

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE QUERÉTARO**

**ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA**

**USO DE SUBPRODUCTOS DE SANGRE
SECADOS POR ASPERSION
COMO FUENTE DE PROTEINA
PARA EL LECHON DESTETADO**

T E S I S

Que para obtener el título de:

MEDICO VETERINARIO ZOOCTECNISTA

Presenta:

JULIETA SIERRA DIAZ

QUERÉTARO, QRO., ENERO DE 1996

No. Adq. H59371

No. Título _____

Clas. 636.4

55724

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

***USO DE SUBPRODUCTOS DE SANGRE SECADOS POR ASPERSIÓN
COMO FUENTE DE PROTEÍNA PARA EL LECHÓN DESTETADO.***

TESIS

QUE

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

Julieta Sierra Díaz.

A S E S O R

Dr. José Antonio Cuarón Ibarquengoytia.

CO A S E S O R

Dr. Felipe Ruiz López.

Querétaro, Qro., enero de 1996.

CONTENIDO.

RESUMEN	1
ANTECEDENTES.	2
INTRODUCCIÓN.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
HIPÓTESIS.....	15
OBJETIVO.	15
MATERIAL Y MÉTODOS.....	16
RESULTADOS.	26
DISCUSIÓN.	34
CONCLUSIONES.....	37
LITERATURA CITADA.....	39

RESUMEN

Se realizó una serie de tres experimentos para evaluar el efecto del uso de subproductos de sangre secados por aspersión (plasma animal, plasma porcino y harina de la fracción celular de la sangre). Se usaron 384 lechones producto de cruzamientos alternos Landrace-Duroc, destetados a 24 días de edad en promedio, con un peso inicial promedio de 7.25 ± 1.26 kg. Los experimentos se condujeron utilizando un diseño de bloques aleatorizados; los datos fueron sometidos a un análisis de varianza usando los procedimientos lineales generales del paquete estadístico SAS (1985). Las dietas se formularon mediante programación lineal a costo mínimo para igualar o exceder los requerimientos nutricionales del NRC (1988) respecto a la concentración de nutrientes para las etapas correspondientes del crecimiento. El perfil de aminoácidos, en relación a lisina, se aproximó a las recomendaciones para una proteína ideal. En el experimento 1 se determinó el requerimiento de lisina en dietas para lechones en la fase de iniciación con y sin Plasma Porcino Deshidratado (PPD), el experimento se dividió en 6 tratamientos, los tratamientos 1 a 4 contenían 1.15, 1.27, 1.39 y 1.51% de lisina total y 5% de PPD y los tratamientos 5 y 6 se usaron como controles con 1.15 y 1.51% de lisina total. Se observaron diferencias ($P < 0.03$) en el consumo diario de alimento entre tratamientos con PPD y tratamientos control (538 vs. 470 g/d, respectivamente); la eficiencia alimenticia mejoró linealmente ($P < 0.05$) en función del porcentaje de lisina en la dieta (digestible y total), donde la tendencia de la respuesta a los tratamientos con PPD fue mejor que la mostrada en los tratamientos control en un 10% para la lisina total y en un 13.7% para la lisina digestible. Aprovechando la dispersión en el consumo diario de alimento se calculó el consumo diario promedio de lisina y se determinó una ecuación cuadrática para calcular el nivel óptimo de lisina, entendido como el punto en que se observa la máxima eficiencia alimenticia, obteniendo un nivel de 1.47% de lisina total y 1.31% de lisina digestible. El objetivo del experimento 2, fue evaluar el efecto de la Harina de la Fracción Celular de la Sangre (HFCS), en lechones previamente alimentados durante la fase de iniciación (FI), entendida como la fase de las primeras semanas inmediatas al destete, con dietas con Plasma Animal Deshidratado (PAD) y con diferentes condiciones de manejo alimenticio, durante la fase de destete (FII), que incluye las dos semanas posteriores a la fase de iniciación; por lo que el experimento se dividió en dos trabajos donde las únicas diferencias fueron los horarios de alimentación: durante la primera semana cada 4 h. vs. 2 veces al día (a las 9 y a las 17 h.) y la duración de la FI (2 semanas en el primero vs. 1 semana en el segundo). En el primer trabajo, se observó que los animales alimentados con PAD tuvieron una mejor respuesta productiva ($P < 0.04$) durante el período de iniciación, pero la ventaja se perdió en la fase II; en el segundo trabajo no se observaron diferencias ($P > 0.10$) en ninguna de las dos fases. En el experimento 3, se evaluó el efecto de incluir niveles crecientes de HFCS en la dieta durante la FII; en la GDP se observó un efecto cuadrático ($P < 0.04$) y el óptimo de inclusión se calculó al 1.54% de la dieta. En conclusión: la respuesta a lisina es independiente de la calidad de los ingredientes en la dieta y la demanda porcentual de lisina está en función del consumo voluntario. El beneficio del PPD y del PAD radica en la inducción de un mayor consumo de alimento. Un buen manejo alimenticio se traduce en una mejor respuesta productiva y en un comportamiento más homogéneo. El nivel de inclusión de la HFCS está en función de su valor de complementación con los demás ingredientes en la dieta. El exceso de la HFCS provoca un desbalance en la relación metionina:cistina, por pérdida de cistina. En general, estos productos son una fuente proteica de buena calidad y una alternativa para la alimentación del lechón recién destetado, pues aseguran la respuesta productiva del lechón durante el período posdestete.

ANTECEDENTES.

Actualmente, se han desarrollado una gran variedad de subproductos alimenticios como fuente de proteína para disminuir el efecto de la transición al destete y acelerar el crecimiento, éstos pueden sustituir a otras fuentes de proteína tales como la soya o el suero de leche, en lo particular destacan el plasma sanguíneo animal deshidratado y la harina de sangre (completa o como su fracción celular). Las propiedades nutricionales más destacadas de estos subproductos son su alto contenido proteico, su perfil de aminoácidos y su alta digestibilidad (Gatnau y Zimmerman, 1991).

El plasma animal deshidratado ha sido usado como aditivo en la industria cárnica y harinera, y es de reciente utilización en la nutrición del cerdo (Gatnau y Zimmerman, 1991). Gatnau et al. (1991), encontraron que el nivel óptimo de inclusión de plasma porcino deshidratado es del 6% para lechones de 4 semanas de edad alimentados con dietas maíz-pasta de soya-suero de leche deshidratado, incluyendo plasma porcino durante las 2 primeras semanas. El fabricante recomienda un porcentaje del 5% de inclusión en dietas de iniciación, sin embargo, no fundamenta este hecho. Según Hansen et al. (1993), las proteínas plasmáticas son similares a aquellas presentes en la leche y de acuerdo con Sohn et al. (1991), las proteínas plasmáticas son una alternativa efectiva para suplir el uso de suero seco de leche en lechones destetados tempranamente, además de ofrecer una buena fuente de proteína dietaria en esta etapa. Fakler et al. (1992a, 1992b), realizaron un trabajo con lechones destetados a los 24 días en promedio, concluyendo que los lechones que consumen dietas con proteína plasmática tienen un desarrollo superior al ser comparados con cerdos alimentados con dietas a base de pasta de soya.

En un trabajo realizado con ratones por Thomson et al. (1993), se observó que los ratones respondieron a la inclusión de plasma porcino en la dieta con aumentos en consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia durante el período inmediato al destete. Crenshaw et al. (1995), realizaron un trabajo con lechones destetados a 24 días de edad, alimentándolos con dietas con proteína plasmática deshidratada y obtuvieron ganancias de peso de aproximadamente 30% más que el grupo control durante la primera semana posdestete. Sin embargo, los lechones aparentemente perdieron esta ventaja a la quinta semana. Posteriormente, en cerdos en la etapa de crecimiento no se observó efecto por el uso de proteína plasmática en el desarrollo subsecuente.

Algunos investigadores mencionan que la harina de sangre secada por aspersión es una buena fuente de proteína (Hansen et al., 1993; Kats et al., 1994), Russel y Weaver (1994) mencionaron que ésta puede ser sustituida por la harina de la fracción celular de la sangre; sin embargo, los trabajos realizados en relación al uso de harina de sangre en lechones son escasos y no hay evidencia en la literatura con respecto al efecto de la inclusión de harina de la fracción celular de la sangre en el comportamiento productivo de lechones en el período posdestete.

A la fecha, no se han realizado trabajos donde se evalúe el efecto del uso de las proteínas plasmáticas en la disponibilidad de lisina en la dieta, ni su efecto al interactuar con otros subproductos de sangre secados por aspersión, como la harina de la fracción celular de la sangre.

INTRODUCCIÓN.

Aún bajo condiciones óptimas, el período de transición de una dieta líquida y altamente digestible (como es la leche materna), a otra seca con una composición y digestibilidad distinta, acompañado de otros factores estresantes involucrados con el destete temprano, se convierte en una situación traumática para el lechón; por lo que el período posdestete es una de las fases más críticas del ciclo productivo de los cerdos, lo que ha dado origen a múltiples investigaciones en el área.

Las explotaciones porcícolas actuales tienden a usar el destete temprano (21 días de edad o menos), lo cual es deseable para los productores pues se maximiza la eficiencia de la cerda. Sin embargo, los lechones todavía no han alcanzado la madurez digestiva. Con esto, el destete implica un período de recesión de crecimiento (Gómez y Cuarón, 1992), que resulta en un menor consumo de alimento, pobre conversión alimenticia, pérdida de peso y malabsorción intestinal, que se traduce en diarreas.

