

ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN SANGRE DE BOVINO Y CERDO

Comparative Study of Essential Amino Acids in Bovine and Porcine Blood

Mariela Bracho N., Enrique Márquez-Salas y Beatriz Arias de Muñoz

Unidad de Investigación Ciencia y Tecnología de los Alimentos (UDICTA), Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, Apartado 15252. Maracaibo 4005-A, Edo. Zulia, Venezuela.

RESUMEN

La sangre animal constituye una valiosa fuente de proteínas y aminoácidos esenciales. Los estudios que existen sobre el contenido de aminoácidos de las proteínas sanguíneas animales se refieren principalmente a la especie bovina de países con patrones alimenticios, ambientales, etc. diferentes al nuestro; de allí el interés de estudiar la composición en aminoácidos de la sangre de bovino y porcino y sus fracciones, a fin de establecer comparaciones que sean útiles y aplicables en la formulación de alimentos de alto valor nutritivo y bajo costo. Las muestras sanguíneas recolectadas fueron centrifugadas para su separación. A la sangre y fracciones sanguíneas se les determinó el porcentaje de proteína, humedad, y aminoácidos esenciales. Los datos hallados fueron sometidos a un análisis de varianza y las medias obtenidas se compararon mediante la Prueba de Duncan. La sangre de bovino y cerdo fueron deficientes en isoleucina (0,93 y 0,69g/100g de proteína respectivamente). En relación a la fracción globular, el mayor contenido de aminoácidos esenciales fue observado en glóbulos de bovino (50,75g/100 g de proteína). La isoleucina fue el aminoácido limitante en los glóbulos de bovino (1,08g/100 g de proteína) y cerdo (0,28g/100g de proteína) según la FAO/WHO/UNO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization/United Nations Organization), la cual establece 2,8g/100g de proteína para niños en edad escolar. Independientemente de la especie, la proteína del plasma aporta todos los aminoácidos esenciales para la nutrición humana.

Palabras clave: Sangre animal, proteínas, aminoácidos.

ABSTRACT

Animal blood constitutes a valuable source of proteins rich in essential amino acids. The current studies of amino acids in

animal blood proteins refer principally to bovine species in countries with different nutritive, climate patterns from our; hence, the interest involving the study of essential amino acids composition from bovine and porcine blood and their respective fractions, to establish comparisons of helpful application in formulating high nutritional value and low cost food. Blood samples of bovine and porcine were centrifuged for their separation. Percentages of protein and humidity were determined on each fraction, as well as essential amino acids content. Data collected were subjected to ANOVA. Treatment means were compared using the Duncan's Multiple Range Test procedure. Bovine and porcine blood were isoleucine-deficient (0.93 and 0.69g/100g of protein respectively). Regarding the globular fraction, the highest content of essential amino acids was observed in bovine globules (50.75g/100 g of protein). Isoleucine was limiting in bovine (1.08g/100g of protein) and porcine globules (0.28g/100g of protein) according to FAO/WHO/UNO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization/United Nations Organization), who establish 2,8g/100g of protein in school children. Regardless the species, plasma proteins have all the essential amino acids required for human nutrition.

Key words: Animal blood, proteins, amino acids.

INTRODUCCIÓN

Diversas investigaciones [8, 15, 16, 24] han demostrado que la sangre animal representa una fuente potencial de aminoácidos esenciales comestibles, sin embargo, en los mataderos es desechada en su mayor parte, convirtiéndose en un efluente altamente contaminante con todas las graves consecuencias que esto origina. En el estado Zulia para 1996, las cifras de animales beneficiados fue de 127.418 para bovinos, 82.300 para porcinos, 45.537.626 para pollos, 35.350 para gallinas, 3.960 para ovinos y 5.756 para caprinos [1]; cifras que

al ser ajustadas al actual crecimiento poblacional y convertidas en litros de sangre, representarían un gran tonelaje de proteínas de alta calidad mal empleadas.

