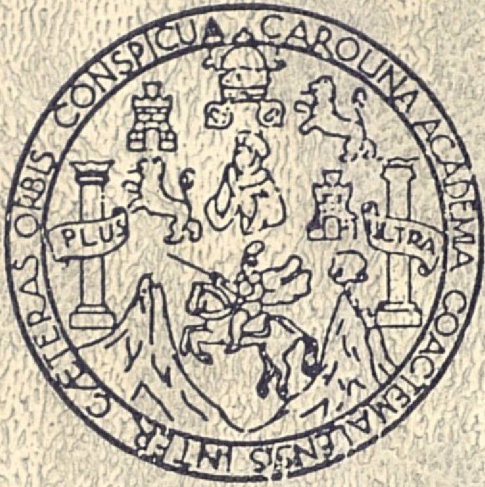




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA



DESARROLLO DE UN PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA
PRODUCCION DE HARINA DE SANGRE BOVINA, QUE
PUEDA SER USADA COMO FUENTE DE HIERRO

DORA ILEANA MALDONADO BRAN

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1989

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

DESARROLLO DE UN PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA PRODUCCION
DE HARINA DE SANGRE BOVINA, QUE PUEDA SER USADA COMO -
FUENTE DE HIERRO.

T E S I S

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA

P O R

DORA ILEANA MALDONADO BRAN

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

Guatemala, noviembre de 1,989.

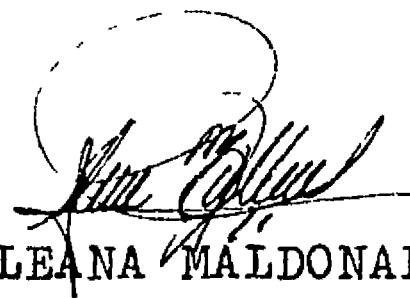
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su - consideración mi trabajo de tesis titulado:

DESARROLLO DE UN PROCESO TECNOLÓGICO
PARA LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE SAN-
GRE BOVINA, QUE PUEDA SER USADA COMO
FUENTE DE HIERRO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química.



DORA ILEANA MALDONADO BRAN

Guatemala, noviembre de 1,989.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Jorge Mario Morales
VOCAL PRIMERO:	Ing. Jacinto Quan
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Francisco González
VOCAL TERCERO:	Ing. René de León
VOCAL CUARTO:	Br. Alfredo Vidal
VOCAL QUINTO:	Ing. Danilo Mejía
SECRETARIO:	Ing. Edgar José Bravatti

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Roberto Mayorga
EXAMINADOR:	Ing. Orlando Posadas
EXAMINADOR:	Ing. Julio Rivera
EXAMINADOR:	Ing. Carlos Argueta
SECRETARIO:	Ing. René Andrino

INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

OFICINA SANITARIA PANAMERICANA

Oficina Regional de la

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

Guatemala, 9 de octubre de 1989.

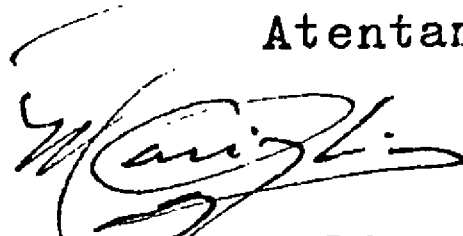
Ing. Williams Alvarez Mejía, Director
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria.

Estimado Ing. Alvarez

Habiendo tenido a la vista el informe Final del Trabajo de Investigación de Tesis de la estudiante DORA ILEANA - MALDONADO BRAN titulado: " DESARROLLO DE UN PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA PRODUCCION DE HARINA DE SANGRE BOVINA, QUE PUE DA SER USADA COMO FUENTE DE HIERRO ", de jo constancia de - Aprobación para proceder a la autorización del mismo.

Sin nada más que decir, agradezco la atención que se - sirva dar a la presente, quedo de usted,

Atentamente,



Dr. Mario R. Molina, M. SC., Ph.D.

ASESOR

Guatemala, 11 de octubre de 1989.

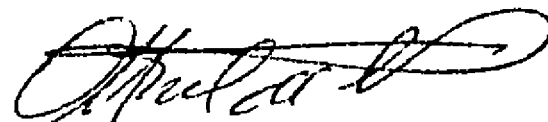
Ing. William Alvarez Mejía, Director
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria.

Estimado Ing. Alvarez:

Me permito informarle que he revisado el Informe Final de Tesis de la señorita DORA ILEANA MALDONADO BRAN, titulado: " DESARROLLO DE UN PROCESO TECNOLOGICO PARA LA PRODUCCION DE HARINA DE SANGRE BOVINA, QUE PUEDA SER USADA COMO FUENTE DE HIERRO ", y considero que se encuentra Aprobado para proceder a la autorización del mismo.

Sin otro particular y agradeciéndole la atención que se sirva dar a la presente, quedo de usted,

Atentamente,



Ing. Otto de León
Esc. de Ingeniería Química
Lab. de Operaciones Unitarias.

REVISOR



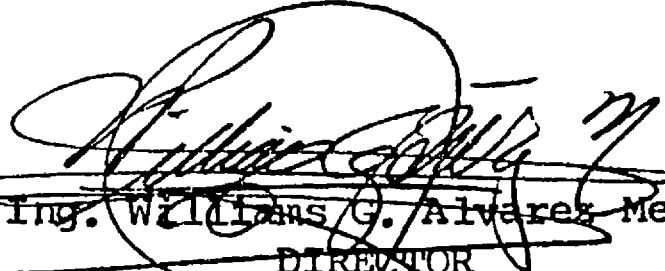
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

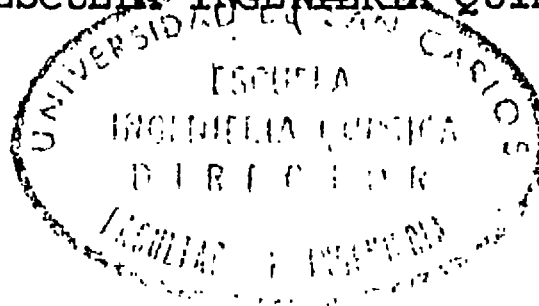
El Director de la Escuela de Ingeniería Química; ING.
WILLIAMS G. ALVAREZ MEJIA, después de conocer el dictamen
del Asesor con el visto Bueno del Jefe de Departamento,
al trabajo de tesis del estudiante; DORA ILEANA MALDONADO
BRAN titulado: DESARROLLO DE UN PROCE-
SO TECNOLOGICO PARA LA PRODUCCION DE HARINA DE SANGRE BOVINA, QUE
PUEDA SER USADA COMO FUENTE DE HIERRO.

procede a la autorización del mismo.


Ing. Williams G. Alvarez Mejia

DIRECTOR

ESCUELA INGENIERIA QUIMICA



Guatemala, 16 de octubre de 1989.



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer
la autorización por parte del Director de la Escuela de In-
geniería Química, al trabajo de tesis titulado: DESARROLLO
DE UN PROCESO TECNOLOGICO PARA LA PRODUCCION DE HARINA DE SANGRE BO-
VINA, QUE PUEDA SER USADA COMO FUENTE DE HIERRO.

del estudiante: DORA ILEANA MALDONADO BRAN

procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

ING. JORGE MARIO MORALES

DECANO



ACTO QUE DEDICO

- A DIOS : Ser infinito de paz, amor y sabiduría por ser la guía e iluminación divina.
- A MI PADRE : Haroldo Maldonado Barrios
Que desde el Seno de Dios reciba mi agradecimiento y una lágrima en su memoria.
- A MI MADRE : María Luisa Bran viuda de Maldonado
En recompensa a sus múltiples esfuerzos e innumerables sacrificios.
- A MIS HERMANOS : Walter Antulio
Miriam Haydé
Silvia Elizabeth
Hilda Gliseth
- A MIS ABUELITOS : Manuel Maldonado
Marta de Maldonado
Adelina Fajardo Catalán
- A MIS SOBRINOS : Karla Zullema
Cynthia Pamela
Melvin Alejandro
Jonathan Josué
Maryalejandra
Eloisa
- A MI FAMILIA POLITICA
- A MI FAMILIA EN GENERAL
- A MIS AMIGOS.

AGRADECIMIENTO

Al Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá

INCAP

Muy especialmente:

Al Dr. Mario Roberto Molina

Por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo de investigación.

A las personas que me brindaron su ayuda, especialmente al personal de la división de Química Agrícola del INCAP.

INDICE GENERAL

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
- Indice de diagramas de flujo y gráficos	1
- Indice de cuadros	3
- Glosario	6
- Introduccion	9
- Antecedentes	10
Sangre	10
- Generalidades de la sangre	10
- Matadero	10
- Productos industriales de la sangre	12
- Productos a base de sangre coagulada	12
- Aplicaciones de la sangre desecada	14
- Aplicaciones de la albúmina de sangre	15
- Productos a base de sangre líquida	16
Hierro	17
- Generalidades del hierro	17
- Comportamiento químico	18
- Aspectos nutricionales	19
- Interacción del hierro con otros nutrientes	26
- Aspectos toxicológicos	28
Secado	29
- Generalidades de secado	29
- Métodos usados	29
- Ventajas del secado	30

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
- Hipótesis	31
- Objetivos	32
- Justificación	33
- Materiales y métodos	34
- Resultados	39
- Discusión	45
- Resumen	54
- Conclusiones	55
- Recomendaciones	56
- Referencias	57
- Bibliografía	59
- Anexos	65

INDICE DE DIAGRAMA DE FLUJO Y GRAFICOS

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
- Diagrama de flujo 1 - Proceso utilizado para la preparación de harina de sangre bovina coagulada.	68
- Diagrama de flujo 2 - Proceso utilizado para la preparación de la harina de sangre bovina con anti-coagulante.	69
- Gráfico 1 - Curvas de secado de harina de sangre coagulada y con anticoagulante secada en secador de bandejas.	70
- Gráfico 2 - Comportamiento de la curva de velocidad de secado en sangre coagulada secada a 40°C en secador de bandejas.	71
- Gráfico 3 - Comportamiento de la curva de velocidad de secado en sangre con anticoagulante secada a 40°C en secador de bandejas,	72
- Gráfico 4 - Comportamiento de la curva de velocidad de secado en sangre coagulada secada a 60°C en secador de bandejas.	73

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
- Gráfico 5	- Comportamiento de la curva de velocidad de secado en sangre con anticoagulante secada a 60°C en secador de bandejas. 74
- Gráfico 6	- Comportamiento de la curva de velocidad de secado a sangre coagulada secada a 80°C en secador de bandejas. 75
- Gráfico 7	- Comportamiento de la curva de velocidad de secado en sangre con anticoagulante secada a 80°C en secador de bandejas. 76

INDICE DE CUADROS

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
- Cuadro 1 - Porcentaje de humedad y cenizas en harina de sangre coagulada.	78
- Cuadro 1' - Análisis proximal de la sangre, harina.	79
- Cuadro 2 - Porcentaje de humedad y cenizas en harina de sangre con anticoag _u lante.	80
- Cuadro 3 - Contenido de hierro y rendimiento en el proceso sangre coagulada.	81
- Cuadro 4 - Contenido de hierro y rendimiento en el proceso de sangre con anticoagulante.	82
- Cuadro 5 - Características de color en muestras de harina de sangre procesada con sangre coagulada.	83
- Cuadro 6 - Características de color en muestras de harina de sangre procesada con anticoagulante.	84
- Cuadro 7 - Características microbiológicas de la harina de sangre coagulada.	85
- Cuadro 8 - Características microbiológicas de la harina de sangre con anticoagulante.	86

<u>Contenido</u>		<u>Página</u>
- Cuadro 9	- Análisis de varianza sobre resultados obtenidos, prueba de Tukey del secado en bandejas.	87
- Cuadro 10	- Análisis de varianza sobre resultados microbiológicos, prueba de Tukey, secado en bandejas.	88
- Cuadro 11	- Análisis de varianza sobre resultados obtenidos, prueba de Tukey, secador de rodos.	89
- Cuadro 12	- Análisis de varianza sobre resultados de microbiología, prueba de Tukey. Secado en rodos.	90
- Cuadro 13	- Intervalos de confianza por medio del valor de t student para la comparación del comportamiento con el patrón.	91
- Cuadro 14	- Consumo de energía eléctrica en el equipo empleado para la producción de harina de sangre en planta piloto a partir de sangre bovina secada en secador de rodos.	92
- Cuadro 15	- Consumo de energía eléctrica en el equipo empleado para la producción de harina de sangre en planta piloto a partir de la sangre bovina secada en secador de bandejas.	93

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
- Cuadro 16 - Costo de proceso en planta piloto en la producción de harina de san gre obtenida de sangre bovina, se cada en secador de rodos.	94
- Cuadro 17 - Costo de proceso en planta piloto en la producción de harina de san gre obtenida de sangre bovina, se cada en secador de bandejas.	95

GLOSARIO

Albúmina	Grupo de proteínas simples que son solubles en agua pura y cuyas soluciones se coagulan con el calor.
Aminoácidos	Compuestos que contienen un grupo amino (NH_2) y un grupo carboxilo (COOH) en la misma molécula.
Aséptico, asepcia	Eliminación de bacterias putrificadoras del campo de operación mediante el empleo de equipo esterilizado y creando un ambiente liberado de organismos en el mayor grado posible.
Aturdimiento, insensibilización	Procedimiento por el cual se vuelve insensible el animal antes de matarlo. En el caso de los animales menores se efectúa aplicando un voltaje a la cabeza (generalmente 90v) y en el ganado vacuno con una pistola de punzón cautivo. Es un primer paso para la matanza humanitaria.
Centrifugación	Proceso por el cual se acelera la sedimentación de los materiales en suspensión en un líquido.
Dsecación	extracción de humedad.

Desfibrinado	Destrucción o separación de la fibrina de la sangre.
Fibrina	Producto que resulta de la coagulación de una sustancia albuminoidea que se halla disuelta en la sangre.
Heme	Es el grupo prostético, contiene hierro en <u>es</u> tado ferroso y se puede unir en combinación débil con oxígeno para formar oxihemoglobina. Sin este oxígeno débilmente enlazado es hemoglobina reducida.
Hemoglobina	Pigmento de color rojo de la sangre. Está contenido en los hematíes o glóbulos rojos.
Liofilización	Evaporación en vacío hasta la desecación para la conservación o almacenamiento de soluciones termolábiles, que se mantienen congeladas durante todo el proceso.
Lisis	Agitación mecánica o adición de agua a la <u>san</u> gre que rompe los glóbulos rojos y, de esa forma, libera la hemoglobina. La hemoglobina se disuelve en el plasma líquido y se obtiene un plasma o suero teñido de rojo. Se llama también hemólisis.

Lábil a
contaminación

Susceptible a la contaminación bacteriana, u
otros microorganismos.

INTRODUCCION

Guatemala y Centro América en general sufren de anemias nutricionales (1,2,3) su causa más común es la carencia de hierro (4) La cual repercute en el desarrollo socioeconómico del área, puesto que limita la capacidad de trabajo de los individuos.

Según estudios realizados por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) el veinte por ciento de la población centroamericana tiene anemia por deficiencia de hierro y las causas más importantes son la baja ingesta de hierro y la pobre absorción de hierro. Es por ello que se plantea como solución, el aprovechamiento de la sangre bovina como una posible fuente de hierro para el consumo humano, ya que en nuestro medio es un producto actualmente subutilizado.

El presente estudio se realizó con el propósito de encontrar un proceso tecnológico adecuado para la producción de harina de sangre bovina. El primer estudio se realizó con sangre natural (coagulada) y luego se trabajó con anticoagulante (sangre anticoagulada) y se tomó como patrón la harina de sangre liofilizada, como podrá verse más detallado en el presente estudio.

ANTECEDENTES

SANGRE

GENERALIDADES DE LA SANGRE.

La sangre es un líquido de color rojo opaco de consistencia viscosa, que se coagula al extraerla si no se le añade anticoagulante, esta contiene glóbulos rojos y blancos suspendidos en un líquido claro y amarillento llamado Plasma, el cual es una solución de proteínas, las más importantes son; las albúminas y globulinas (1',5) también es el vehículo que transporta el azúcar de la sangre y de las grasas desde los tejidos o hacia ellos.

Los glóbulos rojos son los encargados del transporte del oxígeno y de la eliminación de dióxido de carbono, estos son formados en la médula ósea y para ello se necesita cierta cantidad de nutrientes, especialmente el hierro (1') y proteínas que son las que tienen en mayor proporción. Además, la sangre contiene muchas sustancias en solución o en forma de coloides (1',2',6).

MATADEROS.

Los mataderos son los sitios en donde se matan a los animales para aprovechar la carne como alimento humano (2') Estos establecimientos deberán situarse en zonas libres de malos olores, polvo u otros contaminantes (7) para que el proceso de matanza e inspección de la misma nos proporcione

una carne adecuada para el consumo humano.

Las operaciones fundamentales que se deben realizar en los mataderos con relación al proceso de matanza son:

A) Inspección ante - mortem.