Derivado de lo anterior, ha habido un interés constante por el estudio de diferentes fuentes de alimentación para lechones recién destetados. Desde la introducción de dietas complejas de iniciación, se han investigado los métodos de incorporación de varias fuentes de proteína para mejorar el crecimiento. Entre las fuentes proteicas que más comúnmente se han estudiado para lechones, encontramos: caseína, suero de leche, harina de sangre, harina de pescado, harina de carne y harinas derivadas de soya (Himmelberg et al., 1985; Cinq-Mars et al., 1986; Walker et al., 1986).

Los criterios que se han venido utilizando para comparar éstas fuentes proteicas han sido principalmente: la ganancia de peso, el consumo voluntario, la eficiencia alimenticia, la retención de nitrógeno, la digestibilidad y la disponibilidad de los nutrientes (Leibholz, 1982; Jorgensen et al., 1984; Asche et al., 1989).

Dentro de la nutrición animal es importante considerar el aporte de nutrientes de los subproductos de origen animal, principalmente de proteína, formada por aminoácidos. Muchos estudios han demostrado que la digestibilidad aparente de los aminoácidos varía mucho de una fuente de proteína a otra. Se sabe que los subproductos de origen animal (principalmente harinas de carne, de carne y hueso y de sangre) tienen una baja disponibilidad de aminoácidos, que muchas veces depende del proceso al que son sometidos. Se ha demostrado (Batterham et al., 1986a, b) que la exposición de estos subproductos a altas presiones y temperaturas durante un período prolongado, disminuye la digestibilidad y la disponibilidad de los nutrientes, principalmente de la proteína y sus aminoácidos; de estos aminoácidos. El más importantes es la lisina, por su carácter de primer aminoácido limitante y por lo que se usa como base de la formulación de dietas a proteína ideal para cerdos. López et al. (1994) realizaron un trabajo donde determinaron la digestibilidad de la lisina en la harina de carne y hueso, a partir de una fuente de lisina con digestibilidad conocida, como la L-Lisina.HCl, que es del 100% (Izquierdo et al., 1988), obteniendo un coeficiente de digestibilidad del aminoácido en la harina de carne y hueso del 75%. La digestibilidad y disponibilidad de los aminoácidos define el valor potencial de la proteína en la dieta, por lo que es importante conocer la digestibilidad de la lisina en los ingredientes que se utilizan en formulación y los niveles que se requieren de la misma, sobre todo cuando se formula a un perfil de aminoácidos constante.

Las recomendaciones del nivel de lisina que se debe usar son variables de acuerdo a la fuente: Lewis et al. (1981), realizaron un experimento donde determinaron que el requerimiento de lisina para lechones de 5 a 15 kg de peso vivo va del 1.15 al 1.25% en dietas con un 19% de proteína cruda; NRC (1988) recomienda un nivel del 1.15% de lisina total para lechones de 5 a 10 kg y 0.95% para cerdos de 10 a 15 kg de peso corporal; Southern (1991), considerando que el 85% del aminoácido en la dieta es digestible, recomienda un porcentaje del 1.35% de lisina total. Por otro lado, Chung y Baker (1992a), de acuerdo con el sistema de proteína ideal, mencionan que el nivel de lisina total requerido por el lechón en la dieta en esta etapa es del 1.20%.

Recientemente, Russel y Weaver (1994) sugieren que el nivel de lisina en dietas con plasma porcino deshidratado para lechones en la etapa de iniciación es del 1.50% del total. Debido a esto, es importante considerar la posibilidad de determinar el nivel de lisina que requiere la población que se estudia.

Los subproductos de sangre secados por aspersión se obtienen al momento del sacrificio, partiendo de la sangre como materia prima, ésta se colecta en tanques refrigerados y se le adiciona un anticoagulante (generalmente citrato de sodio); la fracción del plasma y la fracción celular se procesan centrifugando la sangre. El producto (ya sea la fracción plasmática, la celular o la sangre completa) se almacena a -4°C , hasta que el producto es secado por el proceso que se conoce como *secado por aspersión*. Este proceso, descrito por Gatnau y Zimmerman (1991), consiste de 3 fases:

1. Precalentamiento: 25 minutos a 32°C .
2. Secado por aspersión: de 1 a 2 minutos a 207°C .
3. Reducción de la humedad: de 1 a 2 minutos a 93°C .

Los productos obtenidos por este método son considerados buenas fuentes de proteína para lechones destetados a temprana edad, comparados con harinas de pescado y productos derivados de la soya (Kats et al., 1994) y hay evidencia de que las proteínas plasmáticas, incluidas en dietas de iniciación, mejoran la respuesta productiva de los lechones (Sohn et al., 1991; Fakler et al., 1992a, b), llegando incluso a atribuirle propiedades inmunológicas (Gatnau y Zimmerman, 1991). Sin embargo, es importante recordar que la absorción de inmunoglobulinas a través del intestino sólo es posible durante las primeras 12 a 24 horas de vida del lechón (Shimada, 1984).

REVISIÓN DE LITERATURA

En forma natural, los lechones dejan de amamantarse entre las 8 y 12 semanas de edad, de manera que el destete constituye un proceso gradual en el que el sistema digestivo se va adaptando progresivamente a mayores cantidades de alimento sólido y a cantidades más reducidas de leche. El límite de inclusión de un ingrediente está en función de su valor de complementación con los demás ingredientes en la dieta. intensificación de los sistemas de producción, surgió la necesidad de acelerar este proceso a fin de optimizar la productividad (Gómez y Cuarón, 1992).

El lechón está sometido a una serie de rápidos cambios digestivos, metabólicos e inmunológicos, lo que genera una situación de estrés en él. Para lograr que la etapa posdestete sea exitosa, se deben conocer lo mejor posible los patrones de actividad enzimática en la digestión en lechones, a partir de que inician su actividad hasta el momento en que alcanzan la madurez completa.

Actividad enzimática.

Hartman et al. (1961) describen de la siguiente forma la actividad enzimática del lechón (citado por Gómez y Cuarón, 1992):

Lactasa: se ha encontrado actividad de ésta enzima algunos días antes del nacimiento de los lechones, aunque alcanza su punto máximo poco después del nacimiento, comenzando a declinar a partir de la tercera semana de vida extrauterina; este patrón se encuentra ligado con la curva de producción de leche de la cerda, ya que alcanza un punto máximo entre la segunda y la tercera semanas de vida y empieza a declinar.

Amilasa pancreática: en forma opuesta a la lactasa, su actividad es baja al nacimiento y mantiene el mismo nivel hasta la tercera semana, donde empieza a aumentar en forma lineal. lineal, alcanzando el máximo entre la quinta y sexta semanas de vida.

Sacarasa y maltasa intestinales: siguen el mismo patrón que la amilasa pancreática, alcanzando un máximo después de la sexta semana.

Actividad proteolítica: la actividad proteolítica en el *estómago* es baja al nacimiento, se mantiene constante hasta la segunda semana y muestra un aumento marcado hasta la sexta o séptima semanas. La actividad proteolítica en el *páncreas* es alta al nacimiento y suele aumentar durante la primera semana, manteniéndose hasta la tercera y alcanzando el punto máximo aproximadamente en la séptima semana de edad.

Antes de los 35 días de edad, el patrón de secreción y la actividad de las enzimas digestivas está adaptado para la digestión de lácteos; sin embargo, debido a la intensificación de los sistemas productivos, los animales no han alcanzado una madurez digestiva adecuada al momento del destete, lo que provoca el período de recesión, asociado directamente al tipo de dieta posdestete. (Gómez et al., 1994), por lo anterior, la habilidad de consumo de alimento del lechón es cuestionable durante los primeros 7 a 10 días posdestete, puesto que, además, no ha establecido sus patrones de consumo por el tipo de alimento al que se expone. Se ha realizado una serie de trabajos evaluando el efecto del uso de subproductos lácteos en dietas de iniciación para lechones, observando que su uso induce la activación temprana de las enzimas digestivas (Okai et al., 1976; Shields et al., 1980; Graham et al., 1981). Recientemente, Cain et al. (1992), realizaron un trabajo con lechones destetados a 21 días de edad y midieron la actividad enzimática de lactasa y maltasa una semana después de haberlos alimentado con dietas de iniciación con o sin plasma porcino deshidratado, encontrando que la actividad de la lactasa persistió más tiempo y la de la maltasa se desarrolló más pronto cuando se incluyó

plasma porcino deshidratado en la dieta. Se puede suponer, que por los resultados obtenidos en este trabajo, al igual que los subproductos lácteos, las proteínas plasmáticas estimulan la actividad enzimática del lechón, ayudando a que el período de recesión sea menos severo.

El lechón viene de un ambiente donde es alimentado frecuentemente, de acuerdo con Cisneros et al. (1989), cada 50 a 60 minutos, por lo que es importante que en la etapa posdestete la frecuencia de alimentación sea alta. Mojica et al. (1991), alimentaron a lechones al destete con distinta frecuencia, basándose en los hábitos de amamantamiento, encontrando que una frecuencia de alimentación alta (de 4 a 6 veces al día), proporcionando menor cantidad de alimento por comida, es de relevancia durante las dos primeras semanas posdestete, ya que los lechones tienden a consumir mayor cantidad de alimento, además de que disminuye la incidencia de diarreas y el desperdicio de alimento.