La fácil digestibilidad y calidad en la composición de aminoácidos de la sangre y sus fracciones le confieren a sus proteínas un alto valor biológico, razón por la cual han sido incorporada en la formulación de diferentes alimentos para consumo humano y animal [4, 5, 7, 12, 13, 14, 18, 20, 24]. Tybor y col. [23] al estudiar el contenido de aminoácidos de aislados de plasma y globina desecados de bovino, hallaron que ambos contenían todos los aminoácidos esenciales para la nutrición humana. Los hallazgos de Wismer-Pedersen [24] confirman este hecho y añaden que aunque es una buena fuente de aminoácidos, la sangre de bovino es deficiente en isoleucina y baja en metionina, por lo que debería ser administrada en conjunto con otras proteínas que suplementen esta carencia.

El estudio de los aminoácidos sanguíneos animales ha sido reportado principalmente en la especie bovina, por lo que el objetivo de esta investigación consiste en establecer comparaciones con respecto al porcentaje proteico y contenido de aminoácidos en la sangre completa, glóbulos y plasma de bovino y cerdo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de muestras de sangre

Un total de 30 muestras (10 por muestreo) de sangre animal de 1 L cada una, 15 por cada especie (bovino y cerdo) fueron recolectadas en el Matadero Industrial "Maimca" de la ciudad de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela; empleando para su recolección una solución de tripolifosfato de sodio al 2% como anticoagulante [19].

Los animales implicados en el estudio correspondieron a ganado bovino mestizo con una mezcla de razas Holstein, Pardo Suizo, Criollo y Brahman; y ganado porcino mestizo conformado por un cruce de razas York Shire, Landrace, Hampshire y Duroc.

Tratamiento de las muestras y análisis químico

Una parte de las muestras de sangre se conservó como tal y la otra fue centrifugada a 3000 r.p.m. por 20 minutos, con la finalidad de separar la fracción corpuscular y la fracción plasmática.

A la sangre, glóbulos y plasma de las diferentes especies, se les determinó porcentaje de proteína siguiendo el método Macro-Kjeldahl y contenido de humedad por el método de secado en horno (110°C por 16 horas) [2]. Los análisis fueron realizados por triplicado.

Análisis de aminoácidos

Posterior a la hidrólisis ácida de las muestras con ácido clorhídrico marca Merk preparado a una concentración de 6N

y a su derivatización pre-columna con una solución fluorescente de orto-ftaldialdehído (OPA), se realizó el análisis de los aminoácidos por medio de un equipo de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) marca Shimadzu [22].

Como patrón de referencia de aminoácidos se utilizó un estándar de 50 η mol/mL preparado a partir de una solución madre de origen comercial (Amino acid standard solution AA-S-18, Sigma Chemical Co.), que contiene los aminoácidos resultantes luego de la hidrólisis ácida de una proteína.

El equipo consta de un inyector automático modelo SIL-6B que efectúa la derivatización antes de la separación cromatográfica, e inyecta 20 μ L de la muestra; un sistema controlador modelo SCL-6B; dos bombas de alta presión modelo LC-6A provistas de una cámara mezcladora de solventes; un horno para columna modelo CTO-6A; un detector de fluorescencia modelo FLD-6A acoplado a un computador Epson Action Tower 8000 con software Shimadzu Class-VP versión 4,2. La longitud de onda del detector fue de 350 m para la excitación y la fluorescencia emitida fue captada en un rango de 450 a 800 η m.

Se empleó una columna Altex Ultrasphere ODS, C-18, 15 cm de largo por 4,6 mm de diámetro interno, con partículas de sílica esférica de 5 μ de diámetro. Fue usado un sistema de gradiente binario como fase móvil, constituido por : solvente A compuesto por buffer acetato (0,05M, pH 6,6): metanol : tetrahidrofurano (80: 19: 1) y solvente B compuesto por metanol y buffer acetato 0,05M pH 6,6 (80: 20).

La identificación de cada aminoácido para su posterior cálculo de concentración, se llevó a cabo por comparación del tiempo de retención y área bajo la curva de los picos, con cada aminoácido contenido en el estándar comercial utilizado.

Análisis estadístico

El análisis estadístico consistió en un arreglo factorial 2x3, siendo los factores especie a dos niveles (bovino y cerdo) y fracción de la sangre a tres niveles (sangre completa, glóbulos y plasma).