El objeto de este examen consiste en el reconocimiento sanitario de los animales antes del sacrificio. Los animales no deben padecer ninguna enfermedad, infección, ni cansancio, etc. deben estar razonablemente limpios y ser transportados a la matanza protegidos contra cualquier accidente y en un medio de transporte limpio y en condiciones higiénicas (8)

B) Matanza o aturdimiento.

Para la matanza de los animales se debe adoptar procedimientos adecuados para producir la muerte del modo más rápido posible. En la mayoría de países desarrollados utilizan métodos de aturdimiento o insensibilización para que el animal no sufra (2',8) y facilite la manipulación de los animales en los mataderos.

C) Sangría.

El desangrado de los animales, después de insensibilizados deberá ser lo más completo posible, normalmente, se deja a los animales desangrarse en una posición colgante, aunque un desangrado adecuado es igualmente posible en otras posiciones.

Desde el punto sanitario - higiénico, como en el aspecto comercial de las carnes, la sangría es extremadamente importante puesto que la ejecución correcta y racional de esta

operación se encuentran ligados, el aspecto normal de las carnes, la duración de conservación y el grado de contaminación microbiana (2',7,8)

D) Inspección sanitaria post - mortem.

En los mataderos, la inspección pos - mortem deberá efectuarse inmediatamente después de la matanza, ya que su finalidad es detectar posibles enfermedades y anomalías, de tal forma que solamente se apruebe la carne que sea apta para el consumo humano al igual que los subproductos; tales como la sangre y otros órganos (8)

PRODUCTOS INDUSTRIALES DE LA SANGRE

Entre los productos que se han trabajado a base de sangre se pueden mencionar los siguientes:

- 1) productos a base de sangre coagulada y
- 2) productos a base de sangre con anticoagulante (líquida)

1) PRODUCTOS A BASE DE SANGRE COAGULADA.

A) Primero que nada, se ha elaborado harina de sangre coagulada, este es un producto seco y granulado de color pardo oscuro y con un contenido de agua de 5 a 8 por ciento, obtenida por desecación de la sangre entera (2')

Para la elaboración de esta sangre (harina de sangre) se realizaron diferentes procesos (3',4',5',6',9) uno de los cuales se puede utilizar en áreas rurales (mataderos rurales) en donde no se dispone de grandes cantidades de san-

gre; la producción de la harina de sangre coagulada es la si guiente:

TRATAMIENTO TERMICO DE LA SANGRE COAGULADA.

1. Se calienta la sangre, revolviéndola, constantemente, hasta que se forme una masa negra (coágulo) y teniendo cui dado de evitar que se queme o chamusque, la sangre debe de hervir de 15 a 20 minutos para destruir cualquier germen pa tógeno y realizarse así la coagulación.
2. Se le puede añadir una porción de 0.5 a 1 por ciento de cal a la sangre entera, mezclando bién durante la coccción ya que si no se le agrega cal su tiempo de vida es muy corto.
3. Una vez cocida la sangre, es necesario prensar el coagu lo de la manera más sencilla (2',9) para extraerle el agua, con el fin de reducir el costo y el tiempo de desecación.

SECADO.

Para este tipo de materiales (sangre coagulada) se pueden emplear dos procesos de secado;

1. Secado de la sangre cocida al sol, para ello se desmenu zan los grumos cocidos y se distribuye uniformemente sobre un pavimento de cemento al aire libre, si es posible de co lor negro.
2. El secado de la sangre cocida también se puede realizar utilizando hornos de circulación forzada de aire caliente a temperatura constante no superior a 60°C, entre estos hornos se encuentran:
 - a) Secador de armario

- b) Secador de túnel y
- c) Secador de tambor rotatorio.

Los tres tipos de secadores se describen, detalladamente, en la referencia (9)

ENFRIAMIENTO.

La sangre secada al sol puede ser molida inmediatamente pero la que se ha secado por los secadores de aire forzado, debe dejarse enfriar antes de seguir con el procesamiento.

MOLIENDA.

Se obtendrá un producto uniforme y de mejor precio si se procede a la molienda de la sangre desecada. Se puede realizar por trituración en un mortero de madera, pero no da buenos resultados, ya que una parte de la harina de sangre se solidifica bajo los golpes y se pierde mucha en forma de polvo. Si en el matadero rural se dispone de un molino de granos u otro, se puede emplear para este fin.

APLICACIONES DE LA SANGRE DESECADA.

La harina de sangre es usada como una buena fuente de proteínas para la preparación de alimentos para el ganado. La sangre desecada se emplea también como fertilizante orgánico (2',10)

B) Se puede utilizar también para la fabricación de CARBÓN DE SANGRE.

Este producto (carbón de sangre) es tomado como un carbón activo, puede absorber gases en cantidades superior a su volumen. El carbón de sangre es un carbón utilizado en las industrias farmacéuticas. En este proceso existe una diversidad de subproductos (2') que se pueden emplear como fertilizantes, gas combustible u otros.

C) La sangre coagulada se puede utilizar también como COMPUESTOS ESPUMOGENOS.

Estos son utilizados especialmente para combatir los incendios. Existen dos tipos de compuestos espumógenos que son; químicos y mecánicos (2',3',10)

D) La sangre coagulada se usa también para producción de la ALBUMINA DE SANGRE.

Es el nombre que se le da al suero de la sangre una vez desfibrinado, clarificado y desecado.

APLICACIONES DE LA ALBUMINA DE SANGRE.

Puede utilizarse para obtener un acabado proteínico más claro del cuero, soluciones para revestimiento litográfico, adhesivos, estampado de textiles, estabilizadores.

E) Se utiliza también para obtención de SUERO ESTERIL.

Este es empleado especialmente en laboratorios de biología como solución proteínica normal.

Todos los procesos para la obtención de los productos obtenidos de la sangre coagulada se pueden observar más detenidamente en el boletín de servicios agrícolas de la FAO.

2) PRODUCTOS A BASE DE SANGRE LIQUIDA.

Se entiende por sangre líquida a la sangre que se le ha adicionado anticoagulante. Existe una diversidad de ellos, entre los cuales se pueden mencionar algunos;

heparina, oxalatos, citrato sódico, EDTA (1', 2')

Hay otros métodos para impedir la coagulación de la sangre como lo son: enfriado, desfibrinado, lisis de la sangre.

A) SANGRE DESECADA POR PULVERIZACION.

Esta recibe también el nombre de albúmina oscura de sangre o sangre en polvo.

Esta sangre es utilizada en la industria como; adhesivo en la industria de madera, clarificador, emulsiones asfálticas, insecticidas y fungicidas, cerámicas, estabilizador u otras aplicaciones (2', 10)

B) ALBUMINA DE SANGRE LIQUIDA.

La albúmina obtenida con sangre líquida es similar en su composición, propiedades y usos a la de la sangre coagulada, obteniéndose un producto de mejor calidad si se procesa con cuidado.

C) PURE DE GLOBULOS ROJOS.

Este producto es empleado, principalmente, en la preparación

ción de varios productos bioquímicos derivados de la sangre. Tales como, aminoácidos (leucina, lisina, histidina, fenilanina)

HIERRO

GENERALIDADES DEL HIERRO.

El hierro es un metal que se encuentra en la naturaleza como parte del reino animal, vegetal y mineral. Se encuentra en los alimentos en forma natural de sales orgánicas como fitatos y citratos insolubles, de sales inorgánicas como cloruros y fosfatos y de complejos moleculares como son ciertas enzimas y los quelatos de la hemoglobina y mioglobina. Su absorción por el organismo debe efectuarse bajo su forma ionizada reducida, esto es como ión ferroso.

Antiguamente, se le dió diversos nombres " Metal de los Cielos " esto indica que el hierro libre era el metal que se encuentra en los meteoritos.

El hierro es uno de los componentes colorantes del pigmento hemático de la sangre y constituye también un componente de la célula (11)

Entre las propiedades físicas del hierro se encuentran:

El Número atómico	=	55.89
Peso específico	=	7.89
Punto de fusión	=	1,528°C
Punto de ebullición	=	2,730°C

1. COMPORTAMIENTO QUIMICO.

El hierro es lentamente atacado por el aire húmedo, por lo cual este se oxida (11)

Frente a los ácidos, el hierro se comporta asimismo de diferente manera, este se disuelve fácilmente en ácido clorhídrico y en ácido sulfúrico diluido con un violento desprendimiento de hidrógeno.

Su reacción con halógenos es muy violenta al igual que con el azufre. En sus compuestos el hierro aparece con número de oxidación +2, +3, +6, de los cuales los compuestos de los dos números de oxidación inferior, el hierro se encuentra como catión, en el estado de oxidación +6, en cambio, el hierro forma parte del anión. Por lo tanto, las sales se denominan de la siguiente manera:

Sales de hierro (II) sales de hierro (III) y ferratos, el cual contiene el ión, con dos cargas negativas (FeO_4)²⁻ que posee una estructura análoga a la del ión sulfuro.

Los ferratos son muy inestables ya que ceden con facilidad el oxígeno, transformándose así en compuesto de hierro (III) También las sales de hierro (II) no son muy estables, pues, se oxidan muy fácilmente, a sales de hierro (III) sólo pueden ser reducidas a sales de hierro (II) por acción de agentes reductores muy fuertes (11,12)

El hierro muestra una marcada tendencia a la formación de sales complejas, lo cual nos indica que posee una elevada solidez y una unión muy estable, por lo tanto, se mantienen sin alterar numerosas operaciones que se realizan con estos

complejos.

Al formarse un compuesto complejo, aumenta la solubilidad y también la aparición de un cambio de color (11)

2. ASPECTOS NUTRICIONALES.

Se mencionarán varios aspectos que sobresalen en el metabolismo del hierro y que son de mucha importancia para conducir a una mejor interpretación de ingesta del nutriente (hierro) ya que es la cantidad que se considera suficiente para mantener la salud de casi la totalidad de las personas (13)

COMPUESTOS DE HIERRO EN EL ORGANISMO Y SUS FUNCIONES

Los compuestos de hierro se agrupan en dos categorías: la primera es la función metabólica o enzimática, en la que el hierro actúa en la economía como parte esencial de muchas enzimas de oxidación - reducción y se encuentra, además de otras diversas proteínas de importancia biológica.

Entre las proteínas y enzimas que contienen este nutriente (hierro) se encuentran algunas; hemoglobina, mioglobina, citocromos, así como otras que funcionan en el transporte, el almacenaje y en la utilización de oxígeno, lo cual depende del estado de desarrollo, la cantidad de estos compuestos es de 25 a 55 mg de hierro sobre Kg de peso corporal, de las cuales un mayor porcentaje está en forma de hemoglobina (14,15, 16)

La segunda está asociada con los depósitos corporales o reservas de hierro, que representan de 5 a 25 mg de hierro

sobre Kg del peso corporal, están representadas por ferritina y hemosiderina, esto ocurre cuando el aporte de hierro de la dieta se toma inadecuada, entonces, se moviliza y libera hierro de la ferritina y hemosiderina para mantener así la producción de hemoglobina y de otros compuestos de hierro con funciones metabólicas conocidas (17,18)

BALANCE DE HIERRO.

Una principal y distintiva característica del metabolismo del hierro es la notable capacidad del organismo para conservar y reutilizar este mineral, después de que ha sido absorbido (19)

La cantidad del hierro corporal es normalmente mantenida dentro de límites estrechos de cada fase del crecimiento y del desarrollo en la infancia y la niñez que normalmente son las etapas en que una persona se desarrolla en mayor gama. Para ello se debe tener una buena regulación en la asimilación del hierro, la cantidad que se asimila cada día es una fracción muy pequeña del total en la dieta, pero su regulación es el medio por el cual se mantiene la homeostasis del hierro. Las personas con anemias debido a la deficiencia de hierro absorbe Fe^{59} (hierro ferroso radiactivo) en el intestino más eficientemente que los individuos normales. Existe una resistencia, un " bloqueo mucosal ", a la absorción de hierro, no relacionado con la existencia de anemia de por sí y que hay un mecanismo en la mucosa gastrointestinal al plasma.

La acción de este metal (hierro) al ser administrado en casos de anemias, como tratamiento es utilizado rápidamente para la producción de hemoglobina y glóbulos rojos; el ión ferroso se incorpora a la protoporfirina, formando hierro, el cual se combina con la proteína globina para formar hemoglobina, que es el pigmento respiratorio de los glóbulos rojos en la sangre (19,20)

Es muy interesante notar la economía con que el organismo maneja sus reservas del hierro. El que es absorbido a través de la pared intestinal para el plasma de la sangre y ésta lleva una parte al tuétano de los huesos, pues allí es donde se forman los eritrocitos, otra parte es transportada al hígado y al bazo para ser almacenada con el hierro que los órganos nombrados rescatan de los glóbulos rojos que terminan su carrera (19,20) La proteína que se aísla inicialmente en el bazo es la llamada Ferritina y la que se acumula en el hígado es la Hemosiderina, que es una forma coloidal de óxido de hierro.

La excreción del hierro se lleva a cabo primordialmente a través de la descamación de las células de la mucosa intestinal. La cantidad de hierro que se pierde de esta manera es relativamente fija y se cree que su factor de variación no es mayor de cuatro en respuesta a deficiencia o sobre carga de hierro (21)

El grado de absorción de hierro puede variar en función de la abundancia de los depósitos de hierro del organismo, de la forma y cantidad del hierro en los alimentos y de la

combinación de los alimentos contenidos en la dieta.

ABSORCION DEL HIERRO.

La absorción del hierro está regulada, principalmente, por la cantidad total de hierro que existe en el organismo. Así, los individuos con suficiente cantidad de hierro absorben menos que los que tienen deficiencia de este mineral, el hierro para ser absorbido debe ser transformado a la forma ferrosa.

Este ocurre por acción del jugo gástrico, el cual contiene ácido clorhídrico, también hay otros factores que favorecen esta transformación del hierro a la forma ferrosa, tales como el ácido ascórbico o vitamina "C". Algunos factores pueden reducir la absorción del hierro, especialmente aquellas sustancias que forman compuestos insolubles con el hierro, impidiendo así su absorción, entre estos se encuentran; los fitatos y oxalatos, también la falta de ácido clorhídrico reduce dicha absorción (20,22)

Tres son los factores que determinan la cantidad de hierro absorbido a partir de los alimentos; el comportamiento de la mucosa intestinal, la cantidad de hierro ingerido y su biodisponibilidad.

A) COMPORTAMIENTO DE LA MUCOSA.

No todo el hierro presente en el lumen intestinal penetra necesariamente en las células de la mucosa. Su comportamiento está en relación con el contenido, de modo que la porción absorbida se eleva a medida que baja el contenido de hierro del cuerpo (24,25,29)

En los varones, este mecanismo homeostático se traduce en el decrecimiento de la tasa de acumulación del hierro corporal al alcanzar la edad adulta cuando cesan las necesidades para el crecimiento.

En las personas con deficiencia de hierro, la mucosa intestinal está programada para absorber grandes cantidades de este mineral, pero esto solamente se logra al administrarse sales de hierro soluble, dado que la biodisponibilidad de gran parte del hierro contenido en la dieta usual de Guatemala impide alcanzar altos porcentajes de absorción.

B) CONTENIDO DE HIERRO.

Para la determinación de hierro contenido en los alimentos pueden consultarse la tabla de composición existentes (26,27,28) y Cuadro 1' de anexos, aunque siempre existen variaciones, respecto del medio en que se desarrollen, el cuidado con que se manipulen y, en general, los análisis químicos realizados.

El hierro existe en los alimentos en una variedad de formas, orgánicas e inorgánicas de las cuales algunos son mejor absorbidos que otros.

Generalmente, el hierro de los alimentos existe en la forma de complejos no hemínicos de hierro inorgánico férrico, con más pequeñas cantidades presentes en las proteínas hemínicas, tales como la Hemoglobina y la Mioglobina, las cuales están presentes en la carne. Los complejos de hierro inorgánico férrico (III) en los alimentos son destruidos a la

forma más rápidamente absorbible de hierro ferroso (II)

La absorción de hierro no hemínico puede ser inhibida por un sinnúmero de constituyentes y puede ser fácil su absorción con agentes reductores (20,29) ya que facilitan la conversión de hierro férrico a hierro ferroso.

La absorción de hierro inorgánico también se ve disminuida por la presencia de fibra alimentaria y de ciertos compuestos que ligan a los metales.

La menor porción de hierro dietético presente en la forma hemínica sigue un curso diferente del hierro no hemínico. El grupo heme es liberado de la porción globina de la hemoglobina y de la mioglobina en el lumen intestinal ya que la hemoglobina es una proteína conjugada (heme + globina) y el heme está formado por hierro en estado ferroso, por lo tanto, el heme es asimilado intacto por la mucosa intestinal donde una enzima específica que cataboliza la molécula del heme libera al hierro en forma iónica. Los constituyentes de la dieta que disminuyen la absorción del hierro no hemínico parecen tener un efecto significativamente menor sobre el hierro hemínico; por ello, un porcentaje mayor del hierro hemínico de la dieta, logra ser asimilado (30,31)

La absorción del hierro proveniente de alimentos o de sales de hierro no se modifica significativamente cuando su contenido de hierro oscila entre 1 a 4 mg, en cambio sí se observan diferencias más amplias, cuando son mayores de 10 mg. Esa diferencia se observa por igual con el hierro hemínico y no hemínico. Sin embargo, en la ferritina y la hemosiderina

sí se observan cambios de absorción muy variados, pareciera que la barrera de la mucosa intestinal no discrimina el hierro liberado de esos dos compuestos, de igual precisión que lo hace con los otros compuestos de hierro.