Por otro lado, Gómez et al. (1991) realizaron un trabajo con lechones al destete evaluando el efecto de diferentes dietas y alimentando a los lechones con intervalos de 4 h., obteniendo una mejoría en las ganancias de peso en lechones destetados a los 28 días, concluyendo que ésta se debió a un mayor consumo de alimento, más que a una habilidad superior de transformar el alimento en tejido, independientemente del tipo de dieta (simple o compleja). Gómez y Cuarón (1993) mencionaron que si se usa un intervalo corto entre comidas y se alimenta a saciedad, la calidad de la dieta o la sofisticación de la misma son de relevancia secundaria.

Abín (1991), menciona que un factor importante dentro de los patrones de consumo de los lechones, cuando se practica el destete temprano, es el sabor del alimento. Ermer et al. (1994), realizaron una prueba, ofreciendo dos tipos diferentes de dietas a lechones destetados, las cuales contenían suero de leche seco o plasma porcino deshidratado, y observaron que los animales prefirieron las dietas con plasma porcino deshidratado a aquellas con suero de leche

seco, concluyendo que el aumento en el consumo de las dietas con plasma porcino deshidratado pudo deberse a su mejor gustocidad. Sin embargo, Cuarón et al. (1995), realizaron un trabajo con saborizantes en lechones, sin dar opción de elección, contrario a lo realizado por Ermer et al. (1994); no se observaron diferencias en el consumo, concluyendo que el consumo de alimento no estuvo asociado al sabor del mismo. Esto se puede aplicar de la misma manera para el plasma porcino deshidratado; incluso, no existe evidencia de que la causa de este mayor consumo sea debida al sabor que el producto le confiere al alimento.

Gatnau y Zimmerman (1991), mencionan que las propiedades más destacadas del plasma deshidratado son su alto contenido proteico (70%), su perfil de aminoácidos, y su contenido de inmunoglobulinas. El contenido de cenizas puede variar entre el 8.6% (Young y Lawrie, 1974) y el 17% (Delaney, 1975). La concentración de sodio es de 5.1% (Howel y Lawrie, 1983; Gatnau y Zimmerman, 1991). La composición y el perfil de aminoácidos del plasma porcino y el plasma animal deshidratados se muestran en los Cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Composición del plasma animal y del plasma porcino deshidratados (base húmeda).

	Plasma animal deshidratado	Plasma porcino deshidratado
Proteína Cruda, %	78.00	70.00
Grasa cruda, %	2.00	2.00
Fibra Cruda, %	0.30	0.30
Humedad, %	9.00	9.00
Cenizas, %	10.00	14.00
Sodio, %	3.00	6.00
Hierro, PPM	50.00	50.00
Calcio, %	0.15	0.15
Cloro, %	1.50	3.00
Fósforo, %	1.70	0.15
Potasio, %	0.09	0.60
Energía digestible, Kcal/kg	4097	3798
Energía metabolizable, Kcal/kg	3895	3605

Fuente: Russel y Weaver (1994).

Cuadro 2. Perfil de aminoácidos del plasma animal y del plasma porcino deshidratados (base húmeda).

PERFIL DE AMINOÁCIDOS	Plasma animal deshidratado	Plasma porcino deshidratado
Alanina, %	3.9	3.6
Arginina, %	4.5	4.0
Cistina, %	1.8	1.5
Ácido glutámico, %	11.2	9.8
Histidina, %	2.5	2.2
Isoleucina, %	2.0	1.7
Leucina, %	7.4	6.6
Lisina, %	6.9	6.2
Metionina, %	0.7	0.6
Fenilalanina, %	4.8	4.3
Treonina, %	4.3	3.8
Triptofano, %	1.3	1.1
Tirosina, %	4.0	3.5

Fuente: Russel y Weaver (1994).

El estrés del período posdestete provoca una depresión inmunológica. Se han usado inmunoglobulinas como aditivos en sustitutos de leche para disminuir el porcentaje de enfermedades y mortalidad, obteniendo resultados positivos (Varley et al., 1986; De Gregorio y Barr, 1989). Gatnau et al. (1991) mencionan que las inmunoglobulinas presentes en el plasma animal deshidratado han sido implicadas como contribuyentes en la inmunocompetencia del lechón recién nacido, y que el plasma porcino deshidratado posee anticuerpos funcionales que pueden ser absorbidos en el intestino por lechones privados de calostro.

Harina de sangre completa.

Se han realizado trabajos usando la harina de sangre completa secada por aspersion, según Hansen et al. (1993), ésta una influencia positiva en el desarrollo subsecuente, pero aparentemente no tiene tan buen sabor como el plasma porcino cuando se usa en dietas de

iniciación. Si se relaciona esto con lo previamente descrito, se podría concluir que la harina de sangre no estimula el consumo de alimento. Kats et al. (1994), mencionan que la harina de sangre completa deshidratada, tanto de bovinos, como de porcinos y aves es una fuente de proteína efectiva en dietas de destete (7 a 28 d. posdestete); pero no es necesaria en dietas de cerdos más grandes (21 a 42 d. posdestete).

Russel (1994), mencionó que la harina de sangre completa puede ser sustituida por la harina de la fracción celular de la sangre, puesto que sus propiedades y composición son muy similares, aunque no se encontró evidencia en la literatura del efecto de la inclusión de harina de la fracción celular de la sangre en el comportamiento productivo de los lechones destetados. La composición y perfil de aminoácidos de la harina de sangre completa y de la harina de la fracción celular de la sangre se muestran en los Cuadros 3 y 4.

Cuadro 3. Composición de la harina de sangre y la harina de la fracción celular de la sangre (base húmeda).

	Harina de sangre	Harina de la fracción celular de la sangre
Proteína Cruda, %	90.00	92.00
Grasa cruda, %	2.00	2.00
Fibra Cruda, %	0.50	0.50
Humedad, %	8.00	8.00
Cenizas, %	5.00	3.00
Sodio, %	1.21	0.80
Hierro, PPM	2000	2700
Calcio, %	0.10	0.02
Cloro, %	1.40	1.40
Fósforo, %	25.00	--
Potasio, %	1.00	0.25
Energía digestible, Kcal/kg	4426	4483
Energía metabolizable, Kcal/kg	4214	4270

Fuente: Russel y Weaver (1994).

Cuadro 4. Perfil de aminoácidos de la harina de sangre y de la harina de la fracción celular de la sangre (base húmeda).

PERFIL DE AMINOÁCIDOS	Harina de sangre	Harina de la fracción celular de la sangre
Alanina, %	6.8	7.6
Arginina, %	3.9	4.0
Cistina, %	0.9	0.6
Ácido glutámico, %	8.5	8.7
Histidina, %	5.9	7.5
Isoleucina, %	1.0	0.6
Leucina, %	12.3	13.4
Lisina, %	8.2	9.0
Metionina, %	1.0	0.8
Fenilalanina, %	6.2	7.1
Treonina, %	3.8	3.6
Triptofano, %	1.2	1.2
Tirosina, %	2.6	2.2

Fuente: Russel y Weaver (1994).

HIPÓTESIS.

El uso de subproductos de sangre secados por aspersión (plasma animal deshidratado, plasma porcino deshidratado y harina de la fracción celular de la sangre), durante el período posdestete, en la dieta de lechones destetados, puede mejorar el comportamiento productivo.

OBJETIVO.

Evaluar el efecto de la adición de subproductos de sangre secados por aspersión, en dietas para lechones durante el período inmediato al destete (28 días) en el comportamiento productivo, que incluye la ganancia diaria de peso, el consumo diario de alimento y la eficiencia alimenticia.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Este trabajo se realizó en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal (CNIFyMA), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en el km. 1.0 de la carretera a Colón, municipio de Colón, estado de Querétaro, a 1950 m. sobre el nivel del mar; con clima semiseco templado, con lluvias en verano, precipitación pluvial anual de 500 a 600 mm. y una temperatura media anual de 14°C (Soria et al., 1987).

Se realizó una serie de tres experimentos:

1. Determinación del nivel óptimo de lisina en dietas con o sin plasma porcino deshidratado para lechones destetados.
2. Efecto del uso de sangre animal procesada (plasma animal deshidratado y harina de la fracción celular de la sangre) en la alimentación del lechón destetado.
3. Efecto de la inclusión de diferentes niveles de harina de la fracción celular de la sangre en dietas para lechones destetados.

En todos los experimentos se usaron lechones producto de un cruzamiento alterno Landrace-Duroc, provenientes de camadas destetadas a los 24 días de edad en promedio (entre 21 y 28 días).

Los animales fueron alojados en un edificio cerrado, dotado de jaulas elevadas a 38 cm, con piso de rejilla, para una superficie efectiva de 1.8 m²; cada una con un bebedero de chupón y un comedero tipo tolva con 6 bocas, cada una con un diámetro de 11 cm. La ventilación fue controlada, en forma alterna, por medio de un extractor y ventilación natural.

Los lechones fueron alimentados a saciedad durante el curso de todos los experimentos. Las dietas fueron isoenergéticas a 3.27 Mcal de E.M./kg para el alimento iniciador (fase I) y a 3.23 Mcal de E.M./kg para el alimento de destete (fase II), e isoproteicas a 20% de proteína cruda para el alimento de iniciación (excepto en el caso del Experimento 1) y a 18.5% para el alimento de destete.