Los datos fueron estudiados utilizando el análisis de varianza mediante el procedimiento del Modelo Lineal General (PROC. GML) del paquete estadístico SAS [21]. Las medias se compararon mediante la Prueba de Duncan [10]. Las diferencias fueron declaradas a un nivel del 95% de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio de proteína y humedad en sangre, glóbulos y plasma de las dos especies se muestran en la TABLA I. Con respecto al contenido proteico y la humedad de la sangre de bovino (19,18% y 80,17%) y cerdo (19,07% y 80,09%), no se encontraron diferencias significativas desde el punto de vista estadístico.

TABLA I
VALORES PROMEDIO DE PROTEÍNA Y HUMEDAD EN SANGRE, GLÓBULOS Y PLASMA DE DIFERENTES ESPECIES

	Sangre		Glóbulos		Plasma	
	Bovino	Cerdo	Bovino	Cerdo	Bovino	Cerdo
Proteínas (%)	19,18 ^a	19,07 ^a	27,11 ^a	31,32 ^b	7,21 ^a	6,65 ^a
Humedad (%)	80,17 ^a	80,09 ^a	73,27 ^a	69,15 ^b	90,96 ^a	91,50 ^a

a,b Medias con diferentes superíndices dentro de una misma fila y fracción sanguínea, difieren significativamente ($P < 0,05$).

TABLA II
COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES (g/100 g de Proteína) EN SANGRE DE DIFERENTES ESPECIES CON LOS VALORES REFERENCIALES REPORTADOS POR LA FAO/WHO/UNO*

Aminoácidos Esenciales	Sangre		FAO/WHO/UNO 1985	
	Bovino	Cerdo	Niños en edad escolar (6-12 años)	Adultos (>13 años)
Histidina	6,69 ^a	5,50 ^a	1,9	-
Isoleucina	0,93 ^a	0,69 ^a	2,8	1,3
Leucina	8,12 ^a	9,66 ^b	4,4	1,9
Lisina	8,68 ^a	5,84 ^b	4,4	1,6
Metionina	0,28 ^a	0,96 ^a	2,2 ^{**}	1,7 ^{**}
Fen + Tir ^{***}	12,81 ^a	8,54 ^b	2,2	1,9
Treonina	4,75 ^a	2,68 ^b	2,8	0,9
Valina	5,60 ^a	5,72 ^a	2,5	1,3
TOTAL	47,86 ^a	39,59 ^b	23,2	10,6

a,b Medias con diferentes superíndices dentro del tratamiento Sangre y en una misma fila difieren significativamente ($P < 0,05$).

* Food and Agriculture Organization/World Health Organization/United Nations Organization. ** Estos valores corresponden a la sumatoria de metionina+cisteína. *** Fenilalanina + Tirosina.

Los glóbulos de cerdo presentaron mayor ($P < 0,05$) contenido proteico (31,32%) y menor ($P < 0,05$) porcentaje de humedad (69,15%) que los glóbulos de bovino (27,11% y 73,27%).

No se observaron diferencias significativas en el contenido de proteína y humedad del plasma de bovino (7,21% y 90,96%) y cerdo (6,65% y 91,50%).

Benítez y col. [3] reportaron valores de proteína y humedad para la sangre, glóbulos y plasma de bovino y cerdo muy similares a los obtenidos en esta investigación: Bovino-sangre (18,43% y 80,55%), glóbulos (24,93% y 73,91%) y plasma (7,60% y 91,67%); cerdo- sangre (16,37% y 83,50%), glóbulos (29,77% y 71,01%) y plasma (7,30% y 92,10%).

