



**ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**EVALUACION DEL REEMPLAZO DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE
PESCADO Y DE CELULAS ROJAS POR LECHE EN POLVO, EN DIETAS DE
LECHONES DE DESTETE TEMPRANO**

**Tesis presentada como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de licenciatura**

Por

Gerardo Alberto Robleda Orellana

Honduras, 4 agosto de 1997

**ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**EVALUACION DEL REEMPLAZO DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE
PESCADO Y CELULAS ROJAS POR LECHE EN POLVO, EN DIETAS DE
LECHONES DE DESTETE TEMPRANO**

**Tesis presentada como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de licenciatura**

Por

Gerardo Alberto Robleda Orellana

Honduras, 7 de agosto de 1997

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

Gerardo Alberto Robleda O. _____

Honduras, 7 de agosto de 1997

Evaluación del reemplazo de diferentes niveles de harina de pescado y células rojas por leche en polvo, en dietas de lechones de destete temprano

por

Gerardo Alberto Robleda Orellana

Aprobada:

Marco Esnaola Ph.D.
Asesor Principal

Angel Suazo Ing. Agr.
Coordinador PIA

Rogel Castillo Ing. Agr.
Asesor

Daniel Meyer Ph.D.
Jefe del Departamento
de Zootecnia

Roberto Suazo M.Sc
Asesor

Antonio Flores Ph.D.
Decano Académico

Keith Andrews Ph.D.
Director

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios , que ha través de mis padres y hermanos han logrado hacer de mi lo que soy.

A mi abuela Andrea Panchamé de Robleda y mi hermana Andrea Alejandra Robleda .

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios ; El haberme dado salud , amor y las facilidades para cumplir mis objetivos en lo que va de mi vida.

A mis padres Gerardo Robleda Panchamé y Gloria Cecilia Orellana de Robleda por darme toda su confianza , amistad y amor.

A mis hermanos Juan Carlos y Ana Cecilia porque su amistad siempre me ha ayudado a mantener el equilibrio en mi persona.

A todos mis amigos por su sincera amistad en especial a Juan Carlos Robleda , Martín Madrid , José Antonio Serrano , José Lito Ortíz y Leonardo Domínguez .

A Jaime Turcios y Ana Cristina Zacarias de Turcios por todas sus atenciones y consejos durante estos cuatro años

Al Doctor Marco Esnaola por su guía y ayuda .

Al grupo ALCON por financiar mi cuarto año, en especial al Ing. Roberto Suazo el cual con sus consejos , paciencia y confianza contribuyó a formar mi carácter como profesional.

A la Ing. Marta Garay por su colaboración en la realización del experimento.

A toda la gente del proyecto porcino por su colaboración en especial a las personas que laboran en la granja El Hobo , en Santa Cruz de Yojoa .

RESUMEN

Se realizó un experimento con el objetivo de validar el sistema de alimentación de lechones en la fase post-destete usado por ALCON. S.A. El estudio se llevo a cabo durante 9 semanas en la granja "San Lucas" en Choloma, Cortes. Se usaron 288 lechones híbridos DurocHamp y PIC, destetados a una edad de 23 días con peso promedio de 6.2 Kg. Estos fueron asignados a 18 grupos homogéneos de 16 cerdos c/u, de acuerdo al sexo (8 machos y 8 hembras), el peso inicial y el origen de la camada. Cada grupo fue asignado al azar a corrales con piso de malla elevado, comederos automáticos y un bebedero de tipo chupete por corral, con un espacio físico de 3.52 mts cuadrado (1.6 x 2.2). Los tratamientos evaluados fueron : T1, 2 semanas pre-inicio Alcon+ 4 semanas inicio Alcon; T2, 6 semanas Inicio Alcon; T3, 2 semanas pre-inicio reemplazando la leche en polvo (LP) por harina de pescado (HP) en un 25% y en un 50 % las 4 semanas restantes; T4, 2 semanas pre-inicio reemplazando la LP por HP en un 50% y en un 100% las restantes; T5, 2 semanas pre-inicio reemplazando la LP por 2% células rojas (CR) y T6, 2 semanas pre-inicio reemplazando la LP por 4% CR. El alimento fue suministrado ad-libitum. El efecto de los tratamientos fue evaluado a través del análisis de varianza y una separación de medias (Prueba Duncan) para un diseño de bloques al azar. Los datos se presentan para los períodos (I) de (0-14 días); (II) (14-42) días y el período completo (III) (0-42 días). Para el período I , se encontró diferencias estadísticas para ganancia diaria de peso ($p < 0.05$). Las mejores ganancias se obtuvieron con los tratamientos de CR, siendo el mejor nivel el de 2 % (T 5), seguido por el reemplazo de la leche en polvo (LP) por harina de pescado (HP) en un 25 % en base a lisina; Las menores ganancias se dieron para el (T 2) en el que se dio Inicio Alcon . Para los períodos II y III no se encontró diferencias significativas entre dietas. Al igual que para la