Las dietas se formularon mediante programación lineal, a costo mínimo, para igualar o exceder las recomendaciones del NRC (1988) respecto a la concentración de nutrientes para las etapas correspondientes de crecimiento. El perfil de aminoácidos, calculado en relación a lisina, para aproximar a las recomendaciones para una proteína ideal (Chung y Baker, 1992a) fue, en base digestible y como porcentaje de lisina: 65% de Treonina, 60% de Metionina y Cistina, 30% de Metionina, los cuales se pudieron controlar mediante la inclusión en la dieta de su forma cristalina; los aminoácidos restantes se mantuvieron en las concentraciones resultantes de la formulación. Los resultados al mezclado de las dietas se constataron por el análisis del nitrógeno de Kjeldhal (Tejada, 1992). Los lotes de ingredientes que se usaron fueron los mismos en existencia en la estación experimental y la composición químico proximal y de aminoácidos totales fue analizada con anterioridad; en el caso de los subproductos de sangre, la composición fue la provista por los fabricantes, aunque se constató el nitrógeno de Kjeldhal (Tejada, 1992).

d) Relación costo-beneficio por concepto de alimentación y estimación del precio de oportunidad de los subproductos de sangre en la situación del mercado al momento del estudio.

Los experimentos se condujeron bajo un diseño de bloques aleatorizados, conformando grupos de aleatorización al considerarse el peso inicial, que comprendió de tres grupos de animales (ligeros, medianos y pesados). El corral conformó la unidad experimental. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza usando los procedimientos lineales generales del paquete estadístico SAS (1985).

Experimento 1.

Objetivo. Determinar el nivel óptimo de lisina en dietas con o sin plasma porcino deshidratado para lechones recién destetados.

Material y métodos. El experimento tuvo una duración de 21 días. Se usaron 144 lechones. El experimento se dividió en seis tratamientos, los cuales se proporcionaron durante la fase de iniciación, 4 de éstos contenían 4 niveles de lisina total (1.15, 1.27, 1.39 y 1.51%) y una concentración de 5% de plasma porcino deshidratado; los otros dos tratamientos sirvieron como un control, incluyendo 1.15 y 1.51% de lisina total sin plasma porcino deshidratado (Cuadro 5). El perfil de aminoácidos se ajustó a proteína ideal dependiendo del nivel de lisina total (Chung y Baker, 1992a).

Cuadro 5. Dietas experimentales para lechones destetados en la fase de iniciación (FI).
EXPERIMENTO 1.

LISINA TOTAL	5% plasma porcino deshidratado				Control	
	1.15%	1.27%	1.39%	1.51 %	1.15%	1.51%
Sorgo	49.14	49.23	49.97	50.30	45.95	46.10
Soya	16.82	16.80	16.90	16.92	25.14	22.72
Suero de leche	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Plasma porcino deshidratado	5.00	5.00	5.00	5.00	--	--
Sebo	4.86	4.83	4.47	4.34	4.95	5.86
Harina de carne	4.02	4.02	4.04	4.00	4.01	4.02
Ácido glutámico	1.39	1.23	0.39	--	1.27	1.42
Fosfato	0.92	0.92	0.91	0.91	0.83	0.86
Sal	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
Oxido de zinc	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Premezcla mineral ¹	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Premezcla vitamínica ²	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
L-Treonina	0.03	0.06	0.14	0.19	0.05	0.35
L-Lisina.HCl	--	0.15	0.30	0.45	0.09	0.64
DL-Metionina	0.23	0.17	0.29	0.29	0.01	0.44
Antibiótico ³	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
ANÁLISIS CALCULADO						
EM, Mcal/kg	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27
P. C., %	20.45	20.45	20.45	20.45	20.45	20.45
Lisina, %	1.15	1.27	1.39	1.51	1.15	1.51
Lisina digestible, %	0.98	1.11	1.23	1.35	0.96	1.33
Treonina, %	0.86	0.89	0.97	1.03	0.81	1.06
Treonina digestible, %	0.71	0.74	0.84	0.87	0.64	0.90
Met + Cys, %	0.85	0.80	0.82	0.91	0.72	0.94
Metionina, %	0.38	0.33	0.43	0.43	0.34	0.57
Triptofano, %	0.26	0.26	0.26	0.26	0.24	0.23
Calcio, %	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Fósforo, %	0.70	0.70	0.70	0.70	0.69	0.69

1 Cada kg aportó: 25 mg de Se, 150 mg de I, 28.5 g de Zn, 5.7 g de Mn, 2.2 g de Cu, 25.5 g de Fe y 33 g de S.

2 Cada kg aportó: 3'300,000 UI de Vit. A; 330,000 UI de Vit. D; 5 g de Vit. E; 17.5 g de Colina; 6.6 g de Pantotenato de Ca; 2.7 g de Niacina; 1.1 g de Riboflavina y 1.8 g de Vit. B12.

3 Cada kg contiene: 36 g de Clortetraciclina; 36 g de Sulfadimetilpirimidina sódica y 18 g de Penicilina.

Diseño experimental. Se usó un diseño de bloques al azar, con 36 unidades experimentales (6 repeticiones por tratamiento), cada unidad con 4 lechones.

Con el fin de determinar el nivel óptimo de lisina en la dieta, usando los datos de los tratamientos con plasma porcino deshidratado, se calculó la ecuación de regresión cuadrática y se determinó el punto de inflexión de la curva por el análisis de la primera derivada de la ecuación de regresión, para la eficiencia alimenticia en función del consumo diario de lisina.

Experimento 2.

Objetivo. Evaluar el efecto de las dietas al destete con o sin harina de la fracción celular de la sangre, en lechones destetados, previamente alimentados con dietas de iniciación con o sin plasma animal deshidratado, con diferentes condiciones de manejo alimenticio.

Material y métodos. Este trabajo se dividió en dos experimentos (2 A y 2 B) cada uno con una duración de 28 días. Se usó un total de 120 lechones para los dos experimentos. El período posdestete se dividió en dos fases: la de iniciación (FI) y la de destete (FII); en cada fase se proporcionaron 2 dietas diferentes (Cuadro 6). Desde el principio del experimento los animales se bloquearon por el peso inicial a cuatro tratamientos. En la fase de iniciación, se proporcionó la dieta control (TI0) y la dieta con 5% de plasma animal deshidratado (TI1).

Cuadro 6. Dietas experimentales para lechones destetados para la fase de iniciación (FI) y para la fase de destete (FII).
EXPERIMENTO 2.

	INICIACION		DESTETE	
	Control	5% PAD [*]	Control	2.5% HFCS ^{**}
Sorgo	48.13	54.10	64.45	68.25
Soya	25.13	15.38	23.76	18.18
Suero de leche	16.00	16.00	--	--
Plasma animal deshidratado	--	5.00	--	--
H. de la fracción celular	--	--	--	2.50
Melaza	--	--	3.00	3.00
Sebo	4.21	2.90	2.92	2.19
Harina de carne	3.42	4.29	3.30	3.36
Fosfato	0.95	0.45	1.11	1.14
Sal	0.38	0.38	0.36	0.36
Oxido de zinc	0.30	0.30	--	--
Premezcla mineral ¹	0.40	0.40	0.35	0.35
Premezcla vitamínica ²	0.20	0.20	0.10	0.10
L-Treonina	0.14	0.04	0.07	0.06
L-Lisina.HCl	0.30	0.15	0.20	0.11
DL-Metionina	0.15	0.12	0.05	0.07
Antibiótico ³	0.30	0.30	0.30	0.30
ANÁLISIS CALCULADO				
EM, Mcal/kg	3.27	3.27	3.23	3.23
P. C., %	20.00	20.00	18.50	18.50
Lisina, %	1.28	1.26	1.05	1.05
Lisina digestible, %	1.10	1.10	0.88	0.88
Treonina, %	0.89	0.87	0.71	0.70
Treonina digestible, %	0.71	0.71	0.55	0.55
Met + Cys, %	0.75	0.76	0.63	0.63
Metionina, %	0.40	0.37	0.31	0.33
Metionina digestible, %	0.36	0.33	0.27	0.29
Triptofano, %	0.24	0.25	0.22	0.22
Calcio, %	0.80	0.80	0.70	0.70
Fósforo, %	0.70	0.70	0.65	0.65

* PAD = Plasma Animal Deshidratado.

** HFCS = Harina de la Fracción Celular de la Sangre.

1 Cada kg aportó: 25 mg de Se, 150 mg de I, 28.5 g de Zn, 5.7 g de Mn, 2.2 g de Cu, 25.5 g de Fe y 33 g de S.

2 Cada kg aportó: 3'300,000 UI de Vit. A; 330,000 UI de Vit. D; 5 g de Vit. E; 17.5 g de Colina; 6.6 g de Pantotenato de Ca; 2.7 g de Niacina; 1.1 g de Riboflavina y 1.8 g de Vit. B12.

