3	1,3	1,3
Rentabilidad	20%	30%	30%	30%

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se pueden realizar las siguientes conclusiones.

- Se encontró que en la harina de sangre se obtuvieron los porcentajes más altos de: proteína con 79.78 % y sólidos totales 89.65 %; el análisis de la harina de sangre mas contenido ruminal presentó los valores más altos en cuanto a la humedad con 14.12 % y ceniza con 5.98%; la harina de sangre mas carne y sangre mas hígado, presentaron valores intermedios en la mayoría de los parámetros analizados.
- Los análisis microbiológicos realizados, determinaron la ausencia de bacterias coliformes y estafilococos y de la misma forma se reporto como negativa la presencia de mohos y levaduras, por lo que este subproducto de origen animal puede ser destinado a otros usos.
- Los menores costos de producción (11.60, 11.70, 11.57 USD) y la mayor rentabilidad 30% se alcanzó en las harinas de sangre mas carne, sangre mas hígado y sangre mas contenido ruminal, ya que la harina de únicamente sangre demando un costo de producción de 12.10 USD y una rentabilidad del 20%.

VI. RECOMENDACIONES

Conforme a los resultados obtenidos en esta investigación, se pueden efectuar las siguientes recomendaciones:

- Elaborar harina de sangre con la adición de todos los subproductos obtenidos del decomiso y que formaron parte de esta investigación, ya que se obtuvieron resultados satisfactorios en cuanto a la calidad bromatológica y microbiológica del producto así como también se eleva la rentabilidad de la misma en comparación a la elaborada solamente con sangre de bovino.
- Utilizar otros desechos de matadero como, huesos, cascos, cuernos, plumas, etc, para la elaboración de harinas de estos subproductos, que no solo generarán nuevos ingresos a los camales, sino que también, se contribuirá a reducir la contaminación ambiental que estos generan en las ciudades donde se encuentran ubicados.
- Estudiar el efecto favorable o desfavorable que puede producir el consumo de este tipo de harinas en la alimentación de los animales.
- Replicar el presente estudio, añadiendo la investigación de otros parámetros, como la determinación de la digestibilidad, análisis toxicológico y vida de anaquel en cada una de las harinas, etc.

VII. LITERATURA CITADA

1. AUCANCELA, F. 2005. Optimización de la fabricación de la harina de sangre producida en el Camal Frigorífico Municipal Riobamba. Tesis Doctorado en Química. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Facultad de Ciencias. pp. 17, 18, 20.
2. FALLA, L. 2006. Manual de reciclaje de residuos y desechos de las industrias cárnicas y lácteas en América Latina. sn. Quito, Ecuador. pp. 9, 10, 13, 16, 34, 35, 36, 67.
3. <http://www.azoosubol.galeon.com>. 2004. Silvestre, P. Harina de sangre.
4. <http://chasque.apc.org>. 2003. Normas unitarias.
5. <http://www.edicionestecnicasreunidas.com>. 1999 Celis, A. Subproductos de origen animal.
6. <http://www.engormix.com>. 2006. Falla, L. Desechos de matadero como alimentos.
7. <http://www.fao.org>. 2005. Procesamiento de desechos comestibles.
8. <http://www.pcca.com>. 2007 Artículos.
9. MADRID, A. 1999. Aprovechamiento de los subproductos cárnicos. 1a ed. Madrid, España. edit. Acribia, pp. 35 – 43.
10. OCKERMAN, H. HANSEN, C. 1994, Industrialización de subproductos de origen animal. sn. trad León, F Crespo. Zaragoza, España. Edit. Acribia pp. 66, 67, 240, 255, 256.

11. PAREDES, V. 2002. Proyecto para una planta procesadora de subproductos en el camal de Riobamba. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA. Quito, Ecuador. p 12.

12. VENEGAS, O. 1995. Procesamiento de subproductos animales comestibles sn. st. Roma, Italia. p 23.