C) BIODISPONIBILIDAD DEL HIERRO.

Se debe notar la diferencia existente entre la biodisponibilidad del hierro hemínico; fácil de absorber, sea cual sea la composición de la dieta y el hierro no hemínico; es de baja biodisponibilidad, por ser afectada substancialmente por otros componentes de la dieta (20,22)

Los primeros datos sobre la biodisponibilidad relativa al hierro presente en diferentes alimentos se obtuvieron a partir de alimentos marcados intrínsecamente con el hierro radioactivo. La de mayor diferencia observada entre las bajas biodisponibilidades del hierro fueron; en el arroz, el maíz y el trigo (absorción: 1 - 7 %) y la de mejor absorción del hierro de carnes y pescado (absorción: 12 - 20 %) esto puede observarse mejor en referencias bibliográficas (32,33)

La absorción del hierro de un alimento depende de la cantidad de inhibidores y facilitadores de su absorción.

En los alimentos básicos de las dietas de nuestro país y Centro América en general que ingieren, principalmente, los estratos de condiciones socioeconómicas baja se encuentran; el maíz, frijoles negros y arroz ya que predominan los inhibidores de la absorción, como los tanatos y los fitatos,

mientras que los agentes reductores no están presentes (32)
Y si un alimento de origen vegetal se administra con té, la absorción de una sal de hierro puede descender la tercera parte de los alimentos vegetales, mientras que el café la reduce en un 40 % (34,35) por su alto contenido de tanatos.

En las carnes, la absorción del hierro se da en hierro hemínico y hierro no hemínico, los cuales están representa - das, primordialmente, por la ferritina y hemosiderina.

El hierro hemínico integrado dentro de los alimentos de origen animal se absorbe bastante bien en sujetos normales se absorbe de 18 a 20 %, mientras que en los sujetos deficientes absorben de 30 a 40 % ya que las proteínas favorecen su absorción e impiden que se polimerice en el tracto digestivo (36,37)

Se ha demostrado que al comer carnes en la dieta, ayuda a la absorción de hierro en los vegetales (38)

3. INTERACCION DEL HIERRO CON OTROS NUTRIENTES.

El hierro es un mineral que necesita de otros nutrientes para mayor biodisponibilidad en el organismo humano, por lo tanto se ha comprobdo que el hierro debe ir acompañado de vestigios de cobre (Cu), (39,40) pues, este elemento resulta también necesario para la formación de hemoglobina, el cual es un pigmento respiratorio que está compuesto de proteína, globina y el grupo heme, que es el que contiene el hierro. Su función es transportar el oxígeno de los pulmones a los tejidos. Cuando no hay suficiente hierro la cantidad de hemoglobina del organismo se reduce y los tejidos no reciben

una cantidad adecuada de oxígeno. La hemoglobina también ayuda a transportar el anhídrido carbónico, desde los tejidos hasta los pulmones por donde es espirado al exterior.

También la vitamina "A" desempeña un papel muy importante ya que conduce a una elevación de hierro sérico, haciendo, así, este mineral más disponible para la síntesis de la hemoglobina, en el caso en que exista déficit de esta vitamina, el hierro se acumula en los tejidos de depósito, de donde es directa o indirectamente movilizado por la acción de la vitamina "A", haciéndola así disponible para su utilización.

Sólo el hecho de aumentar la disponibilidad dietética de vitamina "A" sin modificar la ingesta de hierro, tiene un efecto nutricional positivo en el metabolismo y en la utilización de este importante mineral, pues, cuando mejora el estado nutricional de la vitamina "A", el hierro almacenado se moviliza; ambas son indispensables para un mejor comportamiento metabólico en el ser humano (41)

Existe otra vitamina que actúa como agente reductora en la absorción del hierro, ésta es la vitamina "C" que contribuye a una mejor absorción de este mineral como fué mencionado anteriormente (19)

Entre una gama muy amplia se encuentran las proteínas, las cuales constituyen los principales constituyentes nitrogenados de todos los tejidos, animales o vegetales, en donde, frecuentemente, participa el hierro .

4. ASPECTOS TOXICOLÓGICOS.

Primordialmente, los metales pesados fueron utilizados con gran profusión en la medicina. En la actualidad su significación terapéutica ha disminuido en forma considerada, con algunas excepciones, de las cuales se encuentra el hierro, sin embargo tiene importancia como tóxicos que provocan lesiones características del organismo. Toxicológicamente tiene importancia su tendencia a formar complejos con las proteínas, las cuales a su vez reaccionan especialmente con los grupos sulfhídricos, por lo cual los compuestos como el hierro puede inhibir a los fermentos, incluso a concentraciones bajas.

Las acciones tóxicas generales de este mineral pesado se observan, ante todo, en los capilares. La parálisis capilar da lugar a trastornos del tubo digestivo (cólicos y diarrea)

El exceso de ingesta de hierro ha sido inculcado de producir Hemocromatosis aunque, probablemente, se da en poblaciones que no tengan el efecto genético de éste, porque, el organismo limita la absorción del hierro al llegar éste a niveles normales (4,42)

SECADO

GENERALIDADES DEL SECADO.

El secado de un producto consiste en extraerle parte del agua que este contiene, cuando ya ha alcanzado su maduración fisiológica, hasta que sólo contenga humedad que permita almacenarlo durante un período largo en condiciones ambientales ordinarias y sin que sus propiedades organolépticas y nutricionales se pierdan.

METODOS USADOS.

La clasificación de los métodos usados para el secado de productos alimenticios es la siguiente:

A) Secado con aire caliente.

Este consiste en suministrarle calor al producto, básicamente, por convección. Existen tres variantes:

- 1) secado solar tradicional o secado natural,
- 2) secado artificial y
- 3) secado solar modificado.

B) Secado por contacto directo con una superficie caliente.

Al producto se le suministra calor por conducción, a través de una placa caliente.

C) Secado por congelación.

El agua contenida en el alimento se congela y luego se sublima lo que, normalmente, se logra mediante la aplicación de calor en condiciones de muy baja presión.

D) Secado por energía radiante.

Se aplica energía procedente de una fuente de microondas o dieléctrica.

E) Secado por ósmosis.

Se aprovecha el efecto de la diferencia de concentración entre el agua del producto y una solución concentrada (10)

VENTAJAS DEL SECADO.

Las principales ventajas del secado, comparado con otras técnicas de preservación (refrigeración, irradiación, tratamientos químicos, enlatado) son: el costo bajo y lo práctico.

El secado economiza el manejo de los productos, al comparar con los productos frescos por las siguientes causas: se disminuye el peso que hay que transportar por unidad de potencia alimenticia, se reduce el espacio necesario para el almacenamiento y se puede almacenar el producto durante un período más largo.

HIPOTESIS

Es posible producir harina de sangre bovina con no menos de 150 mg por ciento de hierro de buena calidad sanitaria, apta para el consumo humano.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar el proceso tecnológico que permita la elaboración de harina de sangre bovina con relativo bajo costo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Evaluación de procesos apropiados de secado, de relativo bajo costo usando, tanto, sangre coagulada como con anticoagulante.

Determinar cual de las harinas de sangre producidas con las posibilidades de secado evaluadas, presenta el mayor contenido de hierro.

Determinar la calidad microbiológica de la materia prima y del producto obtenido (harina de sangre) así como los cambios en la calidad sanitaria y sus causas durante los procesos evaluados.

Hacer comparación del color de las harinas obtenidas a través de los procesos evaluados con el producto patrón (harina de sangre liofilizada) usando el tintómetro Lovibond.

JUSTIFICACION

Los esfuerzos realizados en Guatemala por superar los niveles de subalimentación y desnutrición han sido mínimos, al compararlos con la complejidad que presenta el problema alimenticio, el cual contribuye a que el individuo no presente una buena salud, siendo ésta uno de los factores básicos que rige su vida y la de los pueblos en general.

Por lo tanto, una justificación clara del presente estudio, es el desarrollo de nuevas fuentes de hierro como lo es la harina de sangre bovina, para la fortificación de alimentos para el consumo humano que contribuya a suplir las deficiencias alimentarias de hierro y proteína de la población, a la vez que aumente la disponibilidad de estos nutrientes en forma económica para la población de escasos recursos. Por otro lado, el presente estudio trata de dar una salida económicamente viable, rápida y adecuada a este subproducto como lo es la sangre bovina, que contiene hierro altamente biodisponible, proteínas y otros minerales (2',26,27) además de ser un producto actualmente subutilizado. Es de lamentar que en nuestro país (poco desarrollado) se aplique un criterio rutinario a la matanza de animales, lo cual hace que se malgaste y pierda toda una serie de subproductos valiosos (como lo es la sangre) Esta sangre bovina es un subproducto de la industria de la carne que se destaca por su alta biodisponibilidad de hierro.

MATERIALES Y METODOS

1. MATERIALES

1.1 SANGRE BOVINA.

Para la realización de este estudio se utilizó como materia prima la sangre bovina que fué proporcionada por el matadero de EXGUAPAGRA (nombre comercial, IGGSA - Industria ganadera guatemalteca sociedad anónima)

1.2 EQUIPO

1.2.1-LICUADORA.

Para homogenizar la sangre bovina se utilizó una licuadora con motor de 50 - 60 Hz y 115v. La operación se efectuó a velocidad máxima de 5 RPM por, aproximadamente, 5 minutos.

1.2.2-SECADOR DE RODOS.

Se utilizó un secador de rodos de doble tambor (Figura 1) el secador posee un motor de 1/4 Hp, su área de secado es de 0.0945 m^2 por rodo (0.235 m de largo y 0.064 m de radio)

1.2.3-SECADOR DE BANDEJAS.

También se utilizó un secador de bandejas en el que circula una corriente de aire forzada por medio de un ventilador de 120v y 120Hz, el aire forzado se calienta previamente mediante resistencias eléctricas. El secador de bandejas posee un ventilador equipado con un motor eléctrico de 240v y 120Hz. Las bandejas utilizadas poseen un área de 0.0744 m^2 .

1.2.4-MOLINO.

Se utilizó un molino de laboratorio marca Cyclotec con el fin de trabajar más estéril y satisfacer las exigencias requeridas para asegurar los resultados analíticos.

El molino Cyclotec posee una capacidad de, aproximadamente, de 4 gr de sangre seca/seg, el tamaño de orificio en la criba es de 0.5 mm.

El molino Cyclotec posee un motor de 100 - 120v, 60Hz y la energía que consume es de 600W.

2. METODOS

Para cumplir con los objetivos planteados, el trabajo se desarrolló en nueve etapas, cada una de ellas con su respectiva metodología.

2.1 ETAPA I

2.1.1-OBTENCION DE LA MATERIA PRIMA.

Se tomaron muestras semanales de sangre en el matadero (10 litros aproximadamente) La sangre se obtuvo directamente por punción yugular, colocándose en recipientes de vidrio, previamente esterilizados. Estas muestras se mantuvieron en hieleras de duroport durante su recolección y transporte.

2.2 ETAPA II

2.2.1-ANALISIS CLINICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LA SANGRE OBTENIDA EN EL MATADERO.

A esta sangre se le calculó su contenido de hierro por medio de determinaciones de hemoglobina (gr de hemoglobina/dl de sangre) y su porcentaje de hematocrito. Para estas

determinaciones se utilizaron los métodos descritos por Bray y Carrera (1') La sangre también fué sometida a una evaluación microbiológica por los métodos descritos por la FAO (7')

2.3 ETAPA III

2.3.1-PROCESOS DE OBTENCION DE HARINA DE SANGRE COAGULADA.

La harina de sangre se obtuvo por medio del proceso presentado en el Diagrama de Flujo 1. Este proceso ha sido reportado en otros estudios (3',4',5',6') Se trabajó lo más asépticamente posible para evitar toda clase de contaminación.

En este trabajo se tomó como patrón la harina de sangre coagulada secada en la liofilizadora a una temperatura de platos de 75°C . El secado de la sangre coagulada se realizó por medio de dos procesos.

- A) Por medio del secador de rodos, a las temperaturas de 120,130 y 140°C y a una velocidad de giro de 6 RPM, para obtener un producto seco con adecuadas características funcionales.
- B) Se utilizó un secador de bandejas equipado con aire forzado calentado a las temperaturas de 40,60 y 80°C .

2.4 ETAPA IV

2.4.1-ANALISIS QUIMICOS, FISICOS Y MICROBIOLOGICOS DE LA HARINA DE SANGRE COAGULADA.

Al tener las muestras de harina de sangre coagulada obtenidas por las posibilidades de proceso citados se procedió a los siguientes análisis:

- A) QUIMICOS: contenido de humedad,
contenido de cenizas y
contenido de hierro total.
- B) FISICOS: se analizó y definió el color de la harina
de sangre coagulada por medio del tintómetro
Lovibond.
- C) EVALUACION MICROBIOLOGICA: la harina de sangre coagula-
da se evaluó microbiológicamente por las pruebas
de : recuento en placas de bacterias ae-
róbicas, coliformes totales, coliformes feca-
les, staphilococos, salmonella, shigella, le-
vaduras y hongos.

Los análisis citados se realizaron según los métodos oficia-
les de la AOAC (8') y de Ramsay (9') Las pruebas microbiológicas
se realizaron según FAO (7')

2.5 ETAPA V

2.5.1-ESTUDIOS DEL ANTICOAGULANTE.

Se realizaron varias pruebas con varios tipos de anticoagulantes. El que mejor resultados dió fué el etilendiamino -
tetra-acético (EDTA) pués este actúa por quelación del ión
calcio, necesario para la coagulación. La proporción del
EDTA utilizada fué de 2 gr/lt de sangre (2')

2.6 ETAPA VI

2.6.1-PROCESOS DE OBTENCION DE HARINA DE SANGRE CON ANTICOA - GULANTE.

La harina de sangre con anticoagulante, se obtuvo usando
el proceso presentado en el Diagrama de Flujo 2. Se trabajó

lo más asépticamente posible para evitar toda clase de contaminación.

Este proceso se trabajó de igual forma que la ETAPA III, sólo que el patrón que se tomó en esta etapa fué la harina de sangre con anticoagulante, secada por liofilización.

2.7 ETAPA VII

2.7.1-ANALISIS QUIMICOS, FISICOS Y MICROBIOLOGICOS DE LA HARINA DE SANGRE CON ANTICOAGULANTE.

En esta etapa se procedió de igual forma que en la ETAPA IV, efectuándose los mismos análisis y evaluaciones.

2.8 ETAPA VIII

2.8.1-DETERMINACION DE PARAMETROS OPTIMOS.

El procedimiento para la determinación de los parámetros óptimos del proceso se basó en métodos estadísticos, los cuales se hicieron por medio de análisis de varianza (ANOVA) y por la prueba de Tukey y prueba de comparación t student, estas evaluaciones se efectuaron según Sibrián (10')

Todas las muestras fueron trabajadas con cuatro réplicas para obtener un promedio aritmético.

2.9 ETAPA IX

2.9.1-ANALISIS DE COSTOS DE LA OBTENCION DE LA HARINA DE SANGRE.

Se realizó un análisis de costos de procesamiento del producto en cuanto a consumo de energía a nivel de PLANTA PILOTO.

RESULTADOS

1. MATERIA PRIMA.

Las muestras de sangre tomadas en el matadero de EXGUAPAGRA fueron sometidas a pruebas microbiológicas y clínicas. Los cultivos de la materia prima (sangre bovina) se obtuvo estéril. Estos resultados se consiguieron tanto con la dilución 1:10 como la dilución 1:10,000.

El análisis clínico a la sangre reportó, en la materia prima usada para la harina de sangre coagulada, un rango de 32.5 a 45 % de hematocrito y un rango de 10.8 a 15.1 gr/dl de hemoglobina. La sangre usada para preparar la harina de sangre con anticoagulante mostró un rango de porcentaje hematocrito de 40.5 a 46 % y un rango de hemoglobina de 13.4 a 15.5 gr/dl.

1.1 PROPIEDADES QUIMICAS.

En los Cuadros 1 y 2 se muestran los resultados de humedad y cenizas, expresados en porcentaje; como se puede observar, la humedad de la harina de sangre tiende a disminuir al aumentar la temperatura aplicada, cuando se seca la sangre en el secador de bandejas, mientras que cuando se seca en el secador de rodos, no se observa esa tendencia. Los cambios observados ocurren usando sangre coagulada como anticoagulada.

En lo que respecta al porcentaje de cenizas, en ningún caso se observan cambios debido a la temperatura de secado.