ganancia de peso, el consumo de alimento si mostró diferencia significativa ($p < 0.05$) en el Período I (0-14 días), siendo T1 el que presentó menores consumos. Para la etapa II y III en las variables consumo de alimento y conversión alimenticia (CA) no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$). En conclusión podemos decir que el nivel óptimo de reemplazo de la harina de pescado por la leche en polvo en base a lisina es del 25 % para el periodo I y del 100 % para el periodo II. Desde el punto de vista económico el mejor nivel de uso del CR es del 4 % para el periodo I.

INDICE GENERAL

Portadilla.....

.....i

Derechos de Autor.....ii

.....ii

Hoja de Aprobación de tesis..... iii

Dedicatoria..... iv

Agradecimiento

.....v

Resumen..... vi

Índice general

.....vii

Índice de cuadros

.....viii

Índice de anexos

.....ix

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
	2.1 Fisiología digestiva del lechón.....	3
	2.1.1 Generalidades.....	3
	2.1.2 Edad de destete.....	3
	2.1.3 El efecto del destete temprano sobre la acidez del tracto digestivo y las diarreas.....	4
	2.1.4 Desarrollo morfológico del sistema gastrointestinal.....	6
	2.1.5 Diarreas por falta de regulación del consumo del lechón recién destetado.....	7
	2.2 Fuentes de proteína para lechones de destete temprano	7
	2.2.1 Productos de soya.....	8
	2.2.2 Harina de pescado.....	9
	2.2.3 Productos lácteos.....	9
	2.2.4 Productos sanguíneos.....	10

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	pag.
1. Efecto del tipo de dieta sobre la concentración osmolar y varios constituyentes del intestino grueso del cerdo.....	5
2. Efecto de la edad post-destete sobre la digestibilidad de los nutrimentos...	5
3. Efecto de la edad y del destete sobre la altura de las vellosidades intestinales..	6
4. Grado de seguridad de las proteínas sobre la respuesta inmune de los cerdos (10-25 días).....	7
5. Tratamientos Experimentales	13
6. Composición porcentual y nurricional las dietas de Pre-Inicio.....	14
7. Composición porcentual y nutricional de las dietas de Inicio.....	15
8. Resultados generales para la variable ganancia de peso.....	16
9. Resultados generales para las variables consumo de alimento y conversión alimenticia.....	17
10. Comparación de costos (lps) por kg. de peso vivo incrementado por tratamiento.....	18

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos	pag.
1. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (g) periodo I (0-14 días).....	26
2. Separación de medias (Prueba Duncan) para la variable ganancia diaria de peso (g) periodo I (0-14 días).....	26
3. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (g) periodo II (14-42 días).....	26
4. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (g) periodo III (0-42 días).....	26
5. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g) periodo I (0-14 días).....	27
6. Separación de medias (Prueba Duncan) para la variable consumo de alimento (g) periodo I (0-14 días).....	27
7. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g) periodo II (14-42 días).....	27
8. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g) periodo III (0-42 días).....	27
9. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia periodo I (0-14 días).....	28
10. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia periodo II (14-42 días).....	28

11. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia periodo III (0-42 días).....28