3 Cada kg contiene: 36 g de Clortetraciclina; 36 g de Sulfadimetilpirimidina sódica y 18 g de Penicilina.

En la fase de destete (FII), se proporcionó la dieta control (TD0) y la dieta con 2.5% de harina de la fracción celular de la sangre (TD1) de forma que, en función de la combinación y secuencia de las dietas, se obtuvieron cuatro tratamientos: Tratamiento 1 (TI0*TD0), Tratamiento 2 (TI0*TD1), Tratamiento 3 (TI1*TD0) y Tratamiento 4 (TI1*TD1).

En el experimento 2 A se usaron 72 lechones. Del día 1 al día 13 posdestete, los animales recibieron las dietas de la fase de iniciación, proporcionando el alimento cada 6 horas, como se describió previamente. El cambio de alimentación inició el día 14 posdestete y, hasta el día 28, los animales fueron alimentados con las dietas de la fase de destete.

En el experimento 2 B se usaron 48 lechones. Por diferencias en el peso inicial ($P>0.05$), dadas por el proceso de aleatorización, éste se usó como covariable. A diferencia del experimento 2 A, los animales fueron alimentados únicamente dos veces al día (9.00 y 17.00 h) durante todo el experimento (contra 4 veces al día en intervalos de 6 h.), con objeto de crear una mala condición de alimentación. Además, se sometió a los animales a mayor estrés al ser el período de iniciación más corto. Del día 1 al día 8 posdestete, los animales recibieron las dietas de la fase de iniciación, el cambio de alimentación inició el día 9 y, hasta el día 28, los animales fueron alimentados con dietas de la fase de destete, con lo que se logró un mayor período de exposición a la harina de la fracción celular de la sangre.

Diseño experimental. En ambos experimentos se usó un diseño de bloques al azar, con un total de 18 unidades experimentales para el experimento 2 A y 12 para el experimento 2 B (cada unidad con 4 lechones). Por diferencias en el peso inicial ($P>0.05$), dadas por el proceso de aleatorización, este se usó como covariable.

Experimento 3.

Objetivo. Determinar el nivel óptimo de inclusión de harina de la fracción celular de la sangre en dietas para lechones durante la fase II posdestete.

Material y métodos. El experimento tuvo una duración de 28 días, aunque sólo se usaron las mediciones generadas una vez terminada la FI, es decir, sólo las de la FII. Se usaron 120 lechones. El experimento se dividió en 4 tratamientos que consistieron en 4 niveles de inclusión de harina de la fracción celular de la sangre: 0, 2, 4 y 6% de la dieta (Cuadro 7).

Del día de la entrada de los animales a la sala de destete hasta el día 12, en que se inició el cambio de alimentación, se les proporcionó una dieta de iniciación con una concentración de 5% de plasma animal deshidratado, con el objetivo de asegurar una respuesta productiva homogénea de los lechones, posteriormente, se les proporcionaron las dietas que contenían los niveles de harina de la fracción celular antes mencionados.

Diseño experimental. Se usó un diseño de bloques al azar, con 24 unidades experimentales (6 repeticiones por tratamiento), cada unidad con 5 lechones.

Para calcular el nivel óptimo de inclusión, se realizó un análisis de regresión para determinar el comportamiento de las pendientes y, ante efectos cuadráticos, se determinó el punto de inflexión de la curva por análisis de la primera derivada de la ecuación cuadrática.

Cuadro 7. Dietas experimentales para lechones destetados para la fase de destete (FII).
EXPERIMENTO 3.

	Control	2% HFCS	4% HFCS	6% HFCS
Sorgo	64.56	67.60	70.64	73.68
Soya	22.27	17.80	13.27	8.78
Harina de carne	3.90	3.96	4.03	4.09
Melaza	3.00	3.00	3.00	3.00
Sebo	3.32	2.74	2.17	1.59
H. de la fracción celular	--	2.00	4.00	6.00
Fosfato	1.01	1.03	1.06	1.10
Sal	0.45	0.38	0.31	0.24
Premezcla mineral ¹	0.36	0.36	0.36	0.36
Premezcla vitamínica ²	0.35	0.35	0.35	0.35
L-Treonina	0.30	0.30	0.30	0.30
L-Lisina.HCl	0.22	0.21	0.20	0.18
DL-Metionina	0.17	0.19	0.22	0.24
Antibiótico ³	0.10	0.10	0.10	0.10
ANÁLISIS CALCULADO				
EM, Mcal/kg	3.23	3.23	3.23	3.23
P. C., %	18.50	18.50	18.50	18.50
Lisina, %	1.21	1.21	1.22	1.22
Lisina digestible, %	1.05	1.05	1.05	1.05
Treonina, %	0.83	0.82	0.82	0.81
Treonina digestible, %	0.68	0.68	0.68	0.68
Met + Cys, %	0.72	0.72	0.72	0.72
Metionina, %	0.41	0.42	0.43	0.44
Metionina digestible, %	0.37	0.38	0.39	0.41
Triptofano, %	0.21	0.21	0.21	0.21
Calcio, %	0.75	0.75	0.75	0.75
Fósforo, %	0.65	0.65	0.65	0.65

1 Cada kg aportó: 25 mg de Se, 150 mg de I, 28.5 g de Zn, 5.7 g de Mn, 2.2 g de Cu, 25.5 g de Fe y 33 g de S.

2 Cada kg aportó: 3'300,000 UI de Vit. A; 330,000 UI de Vit. D; 5 g de Vit. E; 17.5 g de Colina; 6.6 g de Pantotenato de Ca; 2.7 g de Niacina; 1.1 g de Riboflavina y 1.8 g de Vit. B12.

3 Cada kg contiene: 36 g de Clortetraciclina; 36 g de Sulfadimetilpirimidina sódica y 18 g de Penicilina.

RESULTADOS.

Experimento 1. El peso inicial promedio de los lechones (8.48 ± 0.88 kg) fue el mismo ($P > 0.05$) para todos los tratamientos. Los resultados obtenidos durante el período posdestete se resumen en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Comportamiento productivo de lechones en la fase de iniciación con dietas con diferentes niveles de lisina.

Lisina total	5% plasma porcino deshidratado				Control		E.E.M.
	1.15%	1.27%	1.39%	1.51%	1.15%	1.51%	
Peso inicial, kg	8.50	8.50	8.50	8.45	8.50	8.40	0.0777
C.D.A., g/d ¹	565	540	555	495	500	440	22.5
G.D.P., g/d	310	315	335	320	280	290	18.0
G/C, g/kg ²	530	560	600	650	550	655	23.5
C. Lys T., g/d	6.48	6.86	7.68	7.46	5.77	6.62	0.283
C. Lys D., g/d	5.57	5.98	6.78	6.66	4.84	5.85	0.245

1 Diferencias en consumo diario de alimento (C.D.A.) entre tratamientos con plasma porcino deshidratado y tratamientos control ($P < 0.03$).

2 Respuesta lineal en eficiencia alimenticia (G/C) al aumento del nivel de lisina ($P < 0.01$). La magnitud de la respuesta entre los tratamientos con plasma porcino deshidratado y control fue diferente ($P < 0.03$).

C.D.A. = Consumo diario de alimento.

G.D.P. = Ganancia diaria de peso.

G/C = Eficiencia alimenticia.

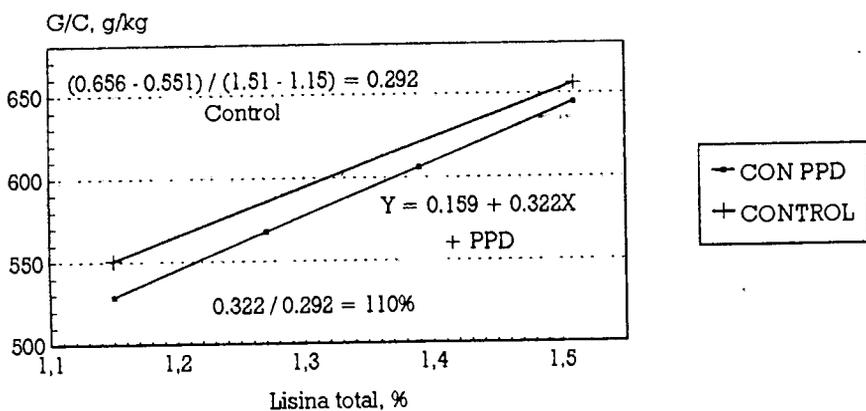
C. Lys T. = Consumo de lisina total.

C. Lys D. = Consumo de lisina digestible.

Al analizar el consumo diario de alimento promedio, se encontraron diferencias ($P < 0.03$) entre tratamientos con plasma porcino deshidratado y controles (538 vs. 470 g). La eficiencia alimenticia mejoró linealmente ($P < 0.05$) en función del porcentaje de lisina en la dieta (digestible y total), como se muestra en las Gráficas 1 y 2. Para lisina total y digestible, la respuesta a los tratamientos con plasma porcino deshidratado fue mejor que la mostrada en los tratamientos control ($P < 0.03$). Se estimó la pendiente para los tratamientos control y se obtuvo la ecuación de regresión para las dietas con plasma porcino deshidratado. Se realizó una prueba

de relación de pendientes, y se observó que la respuesta a al plasma porcino deshidratado fue superior en un 10% en relación a las dietas control, en función de la lisina total en la dieta. Pero en función de la lisina digestible, la respuesta a los tratamientos con plasma porcino deshidratado fue superior al 14% al compararse con las dietas control. Es importante aclarar que, con base en la respuesta obtenida en el caso de las dietas con plasma porcino deshidratado, se presumió que las dietas control mostrarían una respuesta lineal similar.