La TABLA II muestra la composición en aminoácidos esenciales expresados en g/100 g de proteína de la sangre de las dos especies y su respectiva comparación con los valores referenciales reportados por la FAO/WHO/UNO, para niños en edad escolar y adultos [11] La proteína de la sangre de bovino posee mayor ($P < 0,05$) cantidad de aminoácidos esenciales (47,86g/100g de proteína) que la de cerdo (39,59g/100g de proteína). Sobre la base de la comparación con los valores de referencia de la FAO7, WHO/UNO, la isoleucina resultó ser el aminoácido limitante en las proteínas sanguíneas de ambas

especies. Contrario a esto los valores de leucina y lisina en la sangre de bovino y cerdo superaron los niveles recomendados por dichas instituciones, no obstante, diferencias significativas entre estas dos especies pueden ser apreciadas: menor contenido de leucina (8,12g/100g de proteína) pero mayor en lisina (8,68g/100g de proteína) en la sangre de bovino con respecto a la de cerdo (9,66 y 5,84g/100g de proteína). El contenido de metionina no fue comparado con los parámetros establecidos por la FAO/WHO/UNO, puesto que estos reportan sumatoria de aminoácidos azufrados (metionina+cisteína).

Diversos autores [6, 9, 23, 24] refieren elevadas cantidades de leucina y lisina en la sangre de bovino, así como bajo contenido de isoleucina y metionina. Los hallazgos obtenidos en la presente investigación concuerdan con los antes mencionados y revelan similitud en cuanto a composición de aminoácidos en la sangre de cerdo con la de bovino.

En la TABLA III se aprecia el contenido de aminoácidos esenciales en glóbulos de bovino y cerdo. La especie bovina alcanzó un total de aminoácidos esenciales de 50,75g/100g de proteína, valor superior ($P < 0,05$) al obtenido por los glóbulos de cerdo (36,71g/100g de proteína). De acuerdo a los parámetros establecidos por la FAO/WHO/UNO para los requerimientos básicos de aminoácidos esenciales en la nutrición humana

TABLA III

COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES (g/100 g de Proteína) EN GLÓBULOS DE DIFERENTES ESPECIES CON LOS VALORES REFERENCIALES REPORTADOS POR LA FAO/WHO/UNO*

Aminoácidos Esenciales	Glóbulos		FAO/WHO/UNO 1985	
	Bovino	Cerdo	Niños en edad escolar (6-12 años)	Adultos (>13 años)
Histidina	5,80 ^a	5,68 ^a	1,9	-
Isoleucina	1,08 ^a	0,28 ^b	2,8	1,3
Leucina	10,03 ^a	8,88 ^a	4,4	1,9
Lisina	9,10 ^a	5,33 ^b	4,4	1,6
Metionina	0,39 ^a	0,75 ^a	2,2 ^{**}	1,7 ^{**}
Fen + Tir ^{***}	13,70 ^a	7,33 ^b	2,2	1,9
Treonina	5,00 ^a	2,28 ^b	2,8	0,9
Valina	5,65 ^a	6,18 ^a	2,5	1,3
TOTAL	50,75 ^a	36,71 ^b	23,2	10,6

a,b Medias con diferentes superíndices dentro del tratamiento Glóbulos y en una misma fila difieren significativamente (P<0,05).

* Food and Agriculture Organization/World Health Organization/United Nations Organization. ** Estos valores corresponden a la sumatoria de metionina+cisteína. *** Fenilalanina + Tirosina.

TABLA IV

COMPARACIÓN DEL CONTENIDO DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES (g/100 g de Proteína) EN PLASMA DE DIFERENTES ESPECIES CON LOS VALORES REFERENCIALES REPORTADOS POR LA FAO/WHO/UNO*

Aminoácidos Esenciales	Plasma		FAO/WHO/UNO 1985	
	Bovino	Cerdo	Niños en edad escolar (6-12 años)	Adultos (> 13 años)
Histidina	5,18 ^a	2,18 ^b	1,9	-
Isoleucina	2,56 ^a	2,25 ^a	2,8	1,3
Leucina	5,95 ^a	6,29 ^a	4,4	1,9
Lisina	7,18 ^a	6,12 ^a	4,4	1,6
Metionina	0,21 ^a	0,53 ^a	2,2 ^{**}	1,7 ^{**}
Fen + Tir ^{***}	6,11 ^a	9,33 ^b	2,2	1,9
Treonina	5,34 ^a	3,95 ^b	2,8	0,9
Valina	3,85 ^a	4,12 ^a	2,5	1,3
TOTAL	36,38 ^a	34,77 ^a	23,2	10,6

a,b Medias con diferentes superíndices dentro del tratamiento Plasma y en una misma fila difieren significativamente (P<0,05).