Comparando los resultados de cenizas con los citados en

la literatura (2') el contenido de los materiales trabajados es menor, esto se puede deber a que se trabajó con diferente raza y tipo de animales, producidos con diferente régimen alimenticio y en diferente ambiente que los usados en los estudios citados (2')

Además, se presentan los resultados de contenido de hierro total (mg de hierro/100 gr de harina de sangre) y el rendimiento de harina de sangre (gr de harina de sangre/litro de sangre) en los Cuadros 3 y 4. Como puede observarse, en el secado de bandejas se obtuvo mayor contenido de hierro al usar una temperatura de aire de 60°C y en el secado de rodos al usar una temperatura de superficie de 140°C .

Esto fué observado en ambos tratamientos (usando sangre coagulada y anticoagulada)

En la harina de sangre secada en bandejas, el mayor rendimiento se obtuvo también a la temperatura de 60°C , mientras que en la harina de sangre coagulada secada en rodos presentó mayor rendimiento a la temperatura de 130°C y en la sangre con anticoagulante al usar 140°C como la temperatura de superficie de rodos.

1.2 PROPIEDADES FISICAS.

En el Cuadro 5 y 6 se presentan las características de color de los distintos tipos obtenidos de harina de sangre. Puede verse que en la harina de sangre secada en el secador de bandejas se obtiene una coloración roja con un pequeño exceso de naranja, lo cual le brinda buenas características de color para su aceptación, también se puede observar que se

acerca bastante a los valores del patrón utilizado.

Mientras que la harina de sangre obtenida por medio del secador de rodos, posee una coloración roja con un pequeño exceso de violeta. Estas harinas de sangre no se asemejan para nada al color del patrón empleado para comparación en el tintómetro Lovibond. Estos resultados son independientes del nivel de humedad de las harinas de sangre.

1.3 EVALUACION MICROBIOLOGICA.

Los resultados obtenidos en la evaluación de contaminación microbiana de las diferentes harinas de sangre, se presentan en los Cuadros 7 y 8. Como era de esperarse, por ser la sangre lábil a la contaminación bacteriana; por más asépticamente que se halla trabajado se detectó presencia de microorganismos.

En las pruebas realizadas, sin embargo, no se encontró presencia de coliformes fecales. Para comprobar la ausencia de este tipo de microorganismos se realizó la prueba de INDOL (7')

También, no se encontró presencia de salmonella, shigella, levaduras y hongos. Todas las muestras fueron trabajadas en cuatro réplicas, y en todas las réplicas se obtuvieron los mismos resultados negativos. Esto es de esperarse ya que se trabajó lo más asépticamente posible para este tipo de materiales. También, se podría decir que se obtuvieron estos resultados negativos porque las harinas de sangre fueron obtenidas usando temperaturas de secado relativamente altas, lo cual pudo ser un factor importante para la disminu

ción y/o eliminación de microorganismos, contaminantes.

2. SECADO.

Para la realización de las gráficas de secado, se trabajó sólomente con el secador de bandejas a las temperaturas de 40, 60 y 80 °C. Estas gráficas se obtuvieron para los dos tratamientos estudiados (sangre coagulada y anticoagulada) Las humedades relativas a las que se trabajó fueron: 26.5 % a 40°C, 23.88 % a 60°C y 18.5 % a 80°C. Como puede observarse, el tiempo de secado disminuye conforme se aumenta la temperatura (Gráfico 1)

En los Gráficos 2 a 7 se presentan las curvas de velocidad de secado para las diversas condiciones evaluadas. En ellas se pueden observar las etapas de secado.

También, se puede observar que la curva que presentó el coeficiente de correlación más alto en todas las etapas ($r = + 0.96$) fué la de sangre con anticoagulante secada a 60°C (Gráfico 5)

La carga total que se utilizó en las corridas citadas fué de 0.830 Kg de sangre en el área total de la bandeja utilizada en el secador (0.0744 m²)

3. ANALISIS DE COSTOS.

3.1 DESCRIPCION DEL PROCESO.

El Diagrama de Flujo 1 fué empleado para el análisis de costos, ya que este es el proceso que se empleó para la elaboración de harina de sangre coagulada, el cual consta de las siguientes operaciones:
separación del coágulo, homogenización del coágulo, secado,

molienda y empaque para almacenarlo.

Para la elaboración de la harina de sangre con anticoagulante se efectuaron las siguientes operaciones: centrifugación, secado, molienda y empaque para almacenarlo.

Este proceso se observa en el Diagrama de Flujo 2.

Ambos tratamientos fueron evaluados efectuando el secado en secador de bandejas y en secador de rodos.

3.2 COSTO AL DIA DE ENERGIA ELECTRICA.

Debido al tipo de equipo empleado a nivel de Planta piloto, se estimó un consumo de energía eléctrica, los datos de este consumo pueden observarse en los Cuadros 14 y 15.

En el proceso de secado por rodos se obtuvo un total estimado de 0.23 KWH/día equivalente a Q 0.0298/día en el tratamiento de sangre coagulada y se obtuvo 0.51 KWH/día lo cual equivale a Q 0.0678/ día en el tratamiento de sangre con anticoagulante.

Para el proceso de secado en bandejas se obtuvo 24.23 KWH/día lo que equivale a Q 3.22/día en sangre coagulada y para sangre con anticoagulante se obtuvo 29.31 KWH/día equivalente a Q 3.90/día.

3.3 COSTO DEL PROCESO POR DIA EN PLANTA PILOTO.

Estos costos pueden observarse en los Cuadros 16 y 17. En el secador de rodos se empleó vapor y el costo tanto para sangre coagulada como anticoagulada da un total de Q 0.77/día, de vapor.

Ahora bien, para la harina de sangre secada en secador de rodos el costo del proceso equivale a Q 0.796/día, para el tratamiento de sangre coagulada y para la harina de sangre

con anticoagulante es de Q 0.84/día.

Mientras que la harina de sangre coagulada secada en se
cador de bandejas el costo del proceso equivale a Q 3.22/día
y para la harina de sangre con anticoagulante el costo es equiu
valente a Q 3.9/día.

DISCUSION

1. SECADO.

Se trabajó con el secador de bandejas a las temperaturas de aire entrante de 40, 60 y 80 °C usando dos tipos de tratamiento (sangre coagulada y con anticoagulante) En el Gráfico 1 se observan las curvas de secado para la sangre coagulada. En las mismas se puede observar que los tiempos de secado disminuyen conforme se aumenta la temperatura; los tiempos de secado obtenidos fueron de 28 hrs. a 40°C; 20 hrs. a 60°C y 14 hrs. a 80°C. En las curvas de secado para la sangre con anticoagulante (Gráfico 1) se puede observar que los tiempos de secado son 31 hrs. a 40°C; 24 hrs. a 60°C y 16 hrs. a 80°C.

El comportamiento de estas curvas, es similar a la curva de secado típica, que se observa en la literatura. En estas curvas (Gráfico 1) se puede distinguir la etapa de secado a velocidad constante en la cual se obtuvo un coeficiente de correlación de - 0.9, el cual nos indica que el comportamiento de la etapa de secado a velocidad constante se aproxima a una línea recta. La curva que presentó la etapa de secado constante más corta fué la de la sangre secada a 80°C, lo cual es lógico puesto que corresponde a la temperatura más alta y, además, fué en la que se obtuvo el tiempo de secado más corto.

Las curvas de velocidad de secado se presentan en los Gráficos 2 al 7. Para facilitar la descripción en todas las

curvas de secado se consideró como punto de referencia el tiempo necesario para que el producto alcance un contenido de humedad de 0.2 gr de agua/gr de materia seca. Este valor corresponde al punto donde las curvas se vuelven asintóticas respecto del tiempo, iniciándose un tercer período de velocidad decayente, caracterizado por la extremada lentitud en la pérdida de humedad. Este comportamiento lo presentan más claramente las curvas de velocidad de secado obtenidas a 40°C usando tanto sangre coagulada como anticoagulada, (Gráficos 2 y 3)

Las seis curvas de velocidad de secado presentaron una corta etapa de secado a velocidad constante durante la cual se evapora, uniformemente, la humedad superficial de la sangre; presentaron también una segunda etapa de secado de velocidad decayente (Gráficos 2 a 7) etapa en que la eliminación de cada unidad de humedad tomó más tiempo.

Las curvas obtenidas (Gráficos 2 a 7) presentaron las mismas características de las curvas de velocidad de secado, generalmente, reportadas en la literatura (10)

El coeficiente de correlación de la curva de velocidad de secado, de la sangre coagulada secada a las temperaturas de 40, 60 y 80°C, en la etapa de velocidad decayente se alejan de ser una recta. La que más se aleja es la obtenida a 40°C, luego, le sigue la de 60°C y, por último, la de 80°C, esto se observa mejor en las gráficas 2, 4 y 6.

Mientras que en la misma etapa del proceso, las curvas de velocidad de secado, obtenidas con sangre con anticoagu -

lante, sí se aproxima más a una recta como puede observarse en los Gráficos 3,5 y 7.

2. CARACTERISTICAS QUIMICAS, FISICAS Y MICROBIOLOGICAS DE LAS HARINAS DE SANGRE OBTENIDAS.

2.1 CARACTERIZACION QUIMICA.

En los Cuadros 1 y 2 se muestran los porcentajes de humedad y cenizas de las diferentes harinas preparadas. Los valores de humedad comparados con la literatura (3',8,9) presentan variaciones, esto se debe a los diferentes procesos de secado evaluados (por rodos y bandejas) a las temperaturas de secado y a los diferentes tratamientos de procesamiento (sangre coagulada y con anticoagulante)

Según el análisis de varianza (ANOVA) por medio de pruebas Tukey (Cuadros 9 y 11) el contenido de humedad de la harina de sangre secada en secador de bandejas y el de la secada en rodos no presentaron diferencias significativas respecto de los tratamientos (sangre coagulada y con anti - coagulante) mientras que sí se observó diferencia significativa ($P < 0.01$) respecto de las temperaturas.

El Cuadro 13 nos muestra los intervalos de confianza por medio de t student (t) para la comparación hipotética del comportamiento de la harina de sangre patrón (sangre liofi-lizada) con la obtenida en cada tratamiento, como se aprecia, en el porcentaje de humedad si existe diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.01$) al comparar los resultados de harina de sangre coagulada y con anticoagulante, con sus respectivos patrones (liofilizado de sangre coagulada y

con anticoagulante) Esta diferencia se da tanto en las harinas secadas en secador de bandejas como en el secador de rodos.

Al comparar el contenido de cenizas encontrado para las diferentes muestras con aquel reportado en la literatura (2') se observa una gran variación, esto se puede deber a los diferentes tipos o razas de animales con que se trabajaron los diferentes regímenes alimentarios, el diferente ambiente, etc..

En los Cuadros 9 y 11 observamos que, según la prueba estadística de Tukey, el contenido de cenizas de la harina de sangre secada en secador de bandejas no es afectado significativamente por la temperatura, mientras que en la sangre secada en el secador de rodos sí existe diferencia significativa ($P < 0.01$) debido a las temperaturas. El Cuadro 13 nos muestra también las comparaciones hipotéticas obtenidas por la prueba de t respecto de la sangre patrón. Esta nos dice que sí existe diferencia significativa ($P < 0.01$) entre los tratamientos de sangre con anticoagulante tanto en secador de bandejas como en rodos, mientras que no existe diferencia significativa en el contenido de cenizas por el tratamiento de sangre coagulada secada en bandejas y la secada en rodos sí existe diferencia significativa, respecto del patrón.

La variación hipotética que existe entre las harinas obtenidas por los procesos de secado por secador de bandejas y de secado por secador de rodos, con la sangre patrón (liofilizada) se puede deber a que el patrón se obtuvo a sólo

una temperatura de platos (75°C) y para evitar los resultados hipotéticos, los patrones deberían de elaborarse o bien procesarse a las mismas temperaturas del proceso en comparación.

Los resultados de contenido de hierro (mg de Fe/100 gr de harina de sangre y rendimiento de la harina de sangre (gr de harina de sangre/ litro de sangre) se presentan en los Cuadros 3 y 4.

Como puede observarse, el contenido de hierro es mayor de 150 mg por ciento de hierro que era lo que se esperaba según literatura (2', 3' y 26) En el proceso de secado en que se obtuvo mayor contenido de hierro fué en el secador de bandejas a las temperaturas de 60°C , tanto en sangre con anticoagulante como coagulada. Esto probablemente se debió a que el contenido de hemoglobina y hematocrito de la sangre que se utilizó para este proceso de secado estaba alto por lo que se deduce que los animales que mataron en esa época de recolección de sangre estaban bien alimentados y cuidados.

También en las " muestras patrón " se obtuvieron resultados altos, esto pudo ser porque los procesos de secado se trabajaron con el mismo tipo de sangre.

Estadísticamente (Cuadros 9 y 11) la harina de sangre coagulada secada en secador de bandejas no presenta diferencia significativa debido a las temperaturas de secado, si se observa una diferencia significativa ($P < 0.01$) debido a temperaturas, encontrándose que en la harina de sangre obtenida a la temperatura de 60°C , el contenido de hierro es más

alto, en ambos tratamientos. Por medio del intervalo de confianza t (Cuadro 13) se puede observar que el comportamiento de la sangre coagulada secada en secador de bandejas es estadísticamente ($P < 0.01$) diferente al patrón (sangre coagulada liofilizada) hipotéticamente.

La sangre con anticoagulante secada en secador de ban-dejas comparada, con el patrón (sangre con anticoagulante liofilizada) también presenta diferencia significativa ($P < 0.01$)

Entre las harinas de sangre coagulada y con anticoagu-lante, secadas en secador de rodos a diferentes temperaturas no existe diferencia significativa en el contenido de hierro. Sin embargo, el tratamiento si ejerció un efecto significativo ($P < 0.01$)

Por medio de t , se observa que la harina de sangre secada en secador de rodos y su correspondiente patrón, hipotéticamente presentan diferencia significativa ($P < 0.01$)

En el rendimiento podemos observar que el contenido de harina de sangre que se obtiene por litro de sangre es va-riable, esto depende del contenido de sólidos que la sangre original posee.

Estadísticamente el proceso de secado y el tratamiento exhiben un efecto significativo ($P < 0.01$) mientras que la temperatura no afectó estadísticamente al rendimiento, Cua-dro 9.

La comparación hipotética de los procesos de secado evaluados respecto del patrón, indica que el secador de bande-jas sí presenta una diferencia significativa ($P < 0.01$)

mientras que el secador de rodos no presenta diferencia significativa.

2.2 CARACTERISTICAS FISICAS.

La caracterización de color de las harinas de sangre se puede observar en los Cuadros 5 y 6. Estos datos indican que el cambio de color fué más pronunciado en el secador por rodos, en comparación con la sangre secada en bandejas. Estos cambios significativos en el color de las harinas se deben a que las temperaturas utilizadas para secar la sangre en secador de rodos son muy elevadas.

Si se comparan las harinas de sangre coagulada y con anticoagulante, obtenidas en el secador de bandejas con el patrón, se puede observar cómo en la harina de sangre secada a 60°C y 80°C disminuye la tonalidad del rojo.

Ahora bién, si se comparan las harinas de sangre coagulada y con anticoagulante secadas en secador de rodos con el patrón correspondiente, vemos que nos brindan una coloración totalmente diferente aunque siempre predomina la coloración roja, pero, con un exceso de violeta. Estos cambios se deben, primordialmente, a las altas temperaturas de secado.

2.3 CARACTERISTICAS MICROBIOLOGICAS.

La calidad microbiológica de los productos de sangre obtenidos se puede observar en los Cuadros 7 y 8.

Como puede observarse en los diagramas de flujo de procesamiento 1 y 2, el proceso es bastante largo, lo cual contribuye a una contaminación de las harinas por medio del ambiente o bién en los equipos. Todo el equipo utilizado fué

lavado y esterilizado, previamente, para evitar la contaminación, sin embargo, en el producto de harina de sangre no se llega a evitar la contaminación por completo. Los resultados obtenidos están dentro de las especificaciones dadas por COGUANOR (Comisión guatemalteca de normas) las cuales nos dicen que el producto no deberá contener microorganismos en número mayor a las siguientes especificaciones:

Recuento total por gramo 10^5

Coliformes totales por gramo 10^4

Como puede verse en los Cuadros 7 y 8, las harinas de sangre obtenidas no exceden estos valores, por lo tanto, se colocan dentro del rango más bajo posible de recuento total para este tipo de productos.

Las muestras con mayor presencia de microorganismos fueron las secadas en el secador de bandejas a la temperatura de 40°C . Estadísticamente puede observarse (Cuadros 9 y 11) que las temperaturas y los tratamientos ejercen un efecto significativo ($P < 0.01$) sobre este parámetro. Esto nos indica que entre más se aumente la temperatura de secado, más disminuye el contenido total de microorganismos en las harinas.

También se puede deducir que la contaminación pudo darse debido al ambiente y al equipo utilizado, ya que se realizaron cultivos microbiológicos del ambiente y del equipo mostrando contaminación.

3. COSTOS.

Según el análisis de costos (Cuadro 14 a 17) al produ

cir harina de sangre, el proceso tecnológico que sale más económico es el presentado en el Diagrama de Flujo 1.