Gráfica 1. Eficiencia alimenticia en función del porcentaje de lisina total en la dieta.

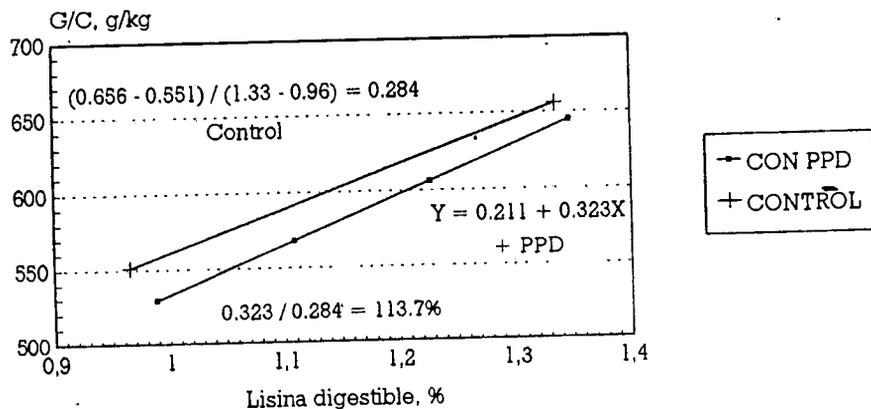


P < 0.05

G/C = Eficiencia alimenticia.

PPD = Plasma porcino deshidratado.

Gráfica 2. Eficiencia alimenticia en función del porcentaje de lisina digestible en la dieta.



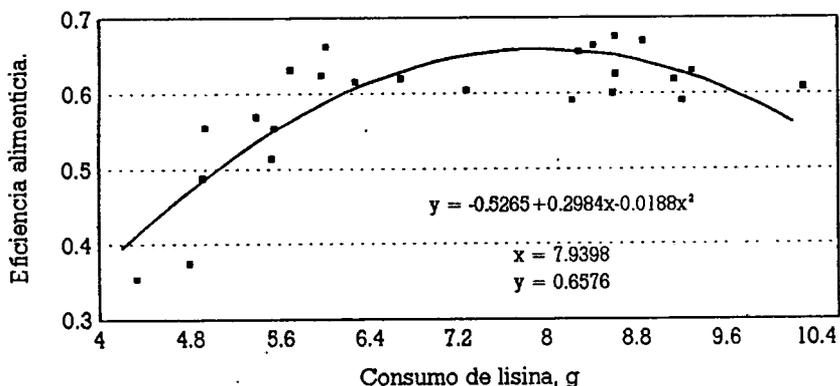
P < 0.05

G/C = Eficiencia alimenticia.

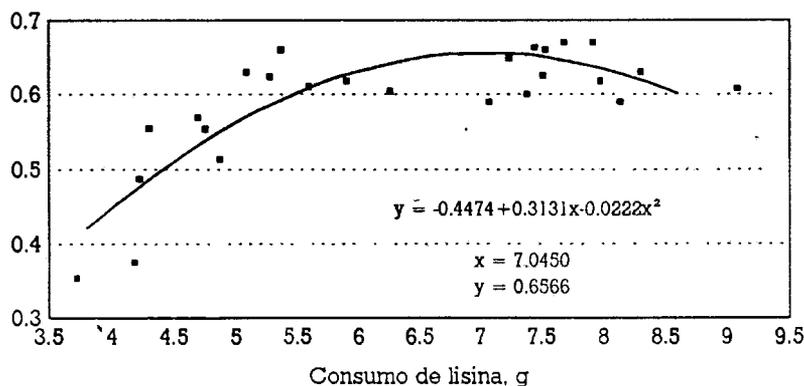
PPD = Plasma porcino deshidratado.

Aprovechando la dispersión en el consumo de lisina (digestible y total), provocada por tratamientos 1 al 4, se calculó una ecuación cuadrática (Gráficas 3 y 4) para determinar el óptimo de lisina en la dieta y se obtuvo el punto de inflexión de la curva, entendido como el punto donde se obtiene la mejor eficiencia alimenticia, obteniendo un valor de 7.9 g para el consumo de lisina total y de 7.0 g para lisina digestible, dichos valores se encuentran por encima de la media observada, esto se explica por la dispersión de los residuales, como se muestra en las Gráficas 3 y 4. Por lo tanto, si el consumo promedio de alimento para los tratamientos 1 a 4 fue de 538 g diarios, los animales requieren un porcentaje de lisina que está en función del consumo de la misma (total y digestible), que es 1.47 y 1.31% respectivamente. Para estos efectos sólo se consideraron los tratamientos con plasma porcino (1 al 4).

Gráfica 3. Eficiencia alimenticia en función del consumo de lisina total.



Gráfica 4. Eficiencia alimenticia en función del consumo de lisina digestible.



Experimento 2 A. El peso inicial promedio de los lechones (6.63 ± 0.67 kg) fue el mismo ($P > 0.05$) para todos los tratamientos. Los resultados obtenidos durante el período posdestete se resumen en los Cuadros 9 y 10.

Cuadro 9. Respuesta de los lechones en la primera semana posdestete a la inclusión de plasma animal deshidratado (FI).

	CONTROL	5% PAD	E.E.M.
Peso inicial, kg	6.62	6.63	0.047
Ganancia diaria de peso, g/d *	90	150	0.014
Consumo diario de alimento, g/d *	200	260	0.012
Eficiencia alimenticia, g/kg *	0.51	0.58	0.016
Costo de la dieta, N\$	1.14	1.81	
Costo por kg de peso ganado, N\$	2.23	3.12	

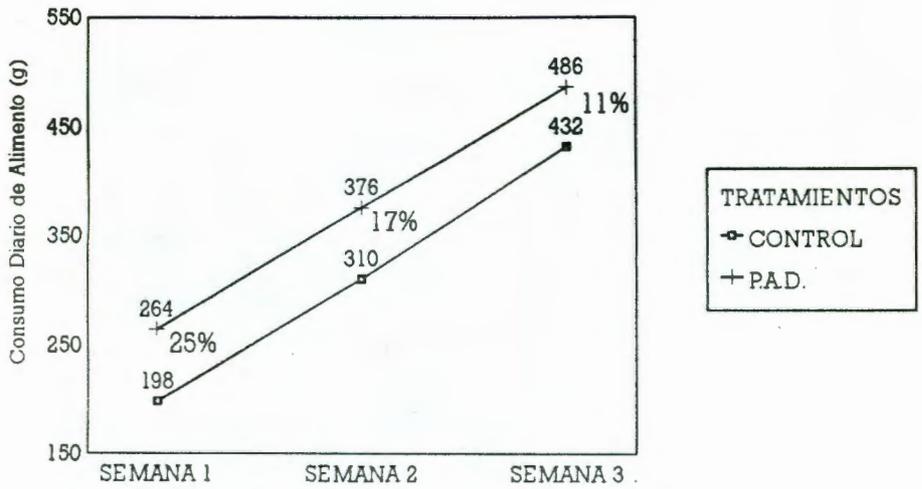
* Diferencias entre tratamientos ($P < 0.04$).

Cuadro 10. Respuesta de los lechones al final del período posdestete en la interacción de los tratamientos (FII).

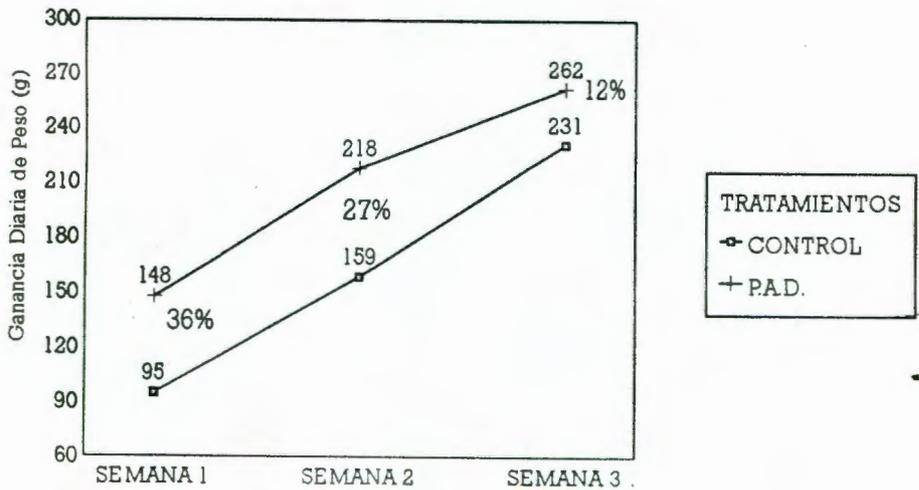
	TRT 1	TRT 2	TRT 3	TRT 4	E.E.M.
Peso inicial, kg	6.62	6.62	6.58	6.70	0.067
Ganancia diaria de peso, g/d	280	270	290	330	0.016
Consumo diario de alimento, g/d	540	530	540	630	0.033
Eficiencia alimenticia, g/kg	0.52	0.51	0.54	0.52	0.024
Costo de la dieta, N\$	0.93	0.95	1.26	1.29	
Costo por kg de peso ganado, N\$	1.78	1.86	2.33	2.48	

Al analizar la fase de iniciación, el consumo diario de alimento promedio, la ganancia diaria de peso promedio y la eficiencia alimenticia mostraron diferencias ($P < 0.04$); el plasma animal deshidratado mejoró en un 12% la eficiencia alimenticia (0.51 vs. 0.58), pero el costo por kg de peso ganado fue 28.5% mayor (Cuadro 9). En forma independiente, se evaluó el consumo diario de alimento y la ganancia diaria de peso en cada semana, observando que en esta fase hubo ventaja al alimentar a los animales con dietas con plasma animal deshidratado, la cual se fue perdiendo conforme avanzó el experimento (Gráficas 5 y 6).