* Food and Agriculture Organization/World Health Organization/United Nations Organization. ** Estos valores corresponden a la sumatoria de metionina+cisteína. *** Fenilalanina + Tirosina.

[11], los glóbulos de bovino y cerdo son deficientes en isoleucina. El contenido de lisina, fenilalanina+tirosina y treonina fue mayor significativamente en los glóbulos de bovino.

Parmer y col. [17], reportaron que la globina de cerdo es una proteína pobremente balanceada siendo deficiente en isoleucina, metionina y treonina de acuerdo a las necesidades de los niños y en isoleucina y metionina para adultos. Sin embargo, los requerimientos de aminoácidos de la FAO utilizados por estos investigadores corresponden al año 1974, con exigencias mayores a las propuestas actualmente. Al comparar dichos resultados con especificaciones más recientes de la

FAO [11], sólo el aminoácido isoleucina es limitante, resultado que concuerda con el obtenido en el presente trabajo.

La composición de aminoácidos en el plasma sanguíneo de bovino y cerdo y su comparación con los valores referenciales reportados por la FAO/WHO/UNO [11], se observan en la TABLA IV. Estadísticamente no existió diferencia significativa en el contenido total de aminoácidos esenciales del plasma de bovino (36,38g/100g proteína) y cerdo (34,77g/100g proteína). Los datos obtenidos indican que las proteínas del plasma de ambas especies aportan todos los aminoácidos esenciales

requeridos en la nutrición humana de acuerdo a las estimaciones hechas por la FAO/WHO/UNO [11].

