

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Revisión de literatura sobre métodos de extracción de plasma sanguíneo de res y de cerdo

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria en el Grado Académico de
Licenciatura

Presentado por:

Pedro Pablo García Aguirre

Honduras
Diciembre, 2003

RESUMEN

García, Pedro 2003. Revisión de literatura sobre métodos de extracción de plasma sanguíneo de res y de cerdo. Trabajo de graduación del programa de ingeniería en agroindustria. Zamorano, Honduras, 34p.

En Zamorano, municipio de Francisco Morazán, no hay ningún estudio para aprovechar la sangre que se genera en las plantas de cosecha. Tomando en consideración que la planta de cárnicos desecha la sangre al ambiente, se hizo necesaria esta revisión bibliográfica. La extracción y procesamiento de la sangre debe realizarse mediante sistemas cerrados que utilizan cuchillos tubulares o planos y bajo procedimientos de higiene para disminuir el riesgo de contaminación bacteriana. Actualmente existen dos métodos que se utilizan para la extracción de plasma sanguíneo de res y de cerdo: centrifugación, que consiste en aplicar una fuerza centrífuga para separar los componentes de la sangre; y tratamiento térmico, que consiste en inyección de vapor para la coagulación de las proteínas y su separación posterior por tamizado. El método mayormente recomendado es centrifugación, ya que no daña las partículas de la sangre y no causa ningún tipo de desnaturalización. El plasma como tal se puede utilizar en productos alimenticios y no alimenticios.

Palabras claves: ambiente, centrifugación, tratamiento térmico, higiene, proteína, productos alimenticios, productos no alimenticios.

1. INTRODUCCIÓN

Los productos de la cosecha de animales no se aprovechan en su totalidad, y en vez de ser una fuente adicional de ingresos son considerados como un desecho sin valor. Normalmente, los únicos productos utilizados son las pieles y cueros que al verse sometidos a una manipulación muy deficiente originan escasos beneficios económicos. Los productos comestibles, adecuadamente utilizados, constituyen una fuente proteica para el consumo humano. Algunos productos animales pueden ser utilizados para la alimentación del ganado y de las aves, y otros pueden ser transformados en abonos. La utilización adecuada de los productos podría contribuir, por tanto, a mejorar el nivel de vida y la nutrición en las comunidades rurales, abriendo nuevos empleos e incrementando los beneficios económicos del pequeño productor. Parece ser que la escasa utilización de productos se debe a un desconocimiento de las posibilidades y técnicas de aprovechamiento, y la ausencia de una infraestructura básica (Quiroga y García, 1994).

En el campo del aprovechamiento de los subproductos los mayores esfuerzos se han dedicado a la obtención de sus proteínas, para lo cual se requieren costosas técnicas de extracción y procesamiento. Por consecuencia, esta es una línea de trabajo con muy pocas posibilidades de aplicación para las naciones de escasos recursos económicos. En cambio, se puede lograr un buen aprovechamiento de los subproductos mediante su utilización en la elaboración de productos cárnicos, obviando de esta manera el rechazo que sufren por razones estéticas y por algunas de sus características sensoriales, a la vez que el equipamiento y las tecnologías que se emplean son las habituales de una planta empacadora (Venegas, 1995).

En el presente estudio amplia nuestro conocimiento sobre las diferentes metodologías que se pueden utilizar para extraer el plasma sanguíneo, los usos posibles, y nuevas tecnologías que se pueden utilizar.

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La sangre de plantas de cosecha de animales, tanto de res como de cerdos, en Centro América es normalmente desechada a zonas aledañas a las plantas contaminando así el ambiente, en especial las fuentes o riachuelos que se encuentran cerca de las plantas.

En la actualidad, estamos obligados a cuidar el ambiente, siendo esta una preocupación a nivel mundial, ya que cada vez se contaminan los recursos naturales. Por lo tanto este estudio se ve enfocado a aprovechar un recurso como es la sangre.

1~ ANTECEDENTES

En Zamorano, no se encuentra ningún estudio con respecto a la utilización de la sanbJfe como un recurso para diferentes fines en la industria, ya sea alimentaria o no alimentaría.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Realizar una revisión bibliográfica sobre métodos de extracción de plasma sanguíneo de res y de cerdo.

1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Recopilar información sobre importancia del uso de sangre, su manejo higiénico y derivados.
- Recopilar información sobre métodos de extracción de plasma sanguíneo.
- Revisión de literatura sobre diferentes usos del plasma sanguíneo.

Cuadro I. Volumen aproximado de sangre, plasma y glóbulos en sangre normal de res.

COMPOSICIÓN DE LA SANGRE		
Sangre	5.6 Litros	100a %
Plasma	3.0 Litros	53 %
Glóbulos	2.6 Litros	47 %

Fuente: Jackson (1996).

2.2 FUNCIONES DE LA SANGRE

Es necesario insistir que la función prácticamente exclusiva de la sangre es ser transportadora y por ella ejerce todas las demás funciones: respiratoria, nutritiva, excretora, inmunitaria, regulación humoral o hormonal, regulación térmica y amortiguadora del pH (López *et al.*, 1992).

La función respiratoria está ejercida por la hemoglobina, pigmento proteico contenido en los eritrocitos y cuya existencia viene determinada por el fin de transportar el oxígeno. La función transportadora de nutrientes, es necesaria para la vida celular. La excretora, ayuda que sustancias resultantes del metabolismo y de desecho sean eliminadas. La humoral, implica el transporte de hormonas desde las glándulas en donde se producen. La regulación térmica, del organismo distribuye calor igualando la temperatura de diversas partes del organismo y finalmente amortiguación del pH, mantiene constante la concentración de hidrogeniones en los líquidos corporales (López *et al.*, 1992).

2.3 PROPIEDADES DE LA SANGRE

Una de las propiedades de la sangre es la de coagularse al ambiente, produciendo así el cese espontáneo de la hemorragia cuando se trata de un pequeño vaso que sangre. El proceso de la coagulación es complicado e intervienen en él diferentes sustancias. En lo esencial, puede resumirse diciendo que el fibrinógeno, sustancia disuelta en la sangre cuando entra en contacto con el aire, se transforma en una red de pequeños hilos de fibrina que engloban a los elementos figurados, glóbulos y plaquetas, formando un tapón o coágulo, que tiene la propiedad de retraerse y endurecerse, constituyendo un tapón que cierra el vaso (Berenguer, 1988).

La sangre a veces, tiene alteraciones en su función de coagulación, sea por falta de fibrinógeno o de los otros elementos que actúan en el proceso.

2.4 IMPORTANCIA DE APROVECHAR LA SANGRE

La sangre representa un problema para las plantas procesadoras de carnes y aves, ya que contamina nuestro ambiente por altos requerimientos de oxígeno para descomponer la materia orgánica.

La demanda bioquímica de oxígeno (OBO) es un factor que determina la contaminación de las aguas residuales, ya que estima cuanto oxígeno necesitan los organismos para descomponer la materia orgánica.

Una planta de cosecha de reses descarga un promedio de 5.4 a 7.2 kg de OBO por cabeza, mientras que un rastro de aves para rostizar descargará en término medio 16.75 kg de OBO por cada 1,000 aves. La sangre tiene un OSO sumamente alto, fluctuando entre los 90,000 mg/I para los pollos y 160,000 mg/I para las reses. Los jugos del vientre poseen un OSO de 100,000 mg/I. Algunas instalaciones de alcantarillado municipal tienen una sobrecarga con exceso de BOO de 200 a 250 mg/I. (Lobby, 1986).