Gráfica 5. Efecto de la inclusión de plasma animal deshidratado en dietas de iniciación en el consumo diario de alimento.



Gráfica 6. Efecto de la inclusión de plasma animal deshidratado en dietas de iniciación en la ganancia diaria de peso.



No se observaron diferencias en consumo diario de alimento, en ganancia diaria de peso o en eficiencia alimenticia; sin embargo, el costo de la dieta¹, así como el costo por kg de peso ganado fue mayor en los animales alimentados con dietas del tratamiento 4, el cual, en relación a cada uno de los otros tratamientos fue superior en los siguientes porcentajes: Tratamiento 1, 28%; Tratamiento 2, 25%; Tratamiento 3, 6% (Cuadro 10).

Experimento 2 B. los resultados obtenidos se muestran en los Cuadros 11 y 12.

Cuadro 11. Respuesta de los lechones en la primera semana posdestete a la inclusión de plasma animal deshidratado (FI).

	CONTROL	5% PAD	E.E.M.
Peso inicial, kg	7.07	6.96	NS
Ganancia diaria de peso, g/d *	80	110	12.5
Consumo diario de alimento, g/d *	170	180	7.7
Eficiencia alimenticia, g/kg *	460	620	60.2
Costo de la dieta, N\$	1.14	1.81	
Costo por kg de peso ganado, N\$	2.48	2.92	

Cuadro 12. Respuesta de los lechones al final del período posdestete en la interacción de los tratamientos (FII).

	TRT 1	TRT 2	TRT 3	TRT 4	E.E.M.
Peso inicial, kg	7.07	7.06	6.95	6.97	0.0554
Ganancia diaria de peso, g/d	300	280	280	290	0.0327
Consumo diario de alimento, g/d	580	550	570	580	0.0474
Eficiencia alimenticia, g/kg	0.53	0.52	0.50	0.49	0.0209
Costo de la dieta, N\$	0.93	0.95	1.26	1.29	
Costo por kg de peso ganado, N\$	1.75	1.83	2.82	2.63	

TRT 1 = tratamiento de iniciación control y tratamiento de destete control.

TRT 2 = tratamiento de iniciación control y tratamiento de destete con h. de la fracción celular de la sangre.

TRT 3 = tratamiento de iniciación con plasma animal deshidratado y tratamiento de destete control.

TRT 4 = tratamiento de iniciación con plasma animal deshidratado y tratamiento de destete con h. de la fracción celular de la sangre.

¹ El costo de la dieta se calculó como el promedio de la suma de los costos de las dietas de la FI y las dietas de la FII.

Al analizar las variables de respuesta, no se encontraron diferencias entre los tratamientos en ninguna de las dos fases ($P>0.05$), aún cuando la magnitud de respuesta al plasma animal deshidratado fue similar a la del experimento anterior. Sin embargo, en la FII el costo de la dieta y el costo por kg de peso ganado, tuvieron un comportamiento similar al observado en el experimento 2 A (Cuadro 12).

Experimento 3. El peso inicial promedio de los lechones (6.81 ± 1.26 kg) fue el mismo ($P>0.05$) para todos los tratamientos. Los resultados obtenidos durante el período posdestete se resumen en el Cuadro 13.

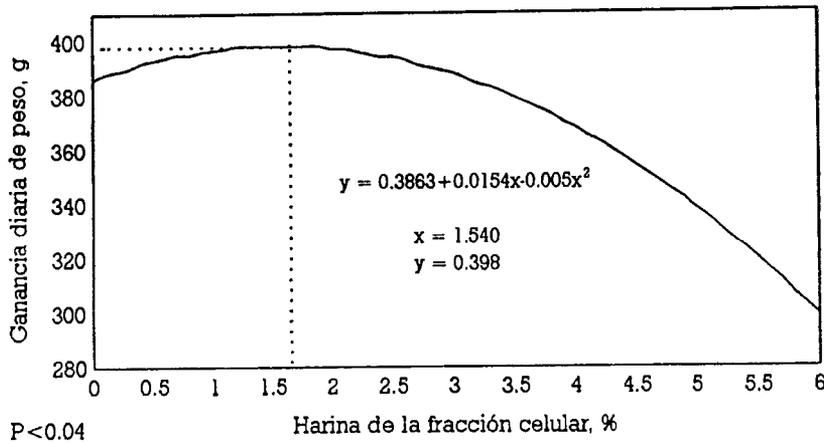
Cuadro 13. Respuesta de los lechones a diferentes niveles de harina de la fracción celular de la sangre en la dieta de la fase de destete (Experimento 3).

	CONTROL	2% HFCS	4% HFCS	6% HFCS	E.E.M.
Peso inicial, kg	9.21	9.36	9.18	9.29	0.1881
Ganancia diaria de peso, g/d *	390	380	380	290	0.0178
Consumo diario de alimento, g/d	710	690	700	670	0.0211
Eficiencia alimenticia, g/kg	0.55	0.55	0.55	0.45	0.0282
Costo de la dieta, N\$	1.01	1.04	1.07	1.10	
Costo por kg de peso ganado, N\$	1.84	1.89	1.94	2.44	

* Respuesta cuadrática ($P<0.04$) al aumento en el porcentaje de inclusión de h. de la fracción celular de la sangre.

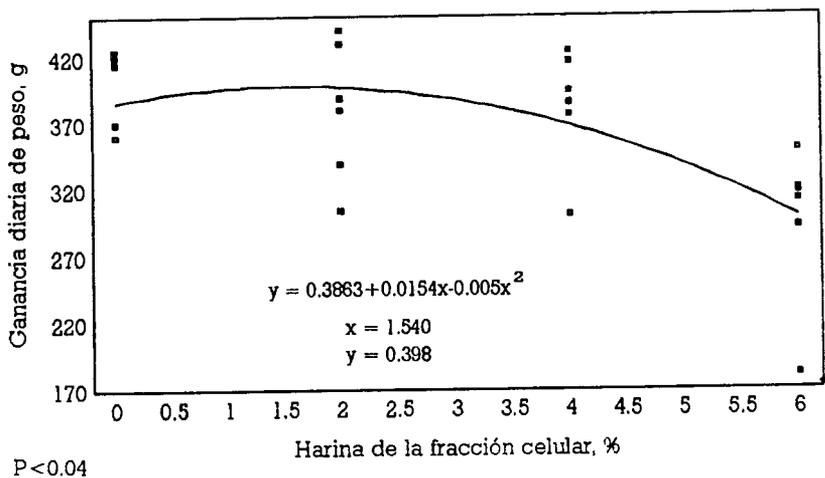
Al analizar la ganancia diaria de peso, se observó un efecto cuadrático ($P<0.04$) conforme aumentó el porcentaje de inclusión de harina de la fracción celular de la sangre en la dieta. La ecuación de regresión para éste efecto se muestra en la Gráfica 7. Se observaron diferencias ($P<0.05$) entre tratamientos en la eficiencia alimenticia, que fueron consecuencia del efecto observado en la ganancia diaria de peso.

Gráfica 7. Ganancia diaria de peso en función del porcentaje de inclusión de harina de la fracción celular de la sangre en dietas para lechones destetados.



Al calcular el punto de inflexión de la curva, donde se obtuvo la mejor ganancia diaria de peso, se obtuvo un valor de 1.54% de inclusión de harina de la fracción celular de la sangre, el valor de la ganancia diaria de peso (Y) se encuentra por encima de la media observada, esto se explica por la dispersión de los residuales, como se muestra en la Gráfica 8.

Gráfica 8. Ganancia diaria de peso en función del porcentaje de inclusión de harina de la fracción celular de la sangre en dietas para lechones destetados, distribución de residuales.



Puesto que no se observaron diferencias en la interacción al final del experimento y por la pérdida paulatina de la ventaja del plasma animal deshidratado contra la dieta control, se puede considerar que el efecto del plasma animal deshidratado es temporal y no aditivo, lo cual coincide con lo mencionado en el trabajo realizado por Crenshaw et al. (1995).

En las condiciones de este experimento, el uso de harina de la fracción celular de la sangre no fue necesario durante la fase de destete (considerando en esta fase la interacción de los tratamientos de la FI y de la FII), pues no mejoró la respuesta productiva al final del experimento, además de encarecer el costo de la dieta. La harina de la fracción celular de la sangre no dió ventaja relativa contra otros ingredientes de la formulación, esto pudo ser debido a que, como mencionan algunos autores (Gómez y Cuarón, 1993), si se usa un intervalo corto entre comidas y se alimenta a saciedad, la calidad de la dieta o la sofisticación de la misma son de relevancia secundaria (Gómez y Cuarón, 1993).