Este proceso comprende a la producción de harina de sangre coagulada secada en secador de rodos a una temperatura de 130°C superficial y una velocidad de giro de 6 RPM. Con este proceso se obtiene un costo de Q 0.796/día a nivel de Planta piloto. Se obtuvo más económico este proceso de secado por utilización de vapor (costo Q 0.77/día)

Por otra parte, la sangre coagulada en secador de bandejas a nivel de Planta piloto se obtiene a un costo de Q 3.22/día, lo cual repercute en el incremento de costo del alimento a fortificar.

Si se utilizara un secador de bandejas empleando otro tipo de fuente de energía como por ejemplo un quemador con combustible diesel, el costo de la harina de sangre sería relativamente bajo, comparado con el secador de rodos.

Si se hace una inversión para un tipo de secador, el más apropiado será el secador de bandejas por ser más económico que el de rodos, ya que se puede emplear otro tipo de combustible para generar calor y no eléctrico, necesariamente.

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo, la elaboracion de harina de sangre a usarse como fuente de hierro, de buena calidad sanitaria, apta para el consumo humano. La harina se elaboró a base de sangre bovina, mediante la aplicación de dos tratamientos; sangre coagulada y con anticoagulante.

De acuerdo con los resultados obtenidos experimental y estadísticamente se establece que las mejores características químicas, físicas y microbiológicas las presentaron la harina de sangre obtenida en el secador de bandejas a la temperatura de 60°C y la harina de sangre secada en el secador de rodos a la temperatura de 130°C . En ambos procesos se obtuvo un producto con un contenido elevado de hierro.

Los resultados obtenidos por el análisis de costos indican que la harina de sangre más económica a nivel de Planta Piloto es la harina de sangre coagulada obtenida por el proceso del Diagrama de Flujo 1, secada en secador de rodos. Tomándose como patrón la temperatura de 130°C se observa que el costo equivale a Q 0.796/día.

CONCLUSIONES

- 1o.- Sí se puede producir harina de sangre con un contenido mayor de 150 mg por ciento de hierro, con buena calidad sanitaria, por lo tanto, apta para el consumo humano.
- 2o.- La temperatura de secado no afecta significativamente el contenido de hierro en la harina de sangre coagulada.
- 3o.- Estadísticamente el tratamiento de harina de sangre (coagulada y con anticoagulante) si afecta significativamente ($P < 0.01$) las diferentes características físicas, químicas y microbiológicas del producto.
- 4o.- El proceso tecnológico que permite la elaboración de - harina de sangre con más bajo costo, fué el de la sangre coagulada secada en rodos.
- 5o.- La curva de velocidad de secado que presenta mejor comportamiento es la de sangre con anticoagulante secada en bandejas a la temperatura de 60°C , también es en la que se obtuvo mayor contenido de hierro (343.1 mg de hierro por 100 gr de harina de sangre)

RECOMENDACIONES

- 10.- Continuar con el estudio de producción de la harina de sangre con mejores recursos, de tal manera que la muestra tomada como patrón, se elabore a las mismas temperaturas para obviar las comparaciones hipotéticas.
- 20.- Hacer un estudio de las variedades de sangre (aves, cerdos, bovinos u otros) para la elaboración de harinas y emplearlas como fuentes nutrientes para disminuir las deficiencias existentes en nuestro país.
- 30.- Estudiar la biodisponibilidad del hierro en la harina de sangre, tanto coagulada como con anticoagulante.
- 40.- Hacer estudios para definir la aceptación de productos alimenticios enriquecidos con harina de sangre.
- 50.- Aprovechar, al máximo, la sangre bovina para el consumo humano, ya que es un producto actualmente subutilizado, pudiéndose aprovechar la harina de sangre como fuente de hierro para disminuir las anemias nutricionales, causadas por la carencia de hierro, en Guatemala y en Centro América.
- 60.- Utilizar el plasma residual para la producción de nuevos productos.

REFERENCIAS

- 1'. Bray, W.E. et al, METODOS DE LABORATORIO CLINICO.
unión tipográfica, Imp. México.
Rdt. Hispano Americana (UTEHA)
c. 1,955 ,pp. 104 - 105, 141, 155,
198 - 199.
- 2'. Divakaran, S. INDUSTRIALIZACION Y APROVECHAMIENTO
DE LA SANGRE ANIMAL. Organización
de las Naciones Unidas para agricultu
ra y la alimentación (FAO) Roma,
1,983. (Boletín de servicios agrí-
colas de la FAO 32) pp. 6 - 10, 28 -
39, 42 - 52.
- 3'. Dorly, Piske. APROVEITAMENTO DE SANGUE DE ABATE PA-
RA ALIMENTACAO HUMANA. I. Revisao c.
1,982. pp. 253-319.
- 4'. Evangeline F. et al, PREPARATION AND ESTIMATED SHELF LIFE
OF DEHYDRATED BEEF BLOOD. Art. Tec.
Journal. Vol. II/Jan-March/1,977. pp.
80-87.
- 5'. Art. FUNTIONAL PROPERTIES OF PROTEINS ISOLATED FROM BOVINE
BLOOD BY A CONTINUOUS PROCESS.
J. Food Sc. 40:155-159. 1,975.

- 6'. Hertrampf, E. Díaz. UTILIZACION DE SANGRE VACUNO EN LA FORTIFICACION DE LECHE. OBTENCION DE LA BIODISPONIBILIDAD DE DIFERENTES PREPARADOS DE HIERRO HEMINICO (tesis de grado) INTA, Santiago. Edt. Magister en nutrición humana médico y cirujano. c. 1,978. pp.3 - 10.
- 7'. Refai, M.K. MANUAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS ALIMENTOS. 4: ANALISIS MICROBIOLOGICO. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma c. 1,981. pp. D-1 a D-40.
- 8'. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Washington, D.C. 12 Th. Edt. Washington. 1,975.
- 9'. Ramsay, W.N. métodos modificados por la Universidad de Vanderbilt. Clin. Chem. 4:290. 1,985.
- 10'. Sibrán, Ricardo. MANUAL DE TECNICAS ESTADISTICAS SIMPLIFICADAS. Unidad de estadística coordinación coordinación de investigación del INCAP. pp. 65-73.

BIBLIOGRAFIA

1. Viteri, F. et al. HAEMATOLOGICAL STATUS OF THE CENTRAL AMERICAN POPULATION; PREVALENCE OF INDIVIDUALS WITH HAEMOGLOBIN LEVELS BELOW NORMAL.
Brit. J. Haematol. 23:725-735. 1972.
2. Viteri, F. et al. FORTIFICATION OF SUGAR WITH IRON: FIELD STUDY PRIOR TO IMPLEMENTATION AT THE NATIONAL LEVEL. INCAP. Food and Nutrition Program Pan American Health Organization. Final report of contract. AID/TAC- 1341. Washington D.C. 13 of september 1984.
3. Viteri, F. et al. ANEMIA NUTRICIONAL EN CENTRO AMERICA: INFLUENCIA POR INFECCION POR UNCLINARIA.
Arch. Latino Am. Nutr. 32:368-417. 1979.
4. Jovel del Cid, L. EVALUACION DE LA SUPLEMENTACION CON HIERRO Y CON HIERRO MAS ACIDO FOLICO EN POBLACIONES DE LA COSTA SUR DE GUATEMALA. (tesis) Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1980. pp. 1-11,51-53.
5. Fisher, Patty. VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS. Imp. en México. Edt. Limusa-Wiley S.A. 1972. pp. 47-50, 186-187.
6. Watson, E. et al. CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL NIÑO. 1ra. Imp. México Edt. Trillas. 1971. pp. 223-231.

7. Estudio FAO. MANUAL DE INSPECCION DE LOS ALIMENTOS. Alimentación y Nutrición 14/5. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma c. 1984 PNUMA. pp. 14-198.
8. Asdrubali, M. et al. LOS MATADEROS. España. Edt. Acribia. Zaragoza c. 1969. pp. 11-30.
9. Mann, I. PREPARACION Y APROVECHAMIENTO DE LOS SUBPRODUCTOS ANIMALES. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO/75. Roma. c. 1964. Imp. Italia, Roma. pp. 69-87.
10. Perry, John. MANUAL DEL INGENIERO QUIMICO. I:1262-1347. 1976.
11. Jander, Gerhart, et al. QUIMICA ORGANICA Y GENERAL. 1ra. Rdc. Imp. España. Edt. Barcelona, S.A. 1965.
12. Ayres, G. et al. ANALISIS QUIMICO CUANTITATIVO. México. Edt. Harper & latinoamericana. 2da. Rdc. pp. 247-440. 1970.
13. Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Nutrición. 8to. informe. FAO:Reuniones sobre Nutrición, organización mundial de la salud. Informe No. 49, Serie de informes técnicos 447. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma 1972. pp. 4-10.
14. Waston, E. et al. CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL NIÑO. 1ra. Imp. México. Edt. Trillas México 1971. pp. 223-231.

15. Sjölin S. et al. IRON REQUERIMENTS DURING INFANCY AND CHILDHOOD. In ocurrence, causes, and prevention of nutrition anemias. Symposia of the Swedish Nutrition Anemias. Symposia of the Swedish Nutrition Fundation VI, A. W. Uppsala. 1968. pp. 148-155.
16. Smith, N. J. IRON METABOLISM AND IRON DEFICIENCY IN INFANCY AND CHILDHOOD. Year book publishers, Inc. Chicago. In advances in pediatrics 21: 239-280. 1968.
17. Weinfield. IRON STORES. In Iron Deficiency - Pathogenesis, Clinical Aspects, Therapy. Academic Press, New York. 1970. pp. 329-372.
18. Herhko. STORAGE IRON REGULATION Prog. Hemat. 10:105. 1977.
19. Fisher, P. VALOR NUTRITIVI DE LOS ALIMENTOS. Imp. México Edt. Limusa- Wiley, S.A. 1972. pp. 47-50, 186-187.
20. West, E.S. BIOQUIMICA MEDICA. 4ta. Edc. Argentina. Edt. Interamericana. S.A. Argentina 1969. pp.1072-1075.
21. Green, R. et al. BODY IRON EXCRETION IN MAN. A collaborative study. Am. J. Med. 45: 336. 1968.
22. Vargas O., Wenceslao. FUNDAMENTOS DE CIENCIAS ALIMENTARIA. Imp. Colombia. Ed. Talgraf, S.A. 1984. pp. 104-144.

23. Bezwoda, W. et al. THE RELATIONSHIP BETWEEN MARROW IRON
ABSORPTION. Scand. J. Haemat. pp. 22 -113. 1979.
24. Cook, J. et al. SERUM FERRITIN AS A MEASURE OF IRON STORES
IN NORMAL SUBJECTS. Amer. J. Clin. Nutri. pp.
27 - 681. 1974.
25. Kuhn, I. et al. IRON ABSORPTION IN MAN. J. Lab. & Clin.
Med. pp. 71 - 715. 1968.
26. TABLA COMPOSICION DE PASTOS, FORRAJES Y OTROS ALIMENTOS DE
CENTRO AMERICA Y PANAMA. 1ra. Edc. Guatemala.
1968. Publicación No. INCAP E-440. Apartado
1188. Carretera Roosevelt, zona 11. Guatemala,
C.A. pp. 27.
27. TABLAS DE CENTRO AMERICA Y PANAMA. Publicación No. INCAP
E - 64.
28. VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS PARA CENTRO AMERICA Y PANA
MA. Publicación No. INCAP E-530 (12329). 1971.
29. Kuschinsky, G. et al. MANUAL DE FARMACOLOGIA. 1ra. Edc.
Barcelona, Edt. Marín, S.A. 1968. pp. 68-70.
30. Björn E. et al. FOOD IRON ABSORPTION IN MAN: APPLICATION OF
THE TWO POOL EXTRINSIC TAG METHOD TO MEASURE
HEME AND NONHEME IRON ABSORPTION FROM THE WHO
LE DIET. J. Clin. Invest. 53 - 247. 1974.
31. Layrisse, M. et al. MEASUREMENT OF THE TOTAL DAILY DIETA-
RY IRON ABSORPTION BY THE EXTRINSIC TAG MODEL.
Am. J. Clin. Nutr. 27 - 152. 1974.

32. Layrisse, M. et al. FOOD IRON ABSORTION: A COMPARISON OF
VEGETABLE AND ANIMAL FOODS. Blood 33:430-443.
1969.
33. Martínez, C. et al. NUTRITIONAL FACTORS IN IRON DEFICIENCY:
FOOD IRON ABSORPTION. Edt. Philadelphia,
T. Clin. in Haematology 2: 339- 352. 1973.
34. Disler, F. et al. THE EFFECT OF TEA ON IRON ABSORPTION.
Gut. 16:193-200.
35. Morck, T. et al. INHIBITION OF FOOD IRON ABSORPTION BY
COFFEE. Am. J. Clin. Nutr. 37:416-420. 1983.
36. Conrad, M. et al. POLYMERIZATION AND INTRALUMINAL FACTOR
IN THE ABSORPTION OF HEMOGLOBIN - IRON.
J. Lab. Cli. Med. 68:659-668. 1968.
37. Martínez, C. eta al. IRON ABSORTION FROM VEAL MUSCLE.
Am J. Clin. Nutr. 24:521-540. 1971.
38. Layrisse, M. et al. THE EFFECT OF INTERACTION OF VARIOUS
FOODS ON IRON ABSORPTION.
39. Girón, Manuel A. SUMARIO DE LA NUTRICION EN PEDIATRIA.
Fac. de Ciencias Médicas. Universidad de San
Carlos de Guatemala. Edt. Guatemala, C.A. a
949 pp. 41-93.
40. Fayard, Marcelo. SALUD Y VIGOR POR LA ALIMENTACION.
Edt. Interamericana^{na} Brookfield, illinois. c.
1956. pp. 122 -123.
41. Mejía, Luis et al. la Integración Biológica entre Vitau
mina "A" y Hierro.
Arch. Latinoamericano de Nutrición Vol 32.
no. 1 1982. p. 34.

42. Rodríguez R. et al CONSIDERACIONE SOBRE LA SITUACION DE LA SALUD DE GUATEMALA. Utilización de personal médico auxiliar para ampliar la atención médica en el medio rural. (tesis) Fac. de C.M. (médico y cirujano) . U.S.A.C. Guatemala. 1975. pp. 7,11 - 30.

" A N E X O S "

" A N E X O S "

(Diagramas de flujo)

y

(GRÁFICOS)

FIGURA 1

Secador de rodos de doble tambor con carga en la parte superior. La carga se mantiene en su lugar mediante guías y cerrando los dos rodillos.

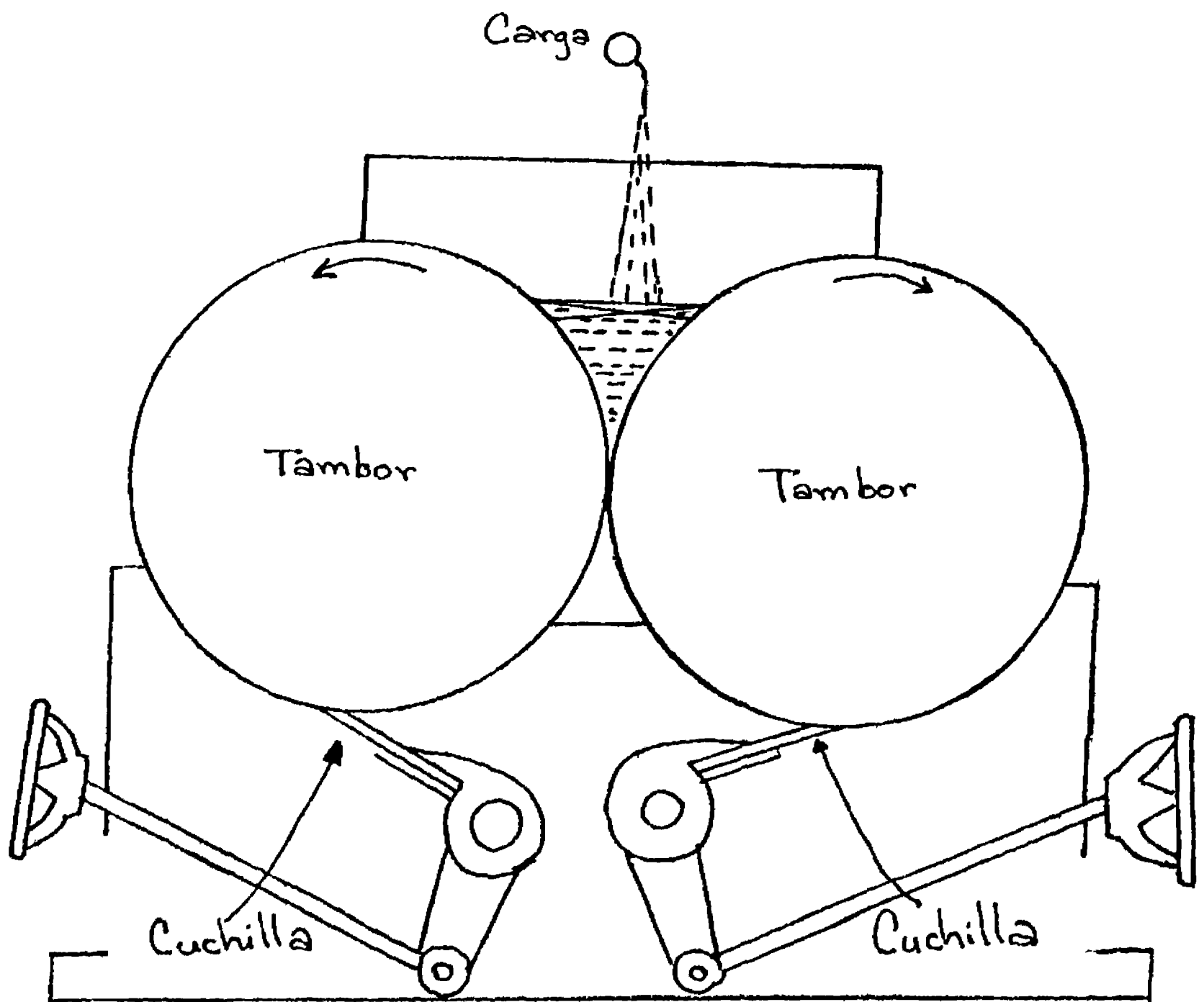


DIAGRAMA DE FLUJO 1

PROCESO UTILIZADO PARA LA PREPARACION DE LA HARINA
DE SANGRE BOVINA.