Es obvio que la solución está en reducir la cantidad de materiales (líquidos o sólidos), con mucho U130 que penetran en la instalación de drenaje de la planta de cosecha. Muchas plantas grandes o pequeñas, disponen de áreas determinadas para el desangrado para evitar que la mayor parte de la sangre vaya en el líquido que sale. Las mejoras en este sistema se dirigen generalmente al ensanchamiento del área de sangrado, aumentando así el aprovechamiento de sangre; se usan escobillas de hule para quitar el área de mayor cantidad posible de sangre antes de las operaciones de limpieza. Las pequeñas plantas utilizan receptáculos recogedores de sangre portátiles. La deshidratación de toda la sangre por medio de secadoras operadas con gas es también un método económicamente factible para manipular dichas materias. Las utilidades que proporciona la venta de la sangre, son por lo común mayores que los costos conjuntos de deshidratación de sangre (Lobby, 1986).

2.5 HASES DE LA HIGIENE DEL SACRIFICIO

Cuando los animales entran a la planta de cosecha, traen muchos gérmenes, los cuales pueden ser transmitidos a diferentes productos extraídos de los animales. Estos pueden causar muchas enfermedades en el hombre (gérmenes de zoonosis, responsables de intoxicaciones alimentarias) (Prandl *et al.*, 1994).

Una higiene adecuada del sacrificio significa, por consiguiente, que debe mantenerse lo más bajo posible del paso de gérmenes desde las partes sucias del cuerpo de los animales a la carne y demás porciones de la canal destinadas a consumo humano. La transmisión de gérmenes a la sangre no puede impedirse del todo, pero puede mantenerse dentro de límites tolerables adoptando medidas adecuadas. La contaminación inmediata de la sangre a partir de los animales y el propio hombre debe considerarse origen de gérmenes de la descomposición especialmente de microbios patógenos. De aquí que la higiene del sacrificio comprenda también la higiene del personal (Prandl *et al.*, 1994).

Los animales deben ser desangrados en un recinto de la planta de cosecha suficientemente apartado de las demás secciones de trabajo. El sangrado se efectuará inmediatamente a continuación del aturcido, ya que si discurre un tiempo excesivo entre ambas operaciones ingresan bacterias intestinales en el torrente sanguíneo del animal puede darse una contaminación desde el interior (por vía sanguínea). Por esta razón los animales sólo deben aturdirse con aquellos mismos intervalos con los que vayan a ser trasladados a la cadena o blanca (pequeños rumiantes y terneros) de desangrado. Los animales han de ser desangrados en el mismo orden en que fueron aturcidos (Prandl *et al.*, 1994).

La higiene del sacrificio exige observar las siguientes medidas fundamentales:

- Reducir el grado de ensuciamiento de los animales antes de introducirlos en el matadero.
- En la planta se deben separar las áreas sucias de las limpias y deben realizarse por personal diferente.
- Cada operación se llevará de manera que la carne no contacte ni directa ni indirectamente con porciones sucias de la canal.
- El personal estará obligado a observar su debida limpieza corporal y trabajar en condiciones de escrupulosa higiene, para lo que se le educará convenientemente (Prandl *et al.*, 1994).

La sangre que vaya a servir de alimento al hombre debe recogerse en recipientes adecuados y limpios, destinados exclusivamente para este fin. Para agitar la sangre, (evitar coagulación de la fibrina) sirven agitadores idóneos y bien limpios (no de madera o materiales corrosibles). La sangre se extraerá de manera que no contacte con los bordes de piel de la herida de sacrificio. Practicando un corte superficial en el punto donde se vaya a efectuar al degüello, una separación de los bordes cutáneos, empleo de cuchillos huecos. El corte principal debe seccionar completamente los grandes vasos sanguíneos del cuello o de la entrada del pecho con objeto de garantizar el rápido desangrado de la totalidad de la canal. Un desangrado lento por corte incompleto de los vasos sanguíneos hace que en la carne y tejidos queden abundantes cantidades de sangre residual. Al final del desangrado aumenta la tasa de gérmenes en sangre, lo que es atribuible al paso de bacterias intestinales al torrente sanguíneo. Presumiblemente el colapso circulatorio hemodinámica que lleva consigo la apertura de los gruesos vasos sanguíneos origina el aumento de la permeabilidad de los pequeños vasos sanguíneos, al objeto de compensar el descenso de la tensión que se produce en los vasos sanguíneos con un mayor flujo de líquido tisular hasta el torrente sanguíneo. Cuando el desangrado es lento, no sólo queda una mayor cantidad de sangre residual, sino también una superior cifra de gérmenes. Teniendo muy en cuenta este factor, ya que por una vaca que se coseche, vamos a contaminar la demás sangre ya recogida (Prandl *et al.*, 1994).

La sangre y el plasma sanguíneo destinados a consumo humano deben refrigerarse inmediatamente después de su obtención y extracción. En las vacas, antes de iniciar el desollado se retirarán las mamas en su conjunto. El desollado de la ubre unida al cuerpo es incalificable higiénicamente porque en la operación se seccionan los pezones y, como consecuencia, la leche contenida en la cisterna se derrama sobre la canal, y, si se había

iniciado ya el desollado en el abdomen de la canal, la leche escurre sobre la carne al descubierto. Como es raro que las vacas se sacrifiquen por sufrir trastornos secretores de la ubre consecuentes a mamitis agudas o crónicas, este proceder origina frecuentemente la contaminación de la carne y por ende de la sangre con microorganismos indeseables (estafilococos, estreptococos, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, etc.) (Prandl *et al.*, 1994).

Debe señalarse que todos los recipientes y utensilios deben higienizarse con agua caliente o vapor o con soluciones desinfectantes apropiadas.

2.6 PRESERVACIÓN DE LA SANGRE

La sangre utilizada para la alimentación debe ser fresca, no contaminada y proceder de animales que hayan sido inspeccionados y aprobados. Es muy difícil recoger sangre limpia de animales sacrificados con arreglo a los ritos judío o musulmán, pues aquélla suele estar contaminada con alimentos regurgitados. Debe recogerse la sangre en receptáculos limpios, a fin de impedir la contaminación, y poner alguna indicación que permita identificar la canal de que proceda a fin de poder destruir la sangre en caso de que sea decomisada la canal (Mann, 1964).

Hay muchos métodos para prevenir la coagulación de la sangre. Para prevenir la coagulación químicamente, la sangre debe de ser mezclada cuidadosamente con un anticoagulante inmediatamente después de ser removida de la canal.

La función de los anticoagulantes es el unir los iones de calcio en la sangre y puede incluir citrato de sodio y varios fosfatos.

Los anticoagulantes pueden ser añadidos manualmente o automáticamente inyectándolos en el recipiente recolector. Si una manguera es usada para transportar la sangre al recipiente recolector a una distancia de la canal, es mejor inyectar el anticoagulante en el extremo del cuchillo que va a la manguera para prevenir la coagulación y que se acumule sangre en la manguera (Venegas, 1995).

Los anticoagulantes más usados son el citrato de sodio y algunos fosfatos, que pueden añadirse en las siguientes dosis:

Solución de citrato de sodio al 10%:	30 ml de sangre
Solución de pirofosfato de sodio al 10%:	30 ml de sangre
Solución de tripolifosfato de sodio al 10%:	20 ml de sangre
Solución de citrato y cloruro de sodio, 4.5 y 5%:	90 ml de sangre
Solución de cloruro de sodio al 10%	100 ml de sangre

En esta solución, esa cantidad de cloruro de sodio evita la coagulación, pero impide la separación del plasma (100ml/l de sangre), por lo que no debe usarse con la sangre destinada a tal fin (Vanegas, 1995).