12. Composición nutricional de las células rojas AP 301.....29

I. INTRODUCCIÓN

La fuerte competencia que hay en el mercado nacional en la producción porcina, sumado a la pérdida de poder adquisitivo de la población, ha obligado a los productores a bajar sus costos de producción haciendo un uso eficiente de sus recursos (alimentos, instalaciones y animales) exigiéndoles el máximo. Una manera de lograrlo es intensificando el sistema, destetando tempranamente y usando un programa de alimentación que sea económico. Además que el destete temprano permite proteger a los lechones de enfermedades que se contagian a través de la madre, ya que la inmunidad pasiva desaparece mientras la activa se va desarrollando hasta llegar a su máxima expresión en las semanas 5 - 6 de vida. Partiendo de que el costo de alimentación representa del 75-80 % de los costos totales en la producción de cerdos, se ha intensificado la investigación en la implementación de estrategias alimenticias que satisfagan los requerimientos del lechón de destete temprano, evitando los problemas de "caída post-destete", mediante una transición adecuada de la dieta líquida a la sólida usando raciones que estén de acuerdo a la capacidad digestiva del lechón que permitan ganancias de peso mas eficientes.

La depresión del crecimiento del cerdo post-destete plantea un problema significativo en los esfuerzos que se hacen por reducir esta edad de destete. En el caso de la Empresa ALCON. SA. el reducir la edad de destete en todas las granjas productoras de lechones, obligó a la compañía a pasar de dietas simples (maíz-soya) a complejas (maíz-proteínas de origen animal) que lógicamente las encarecieron . Esto ha obligado validar el sistema de alimentación que se usaba cuando se tenían dietas simples (2 semanas Pre-inicio + 4 semanas Inicio), con las dietas usadas actualmente (complejas) para ver si es factible seguir usándolo y probar otros sistemas talvéz mas eficientes.

En la depresión del crecimiento post-destete, participan diversos factores: ambiente, desarrollo gástrico, estatus inmunológico y factores genéticos. Easter y González, 1993, argumentan que la reducción del rendimiento posterior al destete es breve y se corrige más adelante mediante el crecimiento compensatorio. Sin embargo se sabe que esto tiene consecuencias en la composición de la canal y la tasa de mortalidad de las primeras semanas. El tamaño del animal maduro se reduce y en consecuencia los cerdos tienden a ser más grasos cuando alcanzan el peso al sacrificio.

La harina de soya es la fuente de proteína ideal para los cerdos en crecimiento y finalización, por su alta digestibilidad, buen balance de aminoácidos, calidad consistente y relativo bajo costo.(Zimmerman,1996). Sin embargo para la alimentación de cerdos de iniciación presenta algunos problemas, ya que aún después de haber sido procesado con calor, esta contiene algunos factores antinutricionales, como inhibidores de tripsina y aminoácidos (glicina y conglicina) que son alergénicos y que contienen oligosacaridos no digestibles. Esto provoca en el lechón de destete temprano una disminución en la absorción de nutrientes llevando en casos graves a problemas de diarreas.

Una alternativa al uso de harina de soya, que se ha venido usando con éxito en la alimentación de lechones desde hace mucho tiempo son los productos lácteos. Esto por su característica de ser bien aceptada, por proveer un tipo de proteína que no causan problemas fisiológicos y que contiene un buen balance de aminoácidos, lo que disminuye el problema de la depresión del crecimiento en los sistemas de destete temprano.

Mas recientemente se ha venido usando las proteínas sanguíneas, que son altamente funcionales y contienen un patrón apropiado de aminoácidos cuando se usa en la dieta animal. El reto para la industria productora de alimentos ha sido el de desarrollar métodos de procesamiento que preserven la funcionalidad y el grado de digestibilidad que poseen las proteínas sanguíneas. En el pasado los productos sanguíneos eran secados con tratamientos extensos de calor para eliminar la contaminación biológica. Este tipo de proceso (tambor, anillo) resultaban en productos inconsistentes en calidad (digestibilidad, solubilidad y sanidad). El proceso de secado por pulverizado ha mejorado dramáticamente la calidad y subsecuente uso de estas proteínas en la alimentación animal, ya que se mantiene la funcionalidad e integridad de los aminoácidos; además de su mejor digestibilidad y sanidad (libres de contaminación de desechos de rastro).