(UTILIZANDO SANGRE COAGULADA)

Recolección de sangre por gravedad
(en el matadero)

↓
Transporte inmediato
(hemólisis)

↓
Almacenaje de la sangre coagulada en cuarto frío
(reposo absoluto)

↓
Separación del coágulo
(suero residual)

↓
Mezcla de los diferentes tipos de
sangre coagulada.

↓
Homogenización del coágulo
(licuado)

↓
Secado del coágulo

↓
Molienda
en molino de uso general CYCLOTEC
Do. 0.5 mm

↓
Almacenaje de la harina
de sangre
(en cuarto frío a 5°C)

DIAGRAMA DE FLUJO 2

PROCESO UTILIZADO PARA LA PREPARACION DE LA HARINA
DE SANGRE BOVINA.

(UTILIZANDO SANGRE ANTICOAGULADA)

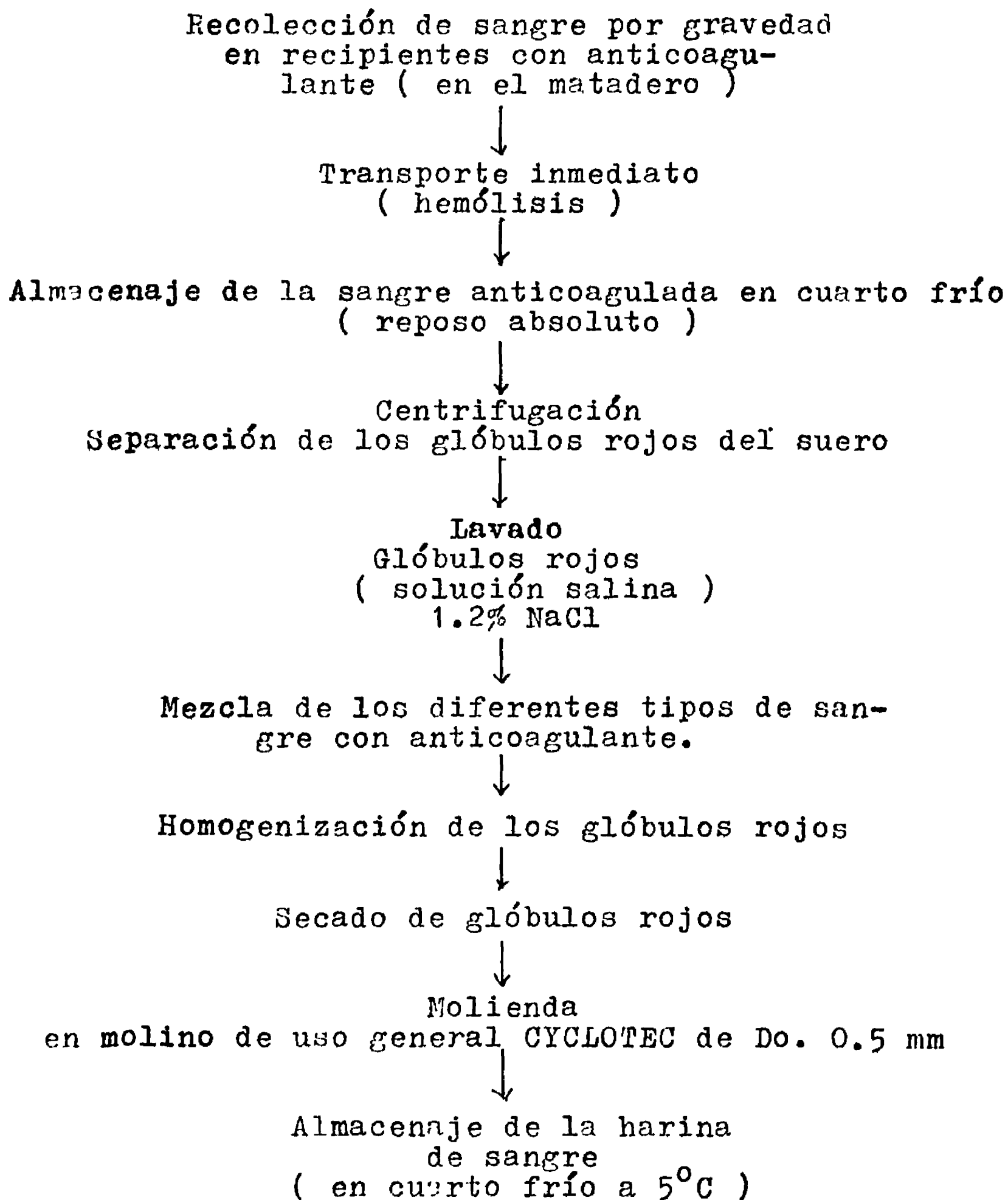
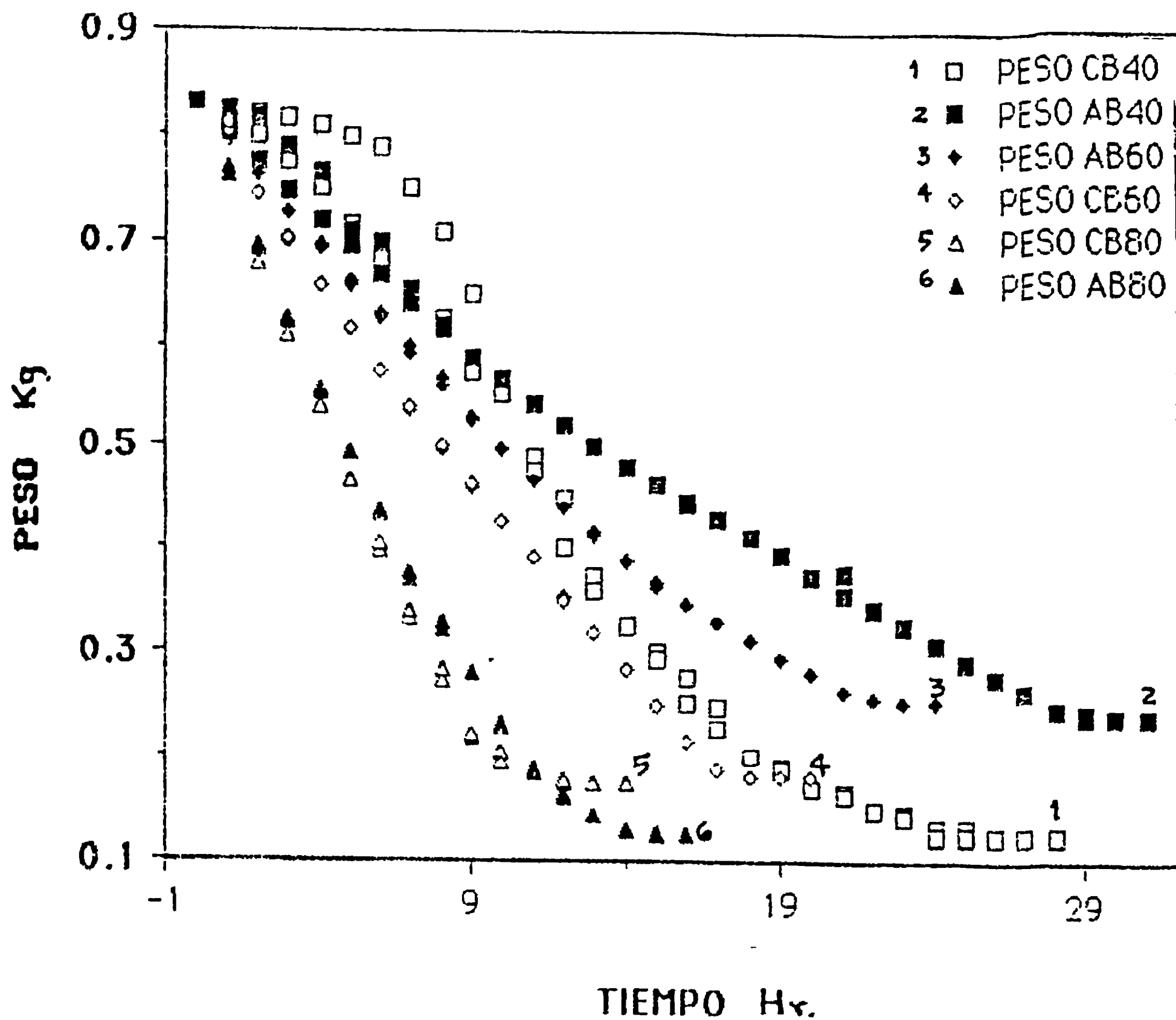


GRAFICO 1

CURVAS DE SECADO DE HARINA DE SANGRE COAGULADA Y
CON ANTICOAGULANTE SECADA EN SECADOR DE BANDEJAS.



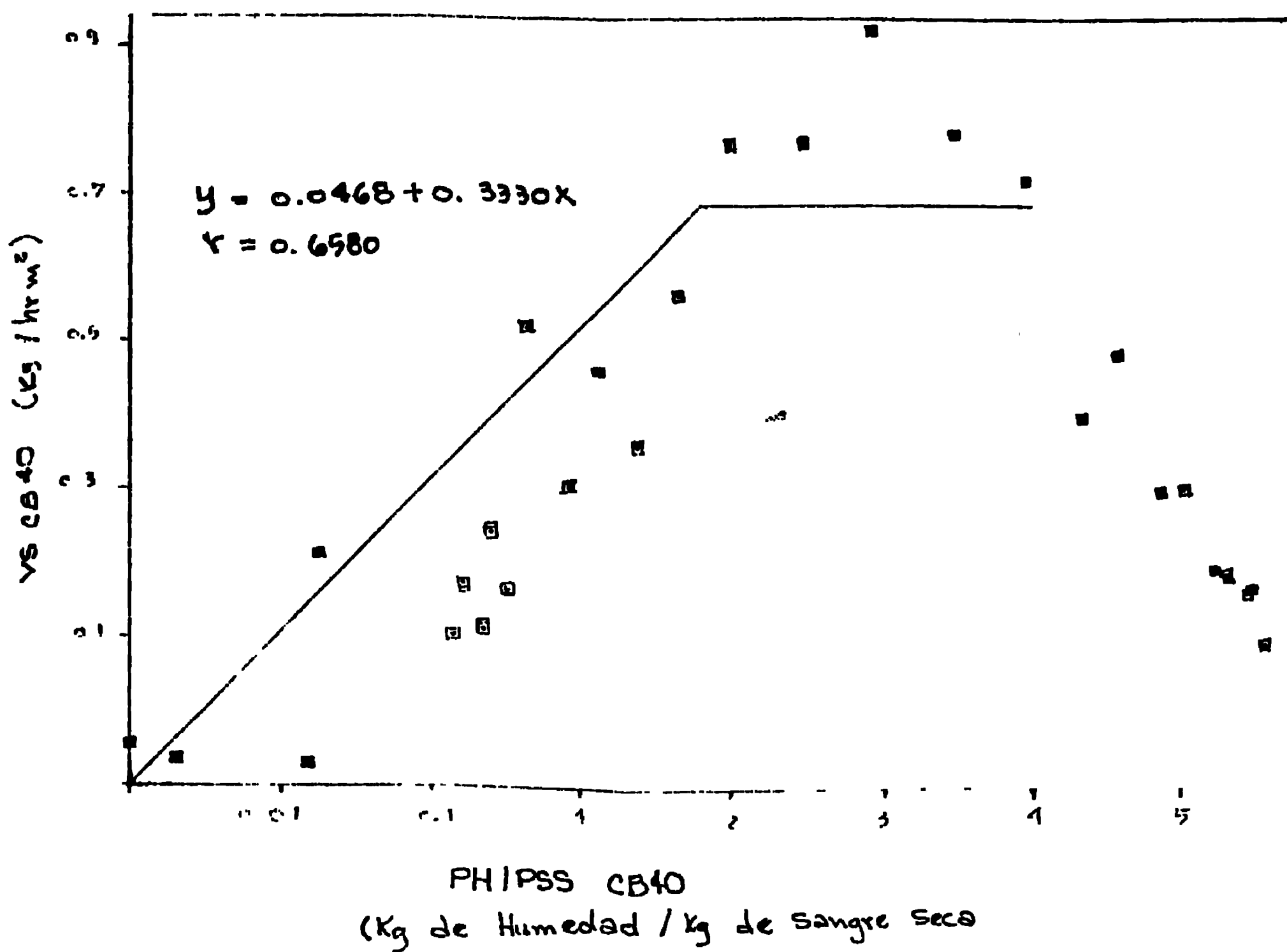
∴ CB = Sangre coagulada secada en secador de bandejas
AB = Sangre con anticoagulante secada en secador de bandejas.

Las Temperaturas correspondientes son:

40°C , 60°C y 80°C

GRAFICO 2

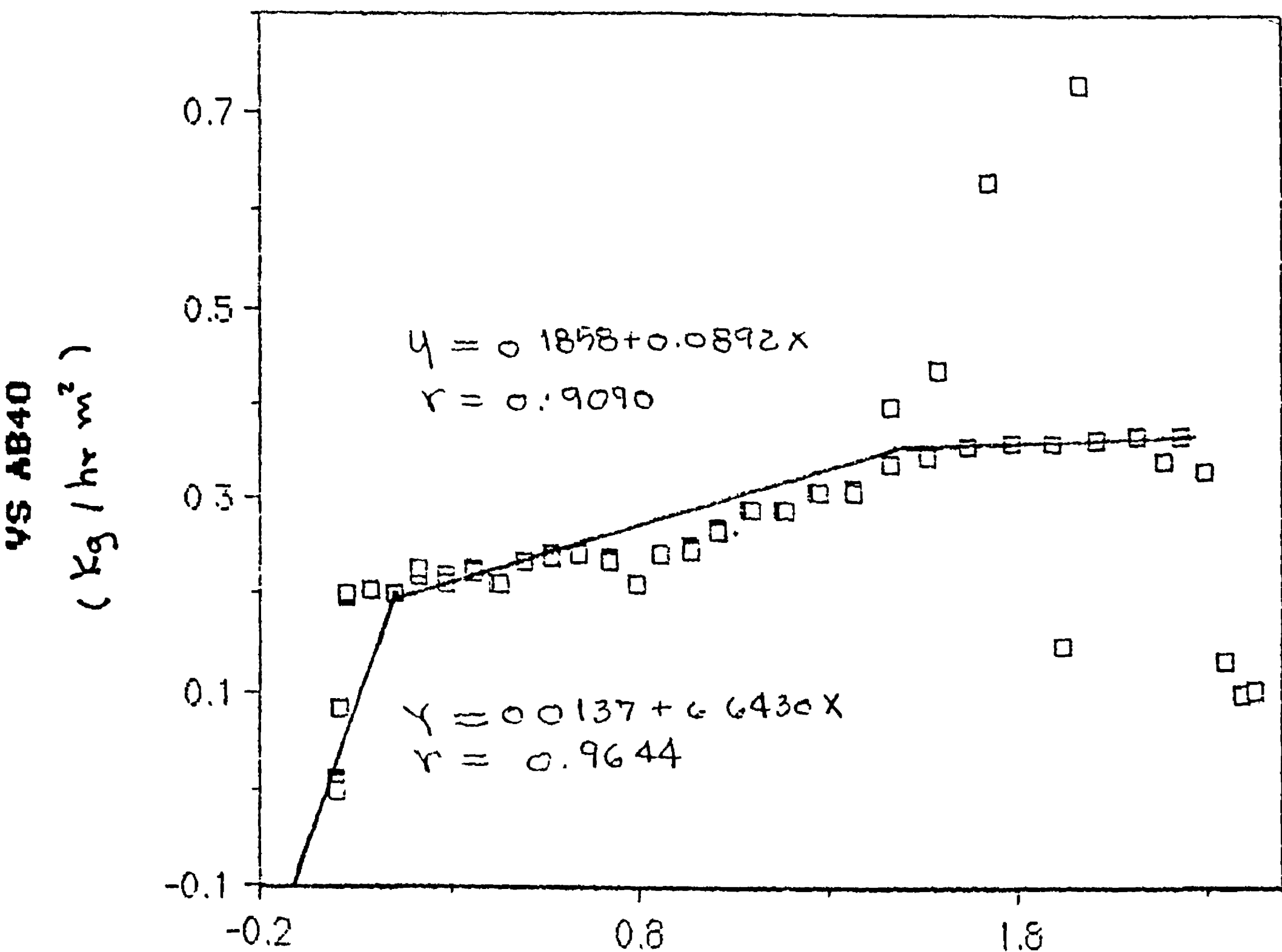
COMPORTAMIENTO DE LA CURVA DE VELOCIDAD DE SECADO
EN SANGRE COAGULADA SECADA A 40°C EN SECADOR DE
BANDEJAS.