Mientras que las regulaciones U.S.D.A limita el citrato de sodio a 0.2% del volumen de sangre fresca, una mayor concentración de citrato deberá de ser añadido para prevenir efectivamente la coagulación. El procedimiento más común es el de añadir 10 ml de una solución al 40% de citrato de sodio a cada litro de sangre recolectada. Otros anticoagulantes potenciales incluyen el pirofosfato ácido de sodio y el hexametofosfato de sodio (135 ml de de alrededor de 8% por litro de sangre recolectada (Vanegas, 1995).

Según Vanegas (1995), la adicción de sal común a la sangre hasta alcanzar una concentración de alrededor de 13% reduce su actividad de agua a un' valor por debajo de 0.88, lo cual permite conservarla a temperatura ambiente durante algunos días. Este tratamiento no la hace totalmente estable en esas condiciones (el *StafJhvllococcus aureus* es capaz de crecer a un valor de actividad de agua de 0.86), pero reduce extraordinariamente la velocidad de crecimiento de los microorganismos, inhibiendo completamente el crecimiento de muchos de ellos. La durabilidad de la sangre se extiende así suficientemente para permitir su transporte, almacenamiento y su empleo, por ejemplo, en productos cárnicos, muchos de los cuales incluyen sal en su fórmula en una proporción compatible con la proporción en que se añade la sal a la sangre. Debe tenerse en cuenta que la alta concentración de sal produce cierto grado de desnaturalización del pigmento de la sangre.

El tipo de tratamiento más sencillo es dejar que coagule la sangre, con lo que se forma el coágulo sanguíneo, del cual libera mediante reposo una parte del suero. Este tratamiento es poco usual y no carece de objeciones higiénicas. Otra clase de tratamiento es la obtención de sangre desfibrinada. Con esta finalidad, la sangre se agita con objetos o utensilios adecuados, con lo cual se forman filamentos de fibrina por coagulación en tomo a los útiles agitadores, separándose así de la sangre (Prandl *el al.*, 1994).

La sangre se coagula rápidamente al salir del cuerpo, por la acción de la trombina sobre el fibrinógeno, sustancia presente en el plasma y que se convierte en fibrina insoluble. Cuando se deja sedimentar la fibrina, se contrae y absorbe la mayoría de los glóbulos rojos y blancos, emitiendo un líquido amarillento llamado suero (Mann, 1964).

Debe señalarse que en general, la conservación por medios químicos no resulta satisfactoria cuando se trata de períodos largos y que como resultado de conservación en sí la sangre puede adquirir propiedades indeseables (Mann, 1964).

El enfriamiento rápido a l. 65°C. impedirá también la coagulación. Sin embargo, la sangre puede deteriorarse cuando se la conserva en refrigeración. Si no se dispone de cámara frigorífica, puede utilizarse un 2% de amoníaco, un 0.3 a 0.5 por ciento de formalina al 40% o un 2% de lisol, calculados sobre el peso de la sangre. Esta sangre conservada de esta manera no puede ser utilizada para consumo humano (Mann, 1964).

A menudo se solicita, para hacer alimentos o con fines industriales, sangre que pueda mantenerse en su forma original, lo cual se logra mediante la desfibrinación. Para agregarla a el11butidos, proporcionando color y sabor característicos.

La sangre se coagula en presencia del calcio. Por lo tanto, una vez eliminado el calcio por medio de oxalatos o citratos no se produce la coagulación. El anticoagulante debe estar en el recipiente antes de recogerse la sangre, y al caer ésta del animal sacrificado hay que revolverla para que se mezcle con el anticoagulante (Mann, 1964).

El mejor método para obtener sangre para consumo humano es usando el cuchillo tubular, ya que con este método, no excede de 104 microorganismos por mL. En comparación con conteos de 105 a 10(0) con el sistema abierto tradicional, además de que se reduce la hemólisis de los glóbulos rojos por impactos mecánicos (Venegas, 1995).

La conservación de la sangre siempre constituye un punto problemático, pues es un medio acuoso muy rico en nutrientes que favorece el crecimiento de los microorganismos. El crecimiento microbiano se limita refrigerando la sangre a 2-4°C lo más rápidamente posible después de su recogida (Venegas, 1995).

Sin embargo, estos sistemas no son utilizados de forma general debido a su baja eficiencia, ya que suelen dejar bastantes restos de sangre dentro de los animales que posteriormente va cayendo en otras zonas del matadero y porque no se pueden adaptar a velocidades de sacrificio altas (Vanegas, 1995).

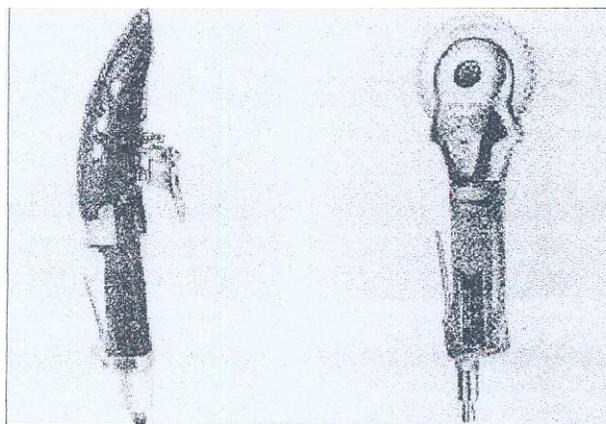
2.6.1 Sistemas de recolección de sangre

Según Venegas (1995), para realizar el sangrado se abre la piel del cuello dando un corte desde el comienzo del tórax hasta su unión con la cabeza. Por esta abertura se cortan las carótidas y la yugular por encima de su unión con la aorta, efectuando un ligero movimiento del cuchillo hacia ambos lados cuidando de no cortar la tráquea ni el esófago. Inmediatamente se coloca un recipiente o un embudo debajo de la piel, si es posible, y pegado a la región del cuello donde está la herida para recoger la sangre. El embudo está conectado por el extremo de su vástago a una manguera de plástico flexible, por donde va la sangre hacia un recipiente tapado donde se ha colocado un anticoagulante que debe ser bien mezclado con la sangre.

Según Venegas (1995) para recoger la mayor cantidad de sangre, el tiempo de sangrado no debe ser menor a 60s en las reses y de 30s en los cerdos y se trata además de reducir todo lo posible el intervalo entre el aturdimiento y la puñalada.

Mientras que la gravedad es normalmente usada para drenar la sangre de los animales, los sistemas de vacío también están disponibles para agilizar el proceso de recolección como los cuchillos de sistemas cerrados.

Hay dos tipos de sistemas cerrados de recolección, el de cuchillos de hoja plana y el de cuchillos circulares. El de cuchillo de hoja plana consiste de una taza de metal que se acopla alrededor de la base estándar de un cuchillo de degollado, el cual está sujeto a un tubo flexible, este lleva la sangre a un recipiente tapado. La taza, que está contra el animal, embute la sangre de la abertura en la piel del animal, al tubo flexible. Este método puede aún tener algunos problemas de contaminación ya que la taza puede entrar en contacto directo con las canales contaminadas, cuero o piel (Venegas, 1995).



1L

Figura 1. Desollador tipo cuchillo y desolladora de mano.

Fuente: Prandl *et al.* (1994).

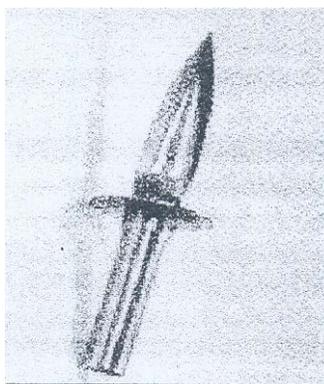


Figura 2. Cuchillo de sangrado (cuchillo hueco de sacrificio).