Por los resultados obtenidos en el experimento 2 B, es claro que los animales, al recibir un manejo alimenticio diferente durante la fase de iniciación, no manifestaron ninguna diferencia a través de todo el experimento; esto pudo deberse a que el manejo indujo mayor variación, pues aunque no hubo diferencias estadísticas, la magnitud de respuesta al plasma animal deshidratado estuvo en la dirección encontrada en el experimento 2 A.

Estos resultados confirman aquellos observados en el Experimento 2 A. El manejo no empeoró la respuesta productiva, pero el ingrediente no la mejoró y, al igual que en el Experimento 2 A, encareció el costo de la dieta.

Los efectos observados en el experimento 3 pueden estar ligados a la disponibilidad de los aminoácidos, que pudo haber disminuido por la progresiva dependencia del aporte de los productos de origen animal, congruentemente, hay una sustitución progresiva de lisina cristalina por lisina de la harina de la fracción celular de la sangre (Cuadro 7).

Sin embargo, esta respuesta pudo haberse debido al cambio en el nivel de metionina, por exceso de la misma, que provocó una pérdida de cistina, sólo perceptible arriba del 6% de inclusión de la harina de la fracción celular de la sangre, es decir, la relación metionina:cistina, que de acuerdo con Chung y Baker (1992b) idóneamente debe ser 50:50, se fue perdiendo progresivamente, aunque la suma del total de aminoácidos azufrados fue constante (Cuadro 7).. Existe una clara disminución en la demanda de lisina cristalina en relación a niveles crecientes de harina de la fracción celular de la sangre.

CONCLUSIONES.

Como ya se mencionó, el período posdestete es una de las fases más importantes dentro de la crianza y producción porcina; de la realización de un destete adecuado dependerá el comportamiento productivo posterior de los animales. Los lechones están en un período de familiarización con el medio y con el alimento al que son expuestos, por lo que el aporte de ingredientes altamente digestibles y con una buena calidad nutritiva es una buena alternativa nutricional para el cambio de alimentación al que se somete el lechón.

La respuesta a niveles crecientes de lisina es independiente de la calidad de los ingredientes en la dieta. El nivel de inclusión de lisina en la dieta está en función del consumo de la misma. No se les puede atribuir propiedades inmunológicas a estos productos, puesto que a la edad a la que se proporcionó este ingrediente, no es posible que exista absorción intestinal de inmunoglobulinas. Pero, tanto el plasma porcino como el plasma animal deshidratados, son una buena fuente proteica para el lechón destetado. El beneficio que aportan radica en la inducción de un mayor consumo.

Un buen manejo alimenticio se traduce en una expresión mejor y más homogénea del comportamiento productivo de los lechones.

El exceso de harina de la fracción celular de la sangre induce un desbalance en la relación metionina:cistina, provocando deficiencia de cistina y un desbalance del perfil de aminoácidos; aunque es importante aclarar que el límite de inclusión de un ingrediente en la dieta no depende del ingrediente *per se*, está en función de su valor de complementación con los demás ingredientes en la dieta.

Es claro que estos nuevos subproductos son una buena fuente de proteína para los animales destetados; son de buena calidad y altamente digestibles; esto, aunado a un buen manejo alimenticio, puede mejorar el comportamiento productivo de los lechones destetados. Sin embargo, es importante considerar el costo de los productos y su repercusión en el beneficio obtenido, pues la desventaja de estos productos es su elevado costo, que puede no compensar la ventaja obtenida en el período de iniciación. Es importante considerar que la inclusión de estos ingredientes está en directa relación con su valor nutritivo y sus características intrínsecas y su valor de complementación con otros ingredientes en la misma.

LITERATURA CITADA.

- Abín, J.G. 1991. Factores que afectan el consumo de alimento en los cerdos. Primer Ciclo Internacional de Conferencias Sobre Nutrición y Manejo del Cerdo, AMENA A.C. Pp 189-206.
- Asche, G.L.; A.J. Lewis and E.R. Peo. 1989. Protein digestion in weanling pigs: Effect of dietary protein source. *J. Nutr.* 119:1093-1099.
- Batterham, E.S.; R.E. Darnell; L.S. Herbert and E.J. Major. 1986a. Effect of pressure and temperature on the availability of lysine in meat and bone meal as determined by slope-ratio assays with growing pigs, rats and chicks and by chemical techniques. *Br. J. Nutr.* 55:441-453.
- Batterham, E.S.; R.F. Lowe; R.E. Darnell and E.J. Major. 1986b. Availability of lysine in meat meal, meat and bone meal and blood meal as determined by the slope-ratio assay with growing pigs, rats and chicks and by chemical technical. *Br. J. Nutr.* 55:427-440.
- Cain et al. 1992 Iowa State University. Sw Day. Unpublished data.
- Cinq-Mars; D.G. Belanger; B. Lachance and G.J. Brisson. 1986. Performance of early weaned piglets fed diets containing various amounts of whey and protein concentrate. *J. Anim. Sci.* 63:145-150.
- Cisneros G., F.; A. A. Angeles M.; J.A. Cuarón I. y P.J. Santos D. 1989. Hábitos de amamantamiento de lechones en clima tropical. *Tec. Pecu. Méx.* Vol. 27 No. 2. Pp 91-95.
- Crenshaw, T.D.; M.J. Gahl; K.P. Blemings and N.J. Benevenga. 1995. Cost of additional dietary lysine must be taken into account. *Feed stuffs J.* Feb. 1995. P. 13.
- Cuarón I., J.A.; J.A. Rentería F. y J. Sierra D. 1995. Efecto del uso de saborizantes en dietas para lechones destetados. CNIFyMA, INIFAP. México.
- Chung, T.K. and D.H. Baker. 1992a. Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. *J. Anim. Sci.* 70:3102-3111.
- Chung, T.K. and D.H. Baker. 1992b. Maximal portion of the young pig's sulfur amino acid requirement that can be furnished by cystine. *J. Anim. Sci.* 70:1182-1187.
- De Gregorio, R.M. y G.W. Barr. 1989. Effect of bovine immunoglobulins in milk replacers on pigs challenged with colibacillosis. *J. Anim. Sci.* 67:(Suppl. 1)598 (Abstr.).
- Delaney, R.A.M. 1975. The nutritive value of porcine blood plasma concentrates prepared by ultrafiltration and spray drying. *J. Sci. Food. Agric.* 26:303-310.
- Ermer, P.M.; P.S. Miller and A. J Lewis. 1994. Diet preference and meal patterns of weanling pigs offered diets containing either spray-dried porcine plasma or dried skim milk. *J. Anim. Sci.* 72:1548-1554.
- Fakler, T.M.; K.S. Sohn and C.V. Maxwell. 1992a. Effect of fat source and replacing soybean meal with plasma protein in prestarter diet on efficiency of gain and feed utilization in early-weaned pigs. *Okla. Agric. Exp. Sta. Res. Rep.* P-933:361-365.
- Fakler, T.M.; K.S. Sohn and C.V. Maxwell. 1992b. Effect of protein and fat source on performance in early-weaned pigs. *Okla. Agric. Exp. Sta. Res. Rep.* P-933:366-372.

- N.R.C. 1988. Nutrients Requirements of Domestic Animals. Nutrients Requirements of Swine. National Academy Press. Washington, D.C.
- Okai, D.B.; F.X. Aherne and R.T.Hardin. 1976. Effects of creep and starter composition on feed intake and performance of young pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 56:573.
- Russel, L. y E. Weaver. 1994. Comunicación Personal. American Protein Corporation.
- SAS Inst. 1985. SAS User's Guide: Statistics. Cary, NC.
- Shields, R.G. Jr.; K.E. Ekstrom and D.C. Mahan. 1980. Effect of weaning age and feeding method on digestive enzyme development in swine from birth to ten weeks. *J. Anim. Sci.* 50:257.
- Shimada, A. S. Fundamentos de nutrición animal comparativa. Sistema de educación continua en producción animal en México, A.C. 3ª reimpresión. México, 1987.
- Sohn, K.S.; C.V. Maxwell and D.S. Buchanan. 1991. Plasma protein as an alternative protein source for early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 69(Suppl. 1)362 (Abstr.).
- Soria, R.S.; S. Avendaño y S. Ortega. 1987. Levantamiento fisiográfico del estado de Querétaro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. México.
- Southern, L. L. 1991. Digestible amino acids and digestible amino acids requirements for swine. FERMEX technical review 2. Nutri-Quest Inc. Chesterfield, Mo, USA.
- Tejada H., I. 1992. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. Sistemas de Educación Continua en Producción Animal, A.C. México, D.F.
- Thomson, J.E.; E.E. Jones and E.J. Eisen. 1993. Spray-dried porcine plasma protein enhances feed intake, growth rate and efficiency of gain in mice. *J. Anim. Sci.* 71(Suppl. 1):175 (Abstr.).
- Varley, M.A.; A. Maintland and A. Towle. 1987. Artificial rearing of piglets: The administration of two sources of immunoglobulins after birth. *Anim. Prod.* 43:121-126.
- Walker, W.R.; C.V. Maxwell; F.N. Owens and D.S. Buchanan. 1986. Milk versus soybean protein sources for pigs: I. Effects on performance and digestibility. *J. Anim. Sci.* 63:505-512.
- Young, R.H. y R.A. Lawrie. 1974. Utilization of edible protein from meat industry by-products and waste. II. The spinning of blood plasma proteins. *J. Sci. Food. Technol.* 9:171-177.