La inclusión de proteínas sanguíneas en dietas de cerdos recién destetados mejora el consumo diario de alimento, la tasa de crecimiento y reduce la depresión post-destete, esto se da principalmente en las dos primeras semanas post-destete que es la etapa crítica en el desarrollo del lechón. Se ha

visto que esta mejora se debe a la palatabilidad del producto, a su balance y disponibilidad de aminoácidos. La harina de pescado ha probado ser también una alternativa, como suplemento proteico para lechones debido a su buen balance de aminoácidos y su alta digestibilidad. Una de las limitantes que presenta es que debe asegurarse la calidad de la materia prima que se obtiene ya que puede ser muy variable de acuerdo al origen de donde se extrajo. Por las limitantes y ventajas que presentan cada fuente proteica y en la búsqueda continua de la eficiencia, esta investigación pretende los siguientes objetivos :

- Determinar la eficiencia biológica y económica del programa de alimentación actual de ALCON. SA. para lechones de destete temprano.
- Evaluar la inclusión en la dieta testigo ALCON (Pre-inicio e Inicio) de diferentes niveles de reemplazo de la leche en polvo por harina de pescado.
- Evaluar la inclusión en la dieta testigo ALCON (Pre-inicio e Inicio) de diferentes niveles de reemplazo de la leche en polvo por AP 301 (células rojas).

II . REVISION DE LITERATURA

2.1. FISILOGIA DIGESTIVA DEL LECHON

2.1.1 Generalidades

La comprensión de los cambios que se dan en la fisiología digestiva del lechón durante su desarrollo, es una de los conocimientos, con que debería contar todo productor de cerdos. El sistema digestivo del lechón recién nacido esta adaptado para digerir los nutrientes de la leche materna . Este absorbe rápidamente la glucosa, pero no puede digerir la sacarosa y los polisacaridos como el almidón . La lactosa es utilizada eficientemente por el lechón recién nacido pero su utilización se reduce en animales de mayor edad debido a una baja en la producción de lactasa . La hidrólisis de la proteína durante las primeras 36 - 48 horas de vida es inhibida por la presencia de un inhibidor de tripsina en el

calostro de la cerda lo que permite la absorción directa de proteínas como la inmunoglobulina. (Campabadal y Navarro, 1994).

El lechón antes del destete posee en el tracto digestivo las siguientes enzimas proteolíticas : pepsina, renina, catepsina y quitinosa siendo la mas importante la renina ya que actúa sobre las proteínas de la leche. (Mojica y col., 1991). La secreción de pepsina en el estómago es muy baja en el cerdo recién nacido, pero aumenta gradualmente durante las primeras 8 semanas ; para estimular el sistema digestivo del lechón a absorber los nutrientes de la dieta seca se recomienda dar un preiniciador a partir del día 10 de nacido; este estímulo disminuye en gran medida el estres causado por el cambio de dieta al momento del destete. (Campabadal y Navarro, 1994).

2.1.2 Edad de destete

El destete implica la remoción del lechón al acceso de la leche proveniente de su madre. El destete es uno de los momentos mas críticos en la vida del cerdo, debido a que se conjugan una serie de factores estresantes para el animal.

English y col., 1988, expresa que entre los factores mas importantes que afectan la edad optima de destete están:

- a) La tendencia a la producción de leche.
- b) La inmunidad que reciben de la leche (calostro), Inmunoglobulina A, Inmunoglobulina G e inmunoglobulina M empieza a bajar entre el día 14 y 21.
- c) Intervalo destete celo; en destetes tardíos las cerdas pierden mayor peso, por lo que se alarga este intervalo.
- d) Tamaño de camada; destetes precoces están asociados a camadas pequeñas además de problemas reproductivos en las cerdas
- e) Calidad de las instalaciones.
- f) Costo de alimentación (calidad de dieta)
- g) Mano de obra disponible y capacitada .
- h) Sanidad
- i) Peso al destete

El desarrollo del cerdo posterior al destete viene determinado por su potencial genético, manejo y por las condiciones ambientales y nutricionales en la que es expuesto. Para el lechón el destete supone un estres el cual aumenta cuanto más joven es el animal; el cerdo destetado experimenta tres clases de estres : ambiental, social y nutricional. (Ahernes, 1987).