Fuente: Prandl *et al.* (1994).

Los cuchillos circulares consisten en varios tipos conocidos como el cuchillo Rizzi, el Edstam y la cánula. El cuchillo Rizzi consiste de un tubo de 1 pulgada de diámetro en el cual un extremo está conectado a una punta afilada y el otro extremo esta unido a un tubo flexible el cual desvía la sangre al recipiente (Venegas, 1995).

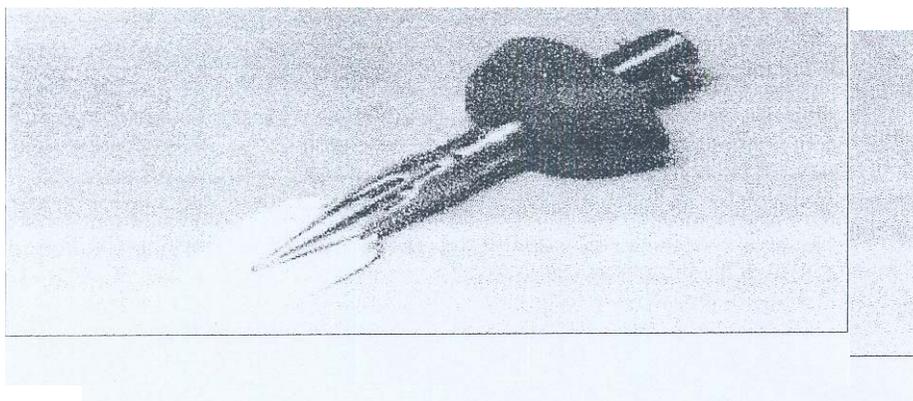


Figura 3. Cuchillo rizzi.

Fuente: Venegas (1995).

El cuchillo Edstam (Figura 3), consiste de un cuchillo circular de dos lados con una barra o un segundo cuchillo colocado en un espacio arqueado (en los ángulos derechos) de la cola del cuchillo circular. El segundo cuchillo o plato sirve para sostener la apertura de la piel abierta para permitir un flujo continuo de la sangre. Este sistema de cuchillo es probablemente el mejor para minimizar la contaminación de la sangre (Venegas, 1995).

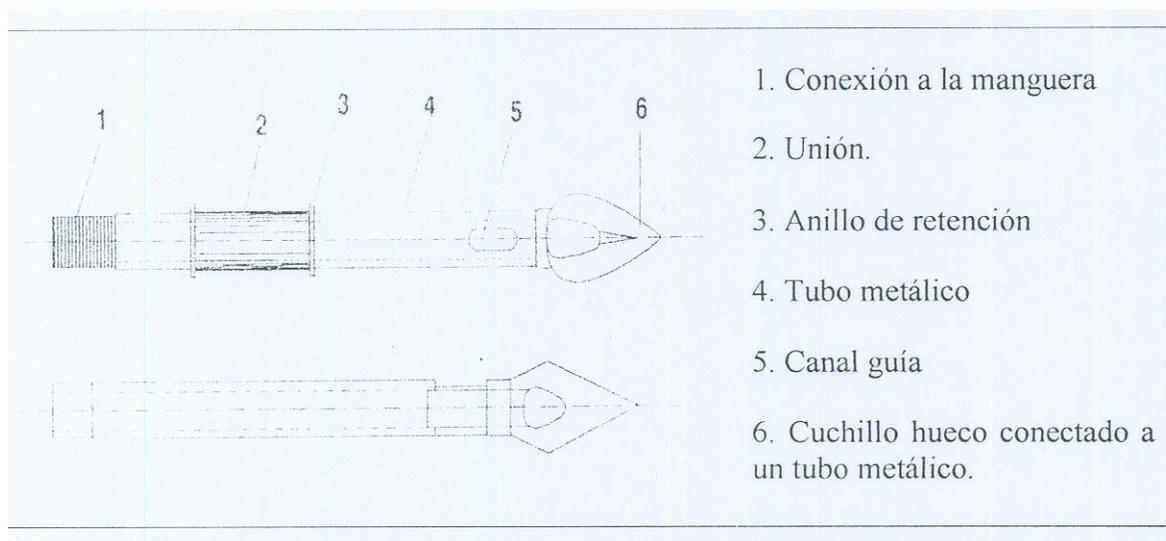


Figura 4. Cuchillo edstam.

Fuente: Venegas (1995).

El sistema de cánula consiste de un tubo hueco de 0.5 pulgada, un extremo de este está formado por un cono acanalado afilado. Cerca del pico del cono en el tubo hay ranuras cortadas o huecos para permitir a la sangre entrar en el tubo (Venegas, 1995).

Todos los cuchillos descritos aquí pueden ser sujetos o amarrados a un tubo flexible o a una manguera para mandar el flujo de sangre directo al recipiente de recolectar o pueden ser empotrados en bolsas plásticas desechables las cuales pueden ser colgadas del extremo del cuchillo (Venegas, 1995).

El uso de bolsas plásticas elimina la confusión de las mangueras en el proceso de recolección. También pueden ser añadidos ganchos para colgar los cuchillos en las canales durante el desangrado (Venegas, 1995).

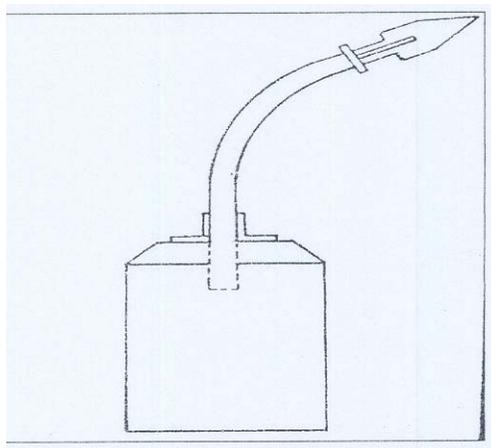


figura 5. Recipiente.

Fuente: Venegas (1995).

2.7 APROVECHAMIENTO DE LA SANGRE

Debido a su color, la sangre sólo es utilizable de forma limitada para la fabricación de embutidos. Se han propuesto métodos para decolorar la sangre desecada, pero hasta el momento no han podido introducirse en la práctica. La sangre tratará de manera distinta, de acuerdo con la finalidad de su empleo.

La sangre se recoge normalmente en una artesana para sangre de un metro de ancho con una inclinación adecuada desde la que pasa a un depósito recolector para el procesamiento con el fin de producir fertilizantes o piensos. La artesana para sangre debe tener una superficie lisa impermeable, por ejemplo, de losas, acero inoxidable u hormigón liso (Veall, 1993).

También se puede mezclarla abundantemente con el estiércol recogido y preparar compost como un fertilizante enriquecido (Veall, 1993).

Cuando se extrae sangre por medio de centrifugación, en 100 partes de sangre de vacuno mayor hay un 32% de glóbulos y un 68% de plasma. Los glóbulos sanguíneos separados reciben el nombre de sangre concentrada y por lo regular se destinan a la preparación de piensas (Prandl ('{ al.,] 994).

La sangre desfibrinada se incorpora bien a productos cárnicos, como morcillas, etc., o bien se destina a la obtención de suero sanguíneo mediante centrifugación de los corpúsculos hemáticos (glóbulos sanguíneos) (prandl *el al.*, 1994).

Así la coagulaciÓN de la sangre se da por los siguientes factores que vamos a describir en la figura 6 que se muestra posteriormente, describiendo el proceso de desfibrinaciÓN de la sangre.