∴ VS = Velocidad de secado
CB = Sangre coagulada secada en bandejas.

GRAFICO 3

COMPORTAMIENTO DE LA CURVA DE VELOCIDAD DE SECADO
EN SANGRE CON ANTICOAGULANTE SECADA A 40°C EN SE-
CADOR DE BANDEJAS.

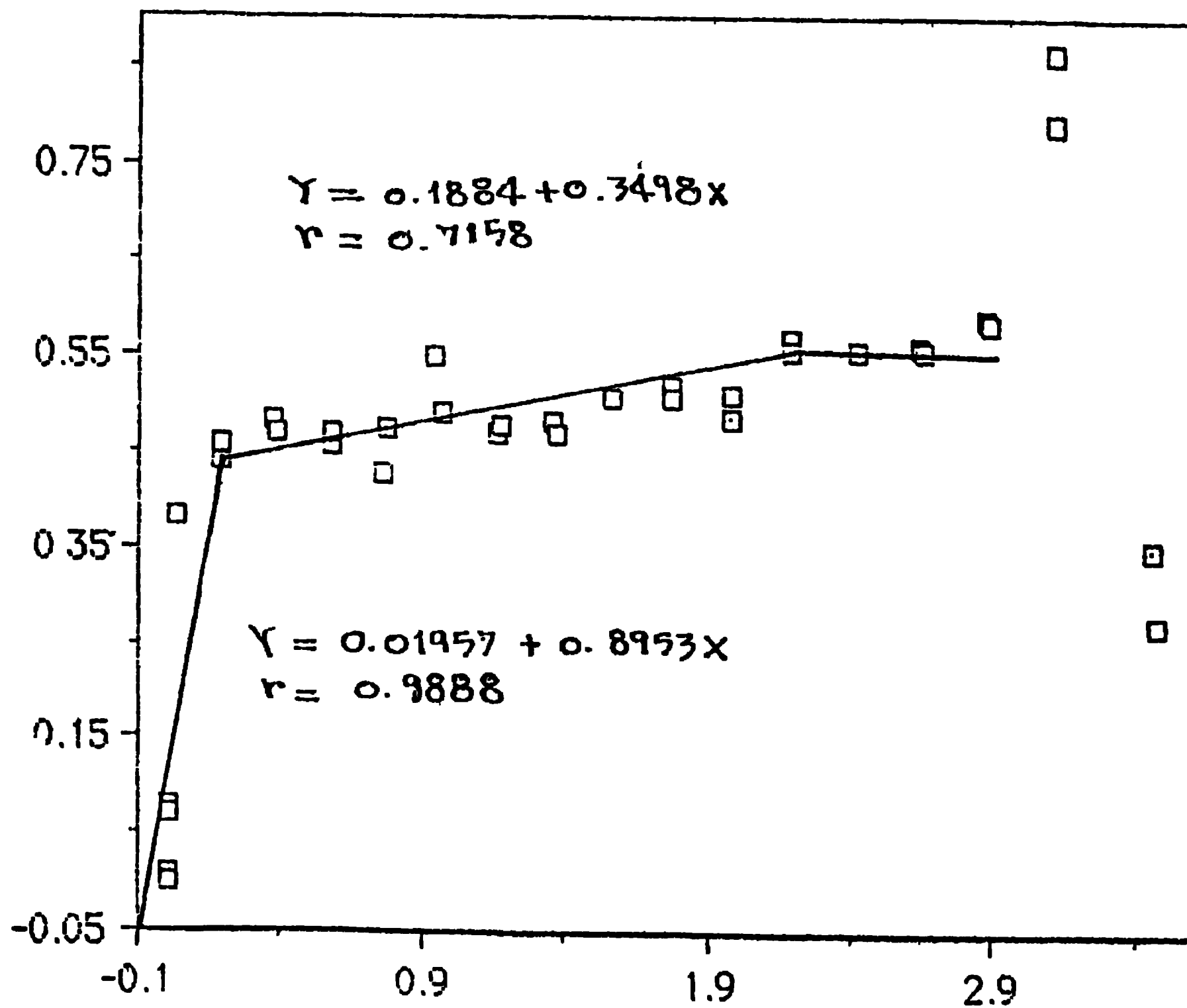


PH/PSS AB40
(Kg de Humedad / Kg de Sangre seca)

∴ VS = Velocidad de secado
 AB = Sangre con anticoagulante secada en bandejas

GRAFICO 4

COMPORTAMIENTO DE LA CURVA DE VELOCIDAD DE SECADO
EN SANGRE COAGULADA SECADA A 60°C EN SECADOR DE -
BANDEJAS.



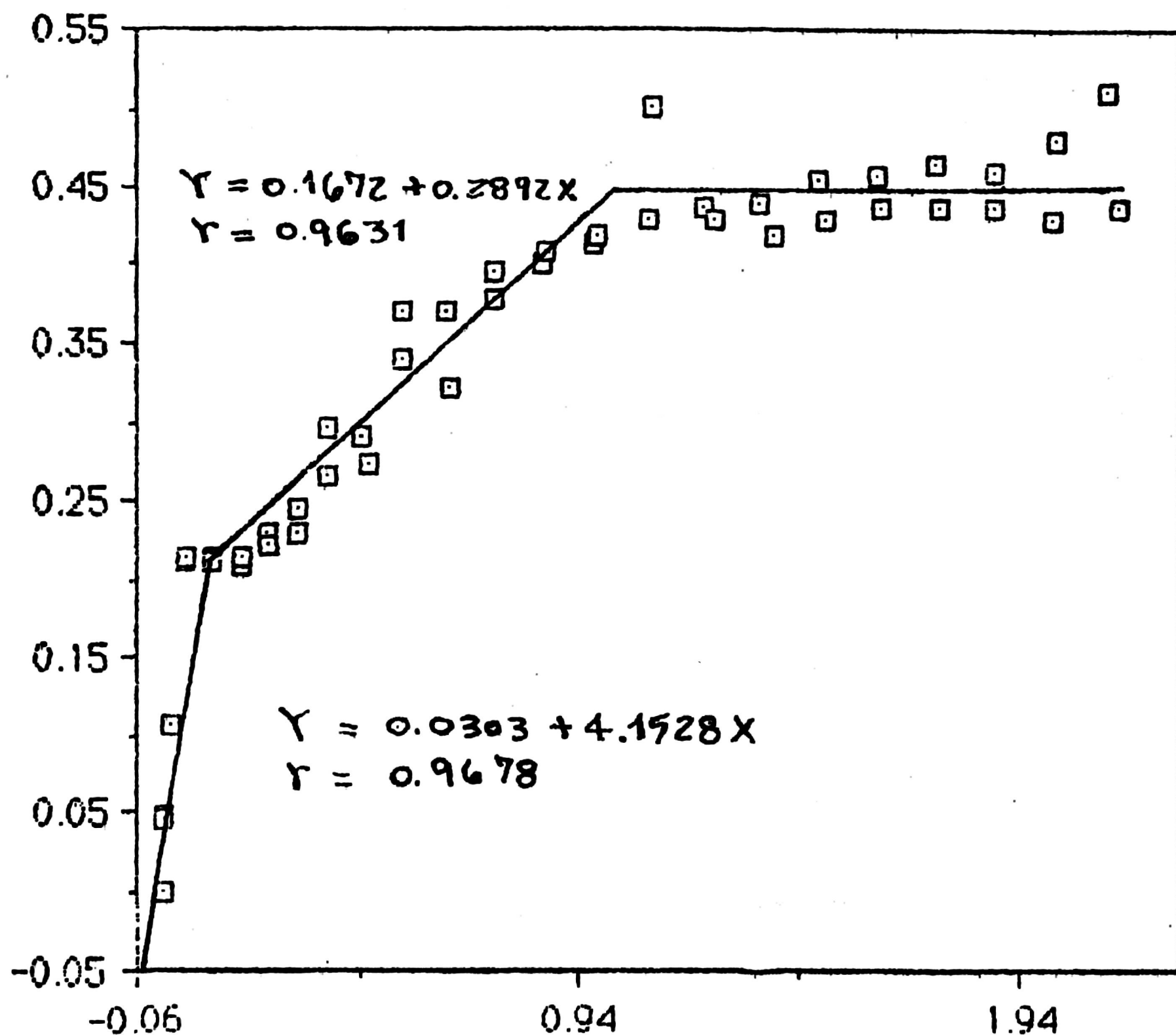
PH/PSS CB60
(Kg de Humedad / Kg de Sangre seca)

∴ VS = Velocidad de secado

CB = Sangre coagulada secada en bandejas.

GRAFICO 5

COMPORTAMIENTO DE LA CURVA DE VELOCIDAD DE SECADO
EN SANGRE CON ANTICOAGULANTE SECADA A 60°C EN SE-
CADOR DE BANDEJAS.



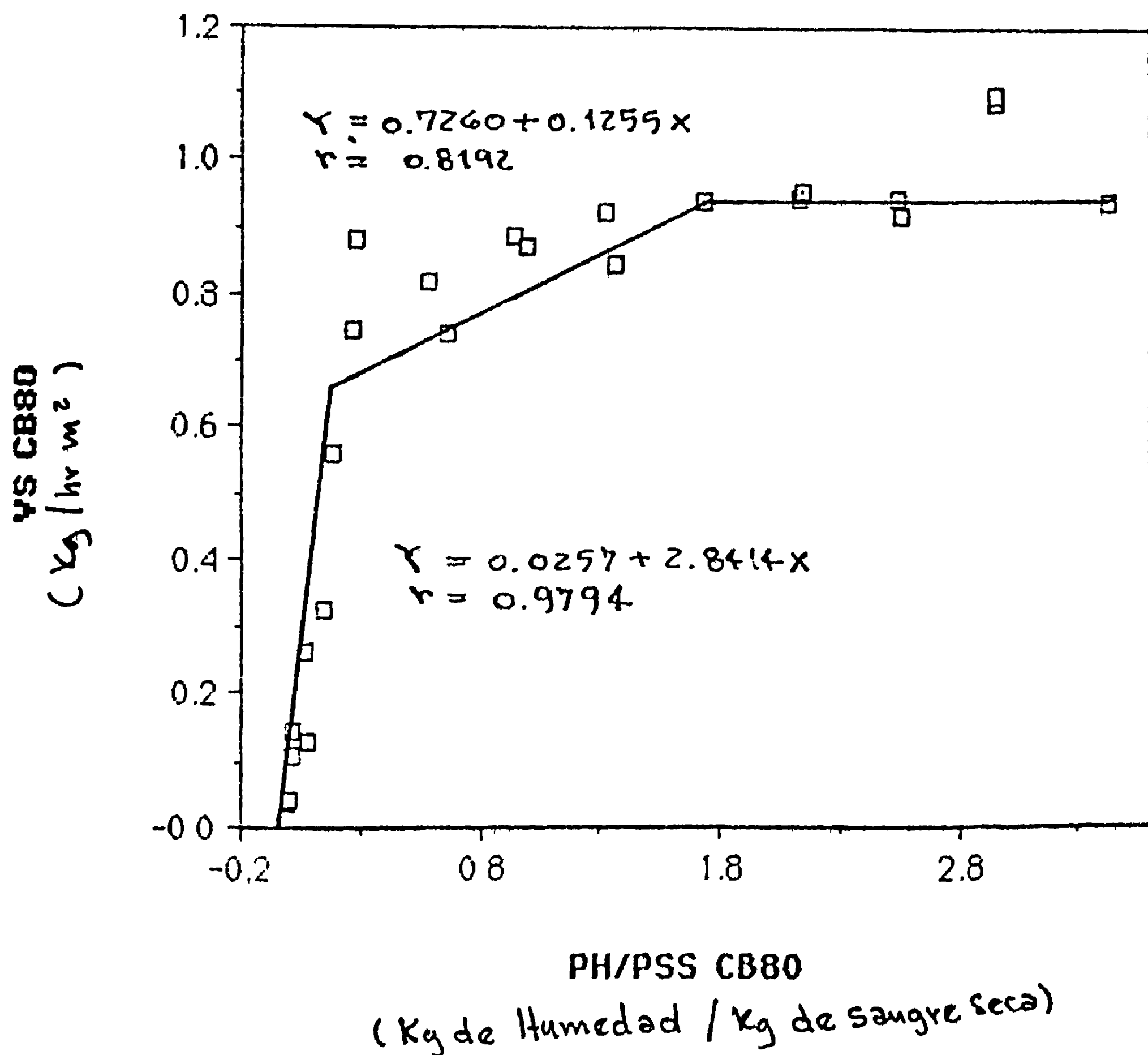
PH/PSS AB60
(Kg de Humedad / Kg de Sangre Seca)

∴ VS = Velocidad de secado

AB = Sangre con anticoagulante secada en bandejas

GRAFICO 6

COMPORTAMIENTO DE LA CURVA DE VELOCIDAD DE SECADO EN SANGRE COAGULADA SECADA A 80°C EN SECADOR DE BANDEJAS.

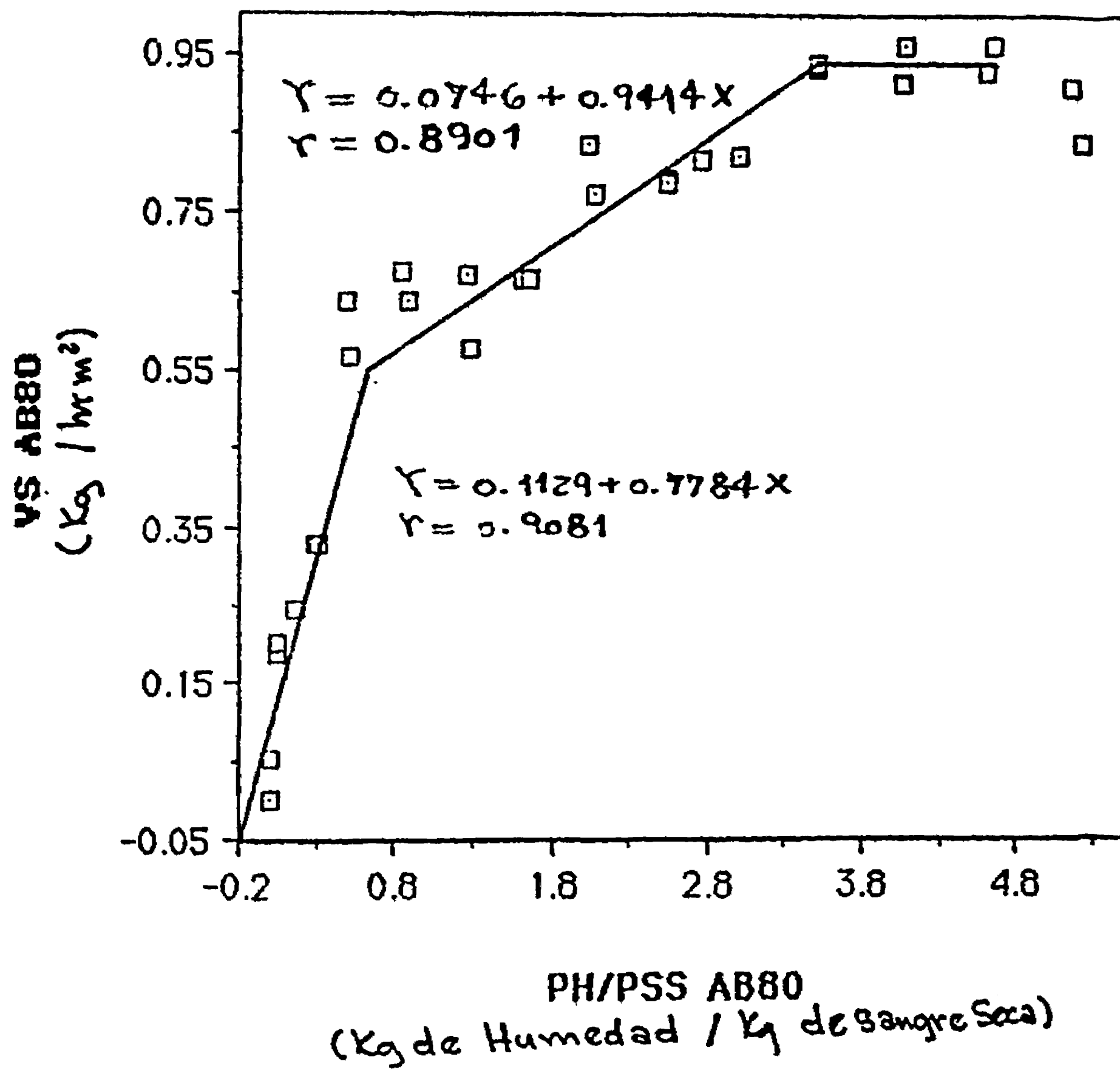


∴ VS = Velocidad de secado

CB = Sangre coagulada secada en bandejas

GRAFICO 7

COMPORTAMIENTO DE LA CURVA DE VELOCIDAD DE SECADO
EN SANGRE CON ANTICOAGULANTE SECADA A 80°C EN BAN
DEJAS.