Los resultados hallados en esta investigación indican que a pesar de que las proteínas de la sangre y glóbulos de bovino y cerdo representan una buena fuente de aminoácidos esenciales, principalmente leucina y lisina, son deficientes en isoleucina, por lo que deben ser administradas en conjunto con otras proteínas que puedan suplementar dicha falta. El plasma resulta ser la fracción más importante, ya que posee todos los aminoácidos esenciales en la cantidad indicada por la FAO/WHO/UNO [11]. En la actualidad sólo el plasma de bovino es presentado a la industria como alternativa para aumentar el contenido proteico y de aminoácidos esenciales en los alimentos; sin embargo, los resultados de este estudio demuestran que el plasma de cerdo también puede ser utilizado con los mismos beneficios que el plasma de bovino.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las proteínas de la sangre, glóbulos y plasma de cerdo poseen un valor nutritivo tan alto como las de bovino, no obstante, al igual que ésta última, su deficiencia en isoleucina obliga a ser empleadas en conjunto con otras proteínas que puedan suplementar la falta de este aminoácido.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) y al Parque Tecnológico Universitario del Zulia (PTU) por el soporte financiero otorgado para el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANUARIO ESTADÍSTICO AGRPECUARIO REGIONAL. República de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Unidad Estatal de Desarrollo Agropecuario del Estado Zulia (U.E.D.A.-Zulia). División de Planificación: 75-82. 1996
- [2] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 15th Ed. Washington, DC: 854-855. 1990.
- [3] BENITEZ, B.; BARBOZA, Y.; BRACHO, M.; IZQUIERDO, P.; MÁRQUEZ, E. Efecto del pH y concentración de las proteínas sobre la propiedad de gelación de la sangre animal. **Rev. Cient. FCV-LUZ**. Vol. IX (3): 190-195. 1999.
- [4] BARBOZA, Y.; MÁRQUEZ, E.; ARIAS DE M., B.; FARÍA, J.; CASTEJÓN, O. Utilización del plasma sanguíneo de bovino como fuente proteica en la formulación de un medio de cultivo para lactobacilos. **Rev. Cient. FCV-LUZ**. Vol. IV (1): 55-59. 1994.
- [5] BATES, R.; WU, C.; MURPHY, B. Use of animal blood and cheese whey in breads. **J. Food Sci.** 39: 585-592. 1974.
- [6] BOURGEOIS, C.; ROUX, P. **Proteínas Animales**. Editorial El Manual Moderno. Mexico: 244-260. 1986.
- [7] CALDIRONI, H.; OCKERMANN, H. Incorporation of blood proteins into sausage. **J. Food Sci.** 47: 405-411. 1982.
- [8] DEL RIO DE REYS, M.; CONSTANTINIDES, S.; SGARBIERI, V.; DASH, A. Chicken blood plasma proteins: physicochemical, nutritional and functional properties. **J. Food Sci.** 45: 17-20. 1980.
- [9] DE VUONO, M.; PENTEADO, C.; LAJOLO, F.; PEREIRA DOS SANTOS, N. Functional and nutritional properties of isolated bovine blood proteins. **J. Sci. Food Agric.** 30: 809-815. 1979.
- [10] DUNCAN, D. Multiple range and F test. **Biometrics.** 11: 1-42. 1985.
- [11] FAO/WHO/UNU. **Energy and protein requirements**. Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Geneva: World Health Organization: 11-13. 1985.
- [12] HAZARIKA, M.; BIRO, G. Effect of incorporation of blood proteins into sausage. **J. Food Sci. Technol.** 30 (5): 380-381. 1993.
- [13] MÁRQUEZ, E.; BARBOZA, Y.; IZQUIERDO, P.; TORRES, G. Studies on the incorporation of bovine plasma in emulsion type of meat product. **J. Food Sci. Technol.** 34 (4): 337-339. 1997.
- [14] MÁRQUEZ, E.; BENÍTEZ, B.; MÉNDEZ, N.; RANGEL, L.; MEDRANO, I.; VENENCIA, I.; IZQUIERDO, P.; ROMERO, R.; CASTEJÓN, H. Características nutricionales de una galleta formulada con plasma sanguíneo de bovino como principal fuente proteica. **Arch. Latinoam. Nutric.** 48 (3): 250-255. 1998.
- [15] NAVA, R. **Extracción y purificación de globina de sangre de porcino**. Ediciones de la Facultad Experimental de Ciencias-LUZ. Maracaibo, Venezuela: 44. 1985.
- [16] PALS, C. The practical aspects of blood component procurement, **Proceeding of the Meat Industry research Conference**. American Meat Institute Foundation: 17-21. 1970.
- [17] PARMER, E.; SURAK, J.; KNAPP, F. Nutritional evaluation of porcine globin using *Tetrahymena pyriformis* strain E. **J. Food Sci.** 43: 499-501. 1978.
- [18] PERUNOVIC, M.; CAVOSKI, D.; BASTIC, L.; RADOVANOVIC, R.; BOJOVIC, P. Possibilities of using blood plasma in manufacture of liver paste. **Tehnologija Mesa.** 34 (4): 132-136. 1993.

- [19] RANGEL, L.; ARCHILE, A.; CASTEJÓN, O.; IZQUIERDO, P.; MÁRQUEZ, E. Utilización del tripolifosfato como anticoagulante y su efecto sobre las propiedades emulsificantes del plasma. **Rev. Cient. FCV-LUZ**. Vol. V (2): 111-116. 1995.
- [20] RODAS, A.; LEAL, M.; ARIAS DE M., B.; HUERTA, N.; MÁRQUEZ, E. Adición de plasma y paquete globular en la formulación de jamones cocidos. **Rev. Cient. FCV-LUZ**. Vol. VIII (1): 35-39. 1998.
- [21] STATISTIC ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). The SAS System for Windows. Inc., Cary, NC 27513, USA. Ver. 6.12. 1996.
- [22] TORRES, G.; GÓMEZ, O.; MÁRQUEZ, E. Análisis de aminoácidos por cromatografía líquida de alta resolución usando un gradiente binario y un sistema ternario de solventes. **Acta Cient. Vzlaná**. 4 (Supl. 1): 312. 1994
- [23] TYBOR, P.; DILL, C.; LANDMANN, W. Functional properties of proteins isolated from bovine blood by a continuous pilot process. **J. Food Sci**. 40: 155-159. 1975.
- [24] WISMER-PEDERSEN, J. Utilization of animal blood in meat products. **Food Technol**. 33 (8): 76-80. 1979.