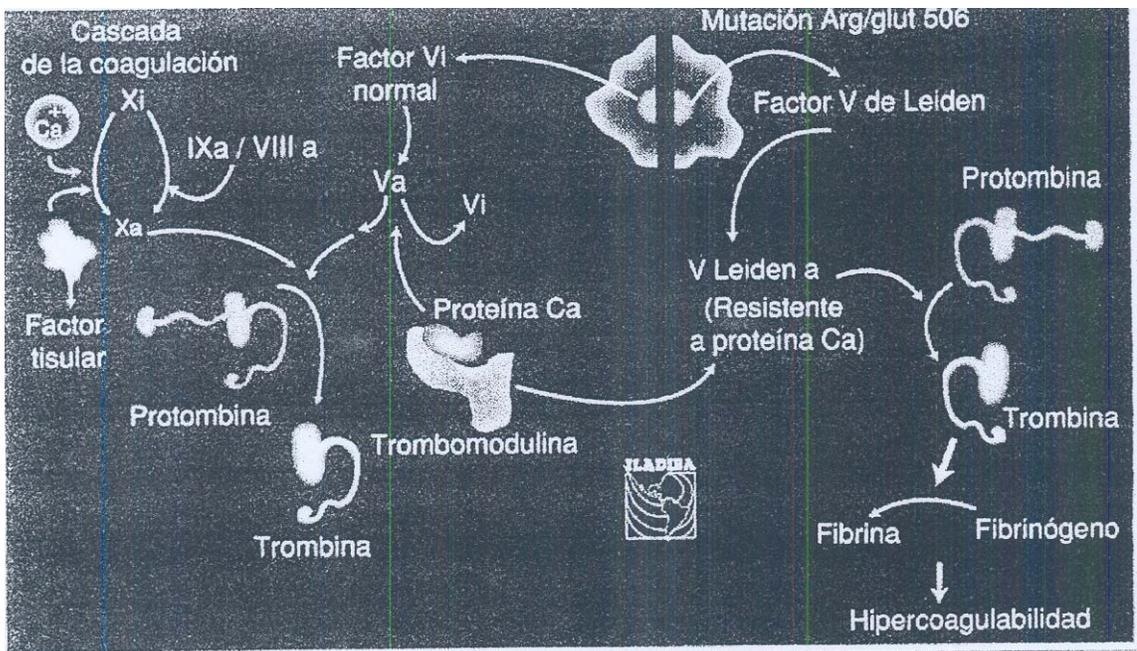


Figura 6. Proceso de fibrinólisis de la sangre.

Fuente: Couto (2003).

Además de lisar a la fibrina y el fibrinógeno, la plasmina (proteína activa primaria de la fibrinólisis) biodegrada a los factores V, VIII, IX Y XI así como también a otras proteínas plasmáticas (insulina, ACTII y GH). El sistema fibrinolítico es prohemorrágico y la hiperfibrinólisis redundante en sangrado espontáneo. El plasminógeno (proenzima) es activado en plasmina por el factor XIIIa o una serie de activadores tisulares mal definidos. Varios activadores (estreptocinasa, urocinasa y activador del plasminógeno tisular) son de empleo terapéutico en pacientes con fenómenos tromboembólicos. El sistema fibrinolítico también tiene sus mecanismos inhibidores de efecto neto procoagulante, incluyendo la α_2

antiplasmina, C₃ y macroglobulina e inhibidores del activador del plasminogeno tisular 1 y 2. Con la biodegradación de la fibrina y el fibrinógeno se originan los productos de la degradación de la fibrina (POF), que son detectables en el plasma. Los POF ejercen un marcado efecto inhibitor sobre la función plaquetaria (Cauto, 2003).

2.8 METODOLOGÍAS DE EXTRACCIÓN DE PLASMA

2.8.1 Centrifugación

La centrifugación provee la separación de las partículas más grandes. El proceso es fácil y rápido, el cual puede separar los componentes sin causar ningún daño alguno a las partículas, este es un buen método rápido para separar plasma.

Las centrifugas separadoras son de separación de mezclas líquido-líquido, líquido-sólido y líquido-líquido-sólido de distintas densidades. Son utilizados para clarificar y separar mezclas de líquidos. El aporte y la evacuación de la fase o de las fases líquidas se realizan de forma continua, mientras que la descarga de las sustancias sólidas se puede realizar de forma discontinua, semicontinua o continua, dependiendo del tipo de máquina. El principio funcional de las centrifugas está basado en acelerar la sedimentación por la aplicación de grandes fuerzas centrífugas en el interior de un tambor que gira a gran velocidad. Dependiendo de la forma del tambor y del dispositivo de separación instalado en su interior se distingue entre centrifugas tubulares, centrifugas de cámara y centrifugas de discos (Prandl *et al.*, 1994).

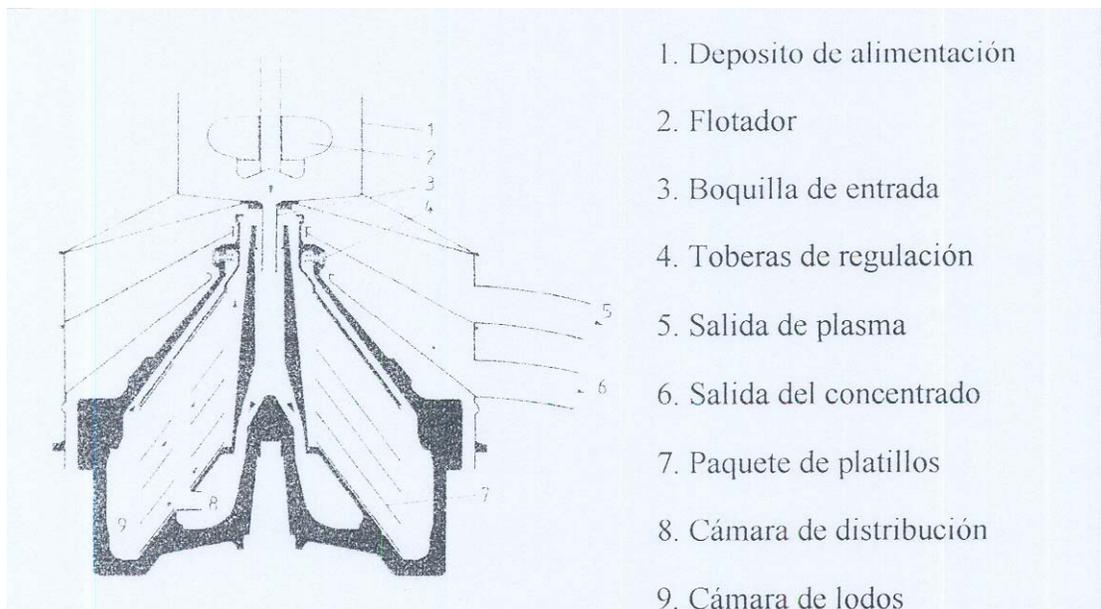


Figura 7. Dibujo esquemático de una centrifuga separadora de plasma sanguíneo.

Fuente: Prandl *et al.* (1994).

Bajo una fuerza normal de gravedad las partículas en una solución sedimentan a una velocidad que depende de de sus diferentes masas. La centrifugación acelera el proceso aplicando una fuerza mucho más alta de gravitación que la que tiene la tierra. Una simple centrifugadora es capaz de hacer 3,000 RPM esto da una aceleración y un campo de aproximadamente 100 veces mas que lo que da la tierra; La ultra centrifugación es capaz de hacer 75,000 RPM, produce un campo de 500,000 g. (McCall *el al.*, 1973).

Cuadro 2. Ley de stoke.