VS = Velocidad de secado

AB = Sangre con anticoagulante secada en bandejas

" A N E X O S "

(cuadros) .

CUADRO 1

PORCENTAJE DE HUMEDAD Y CENIZAS EN HARINA DE SANGRE COAGULADA.*

PROCESO	T (°C)	% HUMEDAD	% CENIZAS
Liofilizado (Patrón)	75	2.8861	4.0709
Secado en bandejas	40	8.7602	3.416
	60	8.4939	4.0868
	80	5.6495	3.4542
Secado en rodos	120	8.6651	4.3828
	130	9.2408	3.4314
	140	8.6486	3.7898

* Promedio 4 réplicas.

CUADRO 1'

ANÁLISIS PROXIMAL DE LA HARINA
DE SANGRE.

(concentrado proteínico)

Alimento: SANGRE, HARINA

Nombre Científico:

Tipo de Alimento: Concentrado proteico

		No. Anal.	Max.	Min.	$\bar{x}$		No. Anal.	Max.	Min.	$\bar{x}$
<u>Análisis Proximal</u>						<u>Amino Acidos mg/gN</u>				
Materia seca	%	7	92.6	86.8	90.0					
Extracto libre de N	%	7	13.1	5.9	9.1	Triptófeno	1	-	-	56
Extracto etéreo	%	7	0.8	0.1	0.5	Lisina	1	-	-	145
Fibra cruda	%	-	-	-	-	Metionina	1	-	-	152
Nitrógeno	%	7	13.02	11.62	12.26	Cistina	1	-	-	92
Proteína	%	7	81.4	72.6	76.6	Fenil-alanina	1	-	-	423
(Nx 6.25)						Tirosina	1	-	-	166
Cenizas	%	7	5.1	2.4	3.8	Leucina	1	-	-	377
Calorías					367	Treonina	1	-	-	353
<u>Minerales</u>						Arginina	1	-	-	156
Calcio	mg/100g	5	1476	600	981	Histidina	1	-	-	305
Fósforo	mg/100g	5	1022	205	663	Valina	1	-	-	321
Hierro	mg/100g	5	647	195	298	Glicina	-	-	-	-
						Isoleucina	1	-	-	116

CUADRO 2

PORCENTAJE DE HUMEDAD Y CENIZAS EN HARINA DE SANGRE CON ANTICOAGULANTE.*

PROCESO	T (°C)	% HUMEDAD	% CENIZAS
Liofilizado (Patrón)	75	2.0528	3.2031
Secado en bandejas	40	5.6581	2.8152
	60	3.7772	3.6808
	80	2.7141	3.0442
Secado en rodos	120	6.1387	2.6545
	130	6.4459	4.0510
	140	6.4756	3.3810

* Promedio de 4 réplicas.

CUADRO 3

CONTENIDO DE HIERRO Y RENDIMIENTO EN EL PROCESO DE SANGRE COAGULADA.*

PROCESO	T (°C)	CONTENIDO DE HIERRO*		RENDIMIENTO*	
		mg DE Fe		gr DE HARINA DE SANGRE	
		100	gr DE HARINA DE SANGRE	1t	DE SANGRE
Liofilizado (Patrón)	75		168.91		168.95
Secado en bandejas	40		156.78		62.86
	60		163.52		89.56
	80		154.97		85.34
Secado en rodos	120		126.54		95.82
	130		156.82		205.01
	140		161.64		196.27

* Promedio de 4 réplicas.

CUADRO 4

CONTENIDO DE HIERRO Y RENDIMIENTO EN EL PROCESO DE SANGRE CON
ANTICORAGULANTE.*

PROCESO	T (°C)	CONTENIDO DE HIERRO*	RENDIMIENTO*
		mg DE Fe	gr DE HARINA DE SANGRE
		100 gr DE HARINA DE SANGRE	1t DE SANGRE
Liofilizado (Patrón)	75	350.46	74.63
Secado en bandejas	40	255.54	118.21
	60	343.10	138.98
	80	212.60	65.83
Secado en rodos	120	172.87	70.07
	130	158.07	47.95
	140	200.45	77.95

*Promedio de 4 réplicas.

CUADRO 5

CARACTERÍSTICAS DE COLOR* EN MUESTRAS DE HARINA DE SANGRE PROCESADA
CON SANGRE COAGULADA

PROCESO	T (°C)	INTERPRETACION VISUAL DE COLOR					Unidades
		NEUTRO	ROJO	NARANJA	VERDE	AZUL	Lovibond VIOLETA
Liofilizado (Patrón)	75	4.7	1.5	1.5	-	-	-
Secado en bandejas	40	4.7	2.5	1.5	-	-	-
	60	4.7	1.75	1.5	-	-	-
	80	6.0	0.95	0.65	-	-	-
Secado en rodos	120	6.2	1.1	-	-	-	0.3
	130	6.2	-	-	0.5	0.4	-
	140	7.1	0.3	-	-	-	0.2

* Promedio de 4 réplicas.

CUADRO 6

CARACTERISTICAS DE COLOR* EN MUESTRAS DE HARINA DE SANGRE PROCESADA;
SANGRE CON ANTICOAGULANTE

PROCESO	T (°C)	INTERPRETACION VISUAL DE COLOR				Unidades Lobivond
		NEUTRO	ROJO	NARANJA	VIOLETA	
Liofilizado (patrón)	75	4.7	2.3	1.5	-	
Secado en bandejas	40	4.7	3.075	1.5	-	
	60	4.7	2.3	1.5	-	
	80	5.2	2.0	1.0	-	
Secado en rodos	120	7.2	0.7	-	0.6	
	130	7.2	0.7	-	0.6	
	140	7.2	0.7	-	0.6	

* Promedio de 4 réplicas

CUADRO 7

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DE SANGRE COAGULADA.

PROCESO	T (°C)	BACTERIAS AERÓBICAS (UFC*/gr.)	COLIFORMES TOTALES (MNP**/gr)	STAPHILOCOCCOS A (UFC*/gr.)
Liofilizado	75	100	< 3	0
Secado en bandejas	40	27000	> 2400	630
	60	530	120	0
	80	740	240	0
Secado en rodos	120	7300	75	0
	130	120	120	0
	140	100	< 3	0

* UFC = Unidades formadoras de colonias

** NMP = Número más probable

Promedio de 4 réplicas.

CUADRO 8

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA HARINA DE SANGRE CON
ANTICOAGULANTE

PROCESO	T (°C)	BACTERIAS AERÓBICAS (UFC*/gr)	COLIFORMES TOTALES (NMP**/gr)	STAPHILOCOCCOS A (UFC*/gr)
Liofilizado	75	0	<3	0
Secado en bandejas	40	4800	240	0
	60	0	<3	0
	80	0	<3	0
Secado en rodos	120	0	<3	0
	130	80	<3	0
	140	0	<3	0

*UFC = Unidades formadoras de colonias

**NMP = Número más probable

Promedio de 4 réplicas

CUADRO 9

ANALISIS DE VARIANZA SOBRE RESULTADOS OBTENIDOS, PRUEBA DE TUKEY

PROCESO: SECADO EN LIADEJAS

T (°C)	CLASIFICACION DE TUKEY*		COLOR	mg DE Fe		% RENDIMIENTO
	% HUMEDAD	% CENIZAS		100 gr	DE H. S.	
40 ¹	D	C	B	A		A
40 ²	C	A	C	B		C
60 ¹	D	E	B	A		B
60 ²	B	D	B	C		D
80 ¹	C	C	A	A		B
80 ²	A	B	B	B		A
Valores de F	453.48	98.06	46.67	454.74		70.01

Alpha = 0.05

Pr > F = 0.0001

(1) = sangre coagulada

(2) = sangre con anticoagulante

* = Prueba de Tukey -Muestras con letras similares, estadística-mente pertenecen al mismo grupo.

CUADRO 10

ANALISIS DE VARIANZA SOBRE RESULTADOS MICROBIOLOGICOS, PRUEBA DE
TUKEY

PROCESO: SECADO EN BANDEJAS

T (°C)	CLASIFICACION	DE	TUKEY*
	BACTERIAS AEROBICAS	COLIFORMES TOTALES	STAPHILOCOCOS
40 ¹	C	C	B
40 ²	B	B	A
60 ¹	A	A	A
60 ²	A	A	A
80 ¹	A	B	A
80 ²	A	A	A
Valores de F	14.28	44498.83	89.29

Alpha = 0.05

Pr > F = 0.0001

(1) = sangre coagulada

(2) = sangre con anticoagulante

* = Prueba de Tukey -Muestras con lestra similares, estadísticamente pertenecen al mismo grupo.

CUADRO 11

ANÁLISIS DE VARIANZA SOBRE RESULTADOS OBTENIDOS, PRUEBA DE TUKEY

PROCESO: SECAO EN RODOS

CLASIFICACION		DE		TUKEY*		mg DE Fe 100 gr DE H. S.	% AUMENTO
T (°C)	% HUMEDAD	% CENIZAS	COLOR				
120 ¹	B	E	D		A		C
120 ²	A	A	C		B		B
130 ¹	C	B	A		B		D
130 ²	A	D	C		B		A
140 ¹	B	C	B		B		D
140 ²	A	B	C		C		B-C
Valores de F	187.41	391.05	99999.99**		22.45		218.64

Alpha = 0.05

Pr F = 0.0001

**Pr F = 0.0

(1) = sangre coagulada

(2) = sangre con anticoagulante

* = Prueba de Tukey -muestras con letras similares, estadística-mente pertenecen al mismo grupo

CUADRO 12

ANALISIS DE VARIANZA SOBRE RESULTADOS MICROBIOLOGICOS, PRUEBA DE TUKEY

PROCESO: SECADO EN RODOS

T (°C)	CLASIFICACION	DE	TUKEY*
	BACTERIAS AEROBIAS		COLIFORMES TOTALES
120 ¹	B		B
120 ²	A		A
130 ¹	A		C
130 ²	A		A
140 ¹	A		A
140 ²	A		A
Valores de F	26.29		93.60

Alpha = 0.05

Pr F = 0.0001

(1) = suero coagulada

(2) = suero con anticoagulante

* = Prueba de Tukey -Muestras con letras similares, estadísticamente pertenecen al mismo grupo.

CUADRO 13

INTERVALOS DE CONFIANZA POR MEDIO DEL VALOR DE t STUDENT PARA LA COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO CON EL PATRON.

PROCESO	ANALISIS	TRATAMIENTO	t STUDENT	P 0.05
L - B	% HUMEDAD	1	-18.154	ES
L - B	"	2	- 9.149	ES
L - R	"	1	-39.839	ES
L - R	"	2	-27.721	ES
L - B	% CENIZAS	1	- 0.712	NS
L - B	"	2	- 5.918	ES
L - R	"	1	4.266	ES
L - R	"	2	- 2.898	ES
L - B	Cont. HIERRO	1	4.891	ES
L - B	"	2	2.043	NS
L - R	"	1	3.227	ES
L - R	"	2	70.363	ES
L - B	RENDIMIENTO	1	116.230	ES
L - B	"	2	- 7.889	ES
L - R	"	1	- 4.282	ES
L - R	"	2	1.392	ES

L = Harina de sangre fiofilizada (Patrón).

B = Harina de sangre obtenida por secador de bandejas.

R = Harina de sangre obtenida por secador de rodos.

1 = Sangre coagulada

2 = Sangre con anticoagulante

ES = Si existe diferencia estadísticamente significativa.

NS = No hay diferencia significativa.

CUADRO 14

CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN EL EQUIPO EMPLEADO PARA LA PRODUCCION DE HARINA DE SANGRE EN PLANTA PILOTO A PARTIR DE SANGRE BOVINA SECADA EN SECADOR DE RODOS. CONSUMO AL DIA.

EQUIPO	SANGRE COAGULADA			
	Cap. MOTOR (hp)	t UTILIZAD (hrs.)	CONSUMO (KWH)	COSTO (¢)
Licuadaora (50-60)Hz	2.312	0.083	0.143	0.019
Secador de Rodos (0.0945 m ² /Rodo)	0.250	0.17	0.032	0.004
Molino Cyclotec (100-120) v-60 Hz	0.805	0.08	0.048	0.006
Sellador de bolsas	0.214	0.04	<u>0.006</u>	<u>0.0008</u>
TOTAL / DIA			<u>0.229</u>	<u>0.0298</u>

SANGRE CON ANTICOAGULANTE

Centrífuga (5.5A y 110 v)	0.75	0.75	0.419	0.056
Secador con rodos (0.0945 m ² /Rodo)	0.25	0.133	0.025	0.003
Molino Cyclotec (100-120) v-60 Hz	0.805	0.100	0.060	0.008
Sellador de bolsas	0.214	0.04	<u>0.006</u>	<u>0.0008</u>
TOTAL / DIA			<u>0.510</u>	<u>0.0678</u>

.. Costo de Electricidad = ¢ 0.133/día

CUADRO 15

CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN EL EQUIPO EMPLEADO PARA LA PRODUCCION DE LARINA DE SANGRE EN PLANTA PILOTO A PARTIR DE SANGRE BOVINA SECADA EN SECADOR DE BANDEJAS. CONSUMO / DIA.

SANGRE COAGULADA				
EQUIPO	Cap. MOTOR (Hp)	t UTILIZADO (Hrs.)	CONSUMO (KWH)	COSTO (Q)
Licuadaora (50-60)Hz	2.312	0.083	0.143	0.019
Sec. de Bandejas (240v - 120Hz)	1.6092	20.000	24.000	3.192
Molino Cyclotec (100-120)v-60Hz	0.805	0.137	0.0822	0.011
Sellador de bolsas	0.214	0.04	<u>0.006</u>	<u>0.0008</u>
TOTAL / DIA			<u>24.2312</u>	<u>5.2228</u>

SANGRE CON ANTICOAGULANTE

Centrífuga (5.5A - 110v)	0.75	0.75	0.419	0.056
Sec. de Bandejas (240v - 120Hz)	1.6092	24.00	28.800	3.830
Molino Cyclotec (100-120)v - 60Hz	0.805	0.133	0.080	0.01064
Sellador de bolsas	0.214	0.04	<u>0.006</u>	<u>0.0008</u>
TOTAL/DIA			<u>29.305</u>	<u>3.8974</u>

.' Costo de Electricidad = Q 0.133/día

CUADRO 16

COSTO DE PROCESO EN PLANTA PILOTO EN LA PRODUCCION DE HARINA DE SANGRE OBTENIDA DE SANGRE BOVINA, SECADA EN SECADOR DE RODOS.
COSTO Q/DIA.

SANGRE COAGULADA

	CANTIDAD lb/día	COSTO UNITARIO (Q)	COSTO (Q/día)
Sangre Líquida	2.2066	---	---
Vapor a	18.236	0.042/Kg de Vap.	0.766
Electricidad	0.229	0.133/KWH	<u>0.030</u>
TOTAL COSTO Q/DIA			<u><u>0.796</u></u>

SANGRE CON ANTICOAGULANTE

Sangre líquida	2.2066	---	---
Vapor a	18.2670	0.042/Kg de Vap.	0.7672
Electricidad	0.51	0.133/KWH	<u>0.068</u>
TOTAL COSTO Q/DIA			<u><u>0.8352</u></u>

CUADRO 17

COSTOS DE PROCESO EN PLANTA PILOTO EN LA PRODUCCION DE HARINA DE SANGRE OBTENIDA DE SANGRE BOVINA, SECADA EN SECADOR DE BANDEJAS. COSTO Q/DIA.

SANGRE COAGULADA

	CANTIDAD lb/día	COSTO UNITARIO (Q)	COSTO (Q/día)
Sangre líquida	2.2066	---	---
Electricidad	24.2312	0.133/KWH	<u>3.223</u>
TOTAL COSTO Q/DIA			<u>3.223</u>

SANGRE CON ANTICOAGULANTE

Sangre líquida	2.2066	---	---
Electricidad	29.305	0.133/KWH	<u>3.898</u>
TOTAL COSTO Q/DIA			<u>3.898</u>