Efecto	Magnitud		Determinación por			Observaciones
	Positivo	Perjudicial	estructura	movimiento	producto	
Superficie de los platillos	▲	▼	■			Depende de la estructura (diferentes tipos de paquetes de platillo)
Radio exterior	▲	▼	■			
Distancia entre platillos	▼	▲	■			
Velocidad del tambor	▲	▼	■			Depende del material
Rendimiento	▼	▲	■	■		
Concentración de sól	▼	▲	■	■	■	
Gran diferencia de viscosidad sólidos/líquidos	▲	▼			■	Cámara de sólidos
Viscosidad	▼	▲			■	
Temperatura de separación	▲	▼		■	■	

Fuente: Prandl *el al.* (1994).

Hay dos tipos de centrifugadoras, las centrífugas abiertas, en la cual los líquidos separados se descargan a través de unas compuertas, a unos depósitos de recogida. Y las centrifugadoras cerradas, son unos discos que se sumergen en el líquido que se halla en rotación transformándose así, la energía de rotación en energía de presión. La eliminación de las sustancias sólidas se puede realizar por procedimientos manuales automáticos. La zona de separación se puede modificar y, por tanto, adaptar al objetivo adecuado en cada caso, variando la disposición de los canales de ascenso (en el exterior, en el interior o en el centro). Aquella fase que se quiera separar con el mayor grado de pureza es la que ha de recibir la mayor superficie de separación. Las magnitudes que dependen del producto están definidas por la ley de Stoke. El efecto separador se incrementa al incrementarse la viscosidad del líquido. Los factores constructivos más relevantes son la velocidad de rotación del tambor, el radio de separación, es decir, el radio externo de los platillos, el ángulo de los platillos y la distancia de separación, o sea el número de platillos (Prandl *el al.*, 1994).

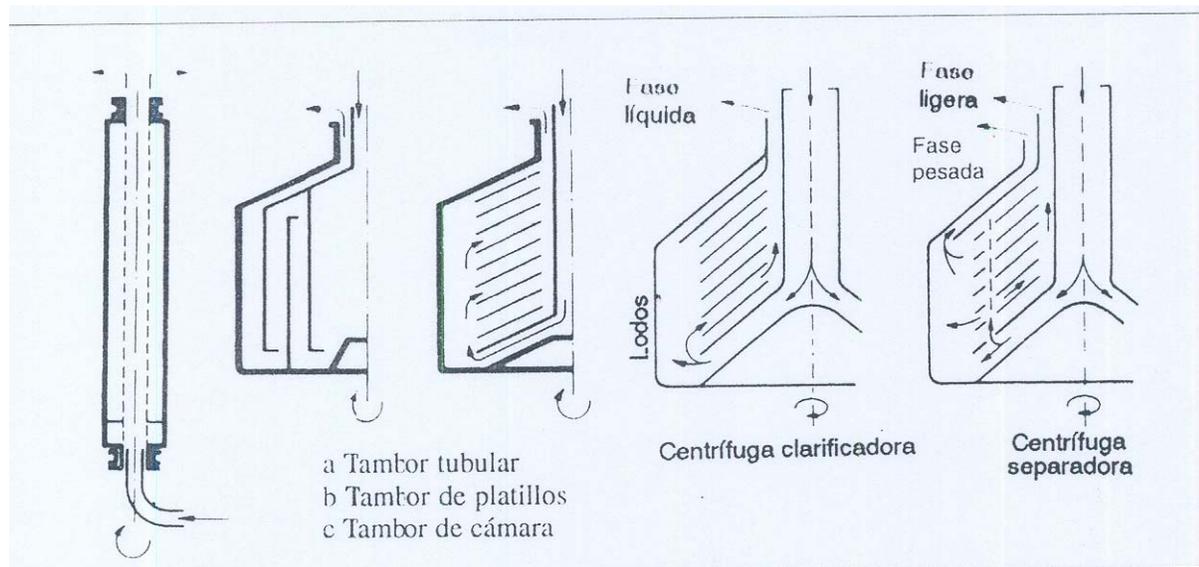


Figura 8. Formas básicas de tambores separadores.

Fuente: Prandl *et al.* (1994).

En la industria cárnica sólo tienen importancia las centrifugadoras de discos. Estas separadoras de discos o de platillos están formadas por un juego de numerosos discos cónicos que distan unos de otros, dependiendo del líquido a separar, de 0.3 a 2mm. La separación (=separación de dos líquidos con eliminación simultánea de las sustancias sólidas) y la clarificación (=separación de las sustancias sólidas que hay en un líquido) se realizan en el paquete de discos. En la separación se utilizan discos con perforaciones que forman los llamados canales de ascenso, mientras que en la clarificación de los líquidos se trabaja sin estos canales de ascenso (Prandl *et al.*, 1994).

La obtención del plasma por medio de centrifugación separa los glóbulos de la sangre mezclada con sustancias anticoagulantes. El plasma sanguíneo así obtenido tiene color amarillento (como consecuencia de una ligera hemólisis) y es algo viscoso (Prandl *et al.*, 1994).

El líquido a separar se introduce por un tubo de alimentación fijo y desde allí pasa por los canales de ascenso o por la pared del tambor al paquete de discos. La fase que tiene una menor densidad específica fluye hacia el eje del tambor, mientras que la fase más pesada lo hace hacia el borde de los discos. Las partículas sólidas son impulsadas por la fuerza centrífuga en dirección radial, por la cara inferior de los discos, pasando como capa compacta a la cámara de lodos del tambor (Prandl *et al.*, 1994).

En la separación de la sangre con anticoagulante en plasma y glóbulos sanguíneos apenas se obtienen sustancias sólidas. Por eso se emplean con este fin centrifugadoras macizas de platillos con cámaras pequeñas de lodos. Un flotador situado en el interior del embudo de entrada se encarga de mantener un aporte uniforme de sangre a la boquilla de entrada. La sangre pasa

del distribuidor directamente al paquete de platillos. La fase más ligera (plasma) asciende por dentro de los platillos hacia arriba; la fase pesada (glóbulos sanguíneos) fluyen, por el contrario, hacia abajo. En la cabecera del tambor se evacúan ambas fases por separado. Las sustancias sólidas expelidas (suciedad, etc.) quedan retenidas en la cámara de Iodos y se retiran manualmente, a intervalos regulares, cuando la máquina está parada. La evacuación de las sustancias sólidas se puede realizar, bien a través de un suelo desmontable de la cámara de centrifugación, bien mediante una corredera móvil de émbolo. La corredera de émbolo se mueve hidráulica o reumáticamente (Prandl *et al.*, 1994).

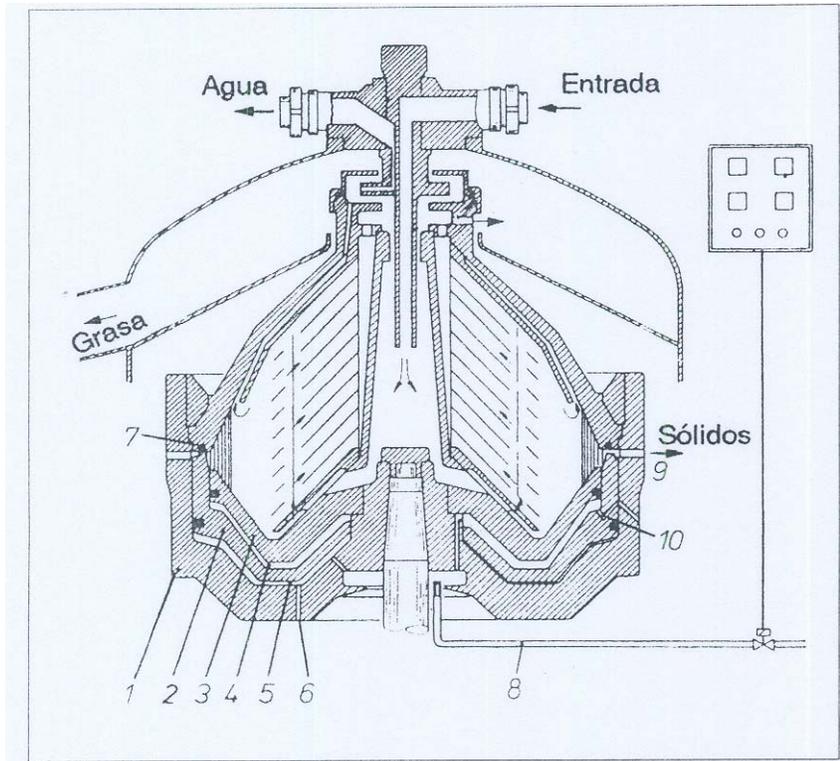


Figura 9. Construcción básica del tambor de una centrífuga con sistema automático de limpieza, con paredes fijas de centrifugación y con correderas internas de émbolo.

Fuente: Prandl *et al.* (1994).

En la figura 9, la corredera de émbolo (2) se encuentra entre el suelo de la cámara de centrifugación (3) y la parte baja del tambor (1). El líquido de cierre, que rellena la cámara de cierre (5) hasta la perforación (6) empuja el émbolo contra la junta (7) de cierre de la salida de los Iodos (por acción de la presión que se genera en la rotación): el tambor está cerrado. La entrada de líquido en la cámara de apertura (4) genera una presión que es superior a la presión de cierre generada por la rotación. Esto hace que la corredera de émbolo se desplace hacia abajo, abriendo una hendidura anular (9). Las sustancias sólidas salen disparadas por la hendidura (mientras el tambor se mueve a toda velocidad) y son recogidas por una olla ciclónica, pasando a continuación a un depósito. Cuando se interrumpe el aporte de agua, se vacía la cámara de apertura a través de una tobera (10); el nivel de líquido existente en la cámara de cierre vuelve entonces a empujar la corredera de émbolo contra la junta. El

vaciado se puede iniciar por procedimientos manuales o automáticos. Cuando el control es manual, se han de accionar todas las válvulas de alimentación y de descarga, y también la válvula de entrada del agua de mando. Esto requiere una servidumbre constante de la centrífuga y por esta razón se suelen utilizar sistemas automáticos de control por tiempo o de auto control. Este se realiza por una válvula del agua que por medio de impulsos procedentes de un reloj controlador. Este sistema automático presupone, que el aporte de producto y que el contenido en sustancias sólidas sean constantes (Prandl *et al.*, 1994).

En las centrífugas helicoidales (decantadores), el interior de la caja horizontal del decantador se encuentra un tambor cilíndrico macizo que lleva un tornillo dispuesto concéntricamente. El tambor y el tornillo giran a velocidades distintas. El producto a centrifugar se introduce por el tubo de entrada y pasa a través de unos orificios a la cámara del tambor. Allí, y debido a la elevada aceleración centrífuga, se depositan las partículas sólidas sobre la pared del tambor. El tornillo, que gira a gran velocidad, transporta en continuidad estas partículas sólidas hasta la salida de lodos, que se encuentra en el extremo cónico del tambor. El líquido, por el contrario, fluye entre las espiras del tornillo en dirección contraria a la de los sólidos, saliendo del tambor por sí solo o con ayuda de discos de presión. El rendimiento de los decantadores, en 10 que respecta al débito y al grado de clarificación, depende de la velocidad de giro, del tipo de tambor (cónico plano o cónico inclinado), del tipo de tornillo (número de velocidades e inclinación), de la diferencia de velocidad de giro entre el tambor y el tornillo, del diámetro al que se ajusta el rebosadero y de la zona de entrada. La zona de entrada puede graduar el tamaño de la zona de secado y de la zona de clarificación. La reducción del diámetro del rebosadero se traduce en un aumento de la zona de clarificación y por tanto en un mayor grado de clarificación del líquido. Por el contrario, si se desplaza el tubo de entrada hacia dentro o si se agranda el diámetro del rebosadero, se incrementa la zona de secado, lo que se traduce en un menor contenido de agua en las sustancias sólidas (Prandl *et al.*, 1994).

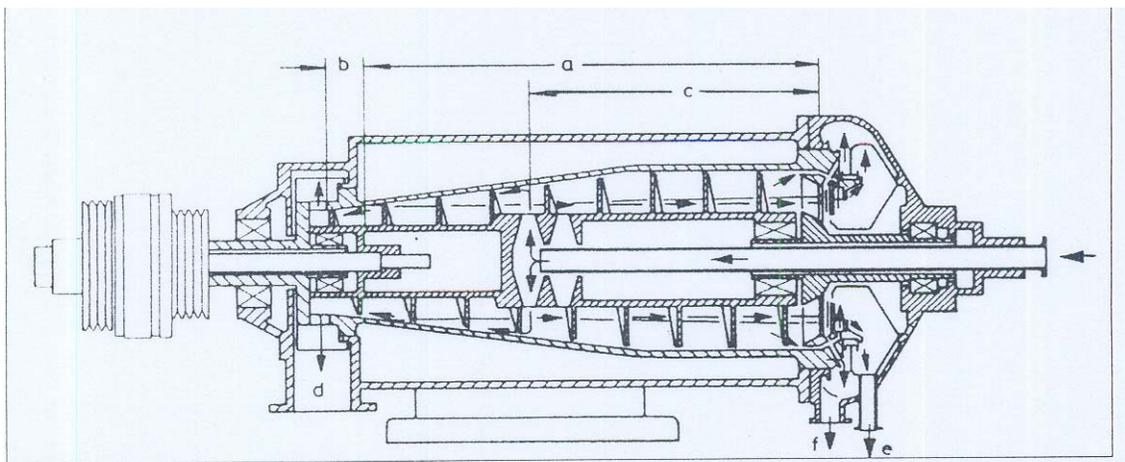
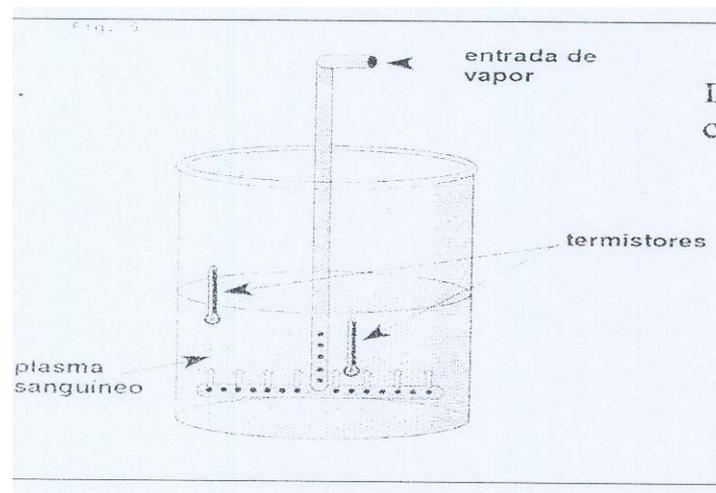


Figura 10. Decantador de tres fases con presas de cilindros aliviadores intercambiables. Fuente: Prandl *et al.* (1994).

2.8.2 Tratamiento térmico

Consiste en calentar directamente la sangre inyectándole vapor hasta que se coagulen sus proteínas. Las corrientes de vapor que se distribuyen por todo el volumen de sangre, mezclan continuamente la solución propiciando una coagulación uniforme de sus proteínas. El coágulo puede separarse fácilmente tamizando o drenando el contenido del recipiente donde se ha efectuado la coagulación (Mann, 1964).

Así obtenemos el plasma coagulado, por medio de este método, no obtenemos directamente plasma, pudiendo utilizarse para alimentos dietéticos, embutidos de hígado y pastas untables (Venegas, 1995).



Figura] 1. Coagulación térmica.

Fuente: Venegas (1995).

2.9 USOS DE PLASMA SANGUÍNEO

El plasma sanguíneo se conserva, a 0-5°C como máximo 4-6 días; con temperaturas superiores, el tiempo que transcurre hasta la presentación de la putrefacción es todavía menor. El plasma sanguíneo salado (3-4% de NaCl) se conserva a 0°C hasta 10 días. Agregando ácido carbónico se prolonga la capacidad de conservación, pudiendo alcanzar las 3 semanas o más. Por último, el plasma sanguíneo congelado se puede conservar largo tiempo. Otra manera de conservarlo es la desecación (desecación por pulverización o sobre tambores). La sangre destinada a la obtención de plasma desecado puede mezclarse con amoníaco para impedir el crecimiento de los gérmenes; el amoníaco se evapora durante la desecación del plasma (Prandl *et al.*, 1994).

El empleo de plasma sanguíneo en la fabricación de embutidos ha alcanzado gran importancia. En determinados embutidos (embutidos escaldados) puede incorporarse hasta un 10% de plasma sanguíneo sin que resulte perjudicado el valor culinario. El empleo de plasma sanguíneo en productos cárnicos está regulado legalmente de manera distinta en los países de Europa (Prandl *et al.*, 1994).

Una vez que se obtiene el plasma por centrifugación, se puede obtener de allí la albúmina del plasma, de buena calidad y soluble en agua debe hacerse la desecación por debajo del punto de coagulación, si así se desea (55°C) (Mann, 1964).

Puede batirse esta albúmina de sangre como la clara de huevo y utilizarla entonces como sucedáneo de los huevos en la elaboración de helados o en las panaderías (Mann, 1964).

El suero sanguíneo se puede utilizar para Tipografía, bacteriología, tintorería, en textiles, fotografía como papel albuminado y en pastelería (Instituto Tecnológico Agroalimentario, 2003).

El plasma sanguíneo, puede ser secado, para su utilización en alimentos por secadores de túnel, secador de tambor rotativo o secador de armario. Se puede utilizar para fortificar bebidas rehidratantes, o galletas proteicas, que se suministran a niños en edad escolar (Márquez *et al.*, 1997).

El coágulo húmedo que se saca por medio del proceso térmico de extracción de plasma, tiene un 14% de proteína, buenas propiedades funcionales, un sabor y una textura satisfactorios. Se utilizo sustituyendo hasta un 10% de la proteína cá mica en un embutido tipo Bologna, sin que se afectaran sus propiedades organolépticas (Venegas, 1995).

Los glóbulos o corpúsculos rojos que se extraen de la sangre, tiene también muchos usos, el que hay que resaltar más es el uso como hierro hemínico, haciendo de vital importancia este producto, sobre todo en mujeres embarazadas que necesitan mucho hierro. Otro uso de los glóbulos sanguíneos es para piensos de abono, también se pueden usar para productos plásticos (Instituto Tecnológico Agroalimentario, 2003).

3. CONCLUSIONES

- La importancia de utilizar sangre es la disminución de residuos orgánicos líquidos vertidos al ambiente.
- Se **deben** de establecer procedimientos en la extracción y procesamiento de la sangre para evitar la contaminación bacteriana.
- En la actualidad hay dos métodos para extraer plasma, centrifugación y tratamiento térmico.
- El método más utilizado para extraer plasma es la centrifugación.
- El plasma puede ser utilizado tanto en la elaboración de productos para consumo humano, así como en productos no alimentarios.

4. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio técnico para determinar los usos potenciales del plasma sanguíneo en Zamorano.
- Realizar un estudio para extraer derivados de la hemoglobina.

5. BIBLIOGRAFÍA

BERENGUER, R. 1988. Enciclopedia Barsa de consulta fácil, Tomo XIII. Enciclopedia británica publishers, Inc. México, S. A 256-258 p.

COUTO, G. 2003. Manejo del Paciente Hemorrágico.. SVV Volumen 7 - N° 4. Consultado en octubre 2003. En línea. Disponible en: <http://wwwv.seleccionesveterinarias.com/articulos/art74.htm>

DIMITRIJEWITS, MARTA 1996. ¿Cómo se hace la purificación de agua? Documento consultado en Octubre de 2003. En línea. Disponible en: <http://www.cab.cnea.gov.ar/difusion/ResI3.htm>

INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO, 2003. Mejores Técnicas Disponibles en la Industria Cárnica, Madrid, España. Consultado Julio de 2003. En línea. Disponible en: http://www.google.hn/search?q=cache:4N6A_gCM1J:www.eper.es.com/pdfs/guiaai+niacarnica.pdHcuchillo+Ekstam&hl=es&ie=UTF-8

JACKSON, W.M. 1966, Enciclopedia practica Jackson, Tomo 1, Editores México D. F. Octava Edición. 275p.

LOBBY, J. A 1986. Higiene de la Carne. CIA Segunda edición. Editorial Continental, S. A de C. V., México. 659 p.

LÓPEZ, A; Arocha, c.; Campos, c.; Pariera, A; PavIovsky, S.; Ruiz, G.; San Miguel, J. 1992. Enciclopedia Iberoamericana de Hematología, Volumen 1, Ediciones Universidad de Salamanca, Impreso en España. 338p.

MANN, I. 1964. Preparación y Aprovechamiento de los subproductos animales. Roma, Italia. FAO. 272p.

MÁRQUEZ, E; RANGEL, L.; ARCHILE, A; GÓMEZ, O.; IZQUIERDO, P.; BARBOZA, y. 1997. Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de aminoácidos esenciales de una galleta proteica formulada a partir de plasma bovino. Consultado en Octubre de 2003. En línea. Disponible en: <http://www.rcdpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v141/v141z013.html>

MCCALL, J.S.; POTTER, B.J. 1973, Ultracentrifugación, Editorial Bailliere Tindall. Impreso en Gran Bretaña, 126p.

PRANDL, O.; FISCHER, A; SCHMIDHOFER, T.; SINELL, H.J. 1994. Tecnología e Higiene de la Carne. De la edición en lengua española Editorial Acribia, S. A., Traducción por Escobar, J.; Torres-Quevedo, O; Cambero, I. Zaragoza, España, 854 p.

QUIROGA, G. Y GARCÍA, J.L. 1994. Manual Para la Instalación del Pequeño Matadero Modular de la FAO. Primera Edición. Roma, Italia. FAO. 250 p.

SUÁREZ DÍAZ, FRANCISCO JOSÉ 2003. Conceptos Básicos de Hematología. Bioingeniería, Datex-Ohmeda. Documento consultado en Octubre de 2003. En línea. Disponible en: http://www.datex-ohmeda.es/aulabioingenieria/numero_11/DivulgacionHematologia.htm

TORRES CI-ÍA VEZ, JUAN, 2001, Utilización del ultrafiltrado de suero pasteurizado del queso para el desarrollo de una bebida isotónica, Tesis Zamorano, 32 p.

VEALL, F. 1993. Estructura y Funcionamiento de Mataderos Medianos en Países en desarrollo. Primera Edición. Roma, Italia. FAO. 208 p.

VENEGAS, O. 1995. Procesamiento de subproductos Animales comestibles, Primera Edición. Roma, Italia. FAO. 167 p.

WEINLING, H. 1973. Tecnología práctica de la carne. Traducido por, Estain, Jaime. De la edición en lengua española Editorial Acribia. 392p.