2.1.3 El efecto del destete temprano sobre la acidez del tracto digestivo y las diarreas.

Según Easter y González, 1993, en los primeros estados de vida tiene diversas formas para garantizar un pH adecuado en el

estómago. Primero la lactosa, principal fuente de carbohidratos de la leche es fácilmente convertible por la acción de los lactobacillus residentes en el estómago en ácido láctico, que es el principal método de acidificación del lechón. Segundo; el consumo de pequeñas cantidades de alimento en intervalos largos de tiempo (1 hora), evita que se necesiten grandes cantidades de ácido en un momento dado. Easter y Gonzalez, 1993, afirman que se requiere un nivel bajo de pH en el estómago para: 1. Un aumento en la actividad de las enzimas proteolíticas del estómago; 2. El establecimiento de una barrera bactericida que protege el intestino delgado; 3. Aumento en el tiempo que el alimento es retenido para lograr un mejor efecto de las enzimas del tracto. Al momento del destete, con la ausencia de leche se da una disminución en la población de lactobacilos, lo que reduce la producción de ácido láctico y por consiguiente, se presenta una menor acidez en el estómago. Esta falta de acidez estimula a las células parietales del estómago a una mayor producción de ácido clorhídrico, pero esta respuesta no es inmediata (Abin, 1986). La capacidad de las células del estómago del lechón para secretar ácido, es reducida durante los primeros dos o tres días post-destete. Esto trae como consecuencia un aumento en el pH estomacal a niveles cercanos a la neutralidad, situación que es aprovechada por las bacterias ingeridas para proliferar en el estómago e intestino, especialmente *Escherichia coli*. Esta bacteria se presume sería una de las causas de las diarreas post-destete (Mojica y col., 1991). Los lechones con menos de 4 semanas de edad no poseen cantidades suficientes de HCL, por lo que su actividad enzimática se encuentra limitada para el aprovechamiento de proteínas y carbohidratos de la dieta seca, hasta la sexta u octava semana de edad; esto hace que queden residuos no digeridos de carbohidratos, proteínas y grasas que llegan al intestino grueso del cerdo y que representan un sustrato ideal para la fermentación microbiana. Los productos de la fermentación crean un cambio en la presión osmótica entre el contenido del intestino y los tejidos intestinales que lo rodean. El cerdo para bajar este desbalance osmótico libera agua del tejido de la mucosa al lumen del intestino, lo que produce un material fecal líquido "diarrea" (Easter, 1995).

El efecto del tipo de alimento sobre la concentración osmolar del intestino grueso ha sido estudiada por Ethridge y col., 1984. Ver Cuadro 1.

Cuadro 1.Efecto del tipo de dieta sobre la concentración osmolar y varios constituyentes del intestino grueso del cerdo.

<u>Parámetro</u>	<u>Maiz-s oya</u>	<u>Avena- caseína</u>	<u>Leche-c erda</u>
pH	5.90	6.50	7.10
Acido láctico*	14.10	5.50	0.30
AGV totales	8.70	3.90	2.70
Osmolarid ad*	149.80	88.50	49.00
*mmol/lt			

Fuente: Ethridge y col.,1984.

Es importante tener en cuenta que las dietas difieren considerablemente en cuanto a su capacidad buffer (Manners,1970). La leche de cerda es mucho más fácil de acidificar que la dieta alta en proteína que se proporciona después del destete, la cual tiene un rico complemento de carbonato de calcio. Maner y col., 1962, descubrieron que los valores de pH del estomago de los cerdos disminuyeron a menos de 2 horas después que estos ingerían una dieta de caseína dextrosa, mientras que se requerían mas de cuatro horas para que alcanzara un pH similar cuando consumía una dieta de proteína de soya dextrosa .

Según Moran, 1982, la concentración de ácido láctico y de ácidos grasos volátiles en la materia fecal de dietas menos digeribles basadas en maíz y soya fue mayor que en dietas de origen lácteo .

Giesting y Easter, 1991, afirman que el desarrollo enzimático mejora conforme avanza el periodo post-destete y encontraron que la digestibilidad de la materia seca y la proteína cruda aumentaba conforme pasaba el tiempo post-destete. (Cuadro 2)

Cuadro 2.Efecto de la edad post-destete sobre la digestibilidad de los nutrimentos

Semana	semanas post-destete			
	1	2	3	4
% digestibilid ad de Materia seca	74.1 0	72.00	77.00	77.0 0

% de digestibilidad Prot. Cruda	65.20	68.10	71.10	73.40
---------------------------------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Giesting y Easter, 1991. Adaptado por el autor.

2.1.4. Desarrollo morfológico del sistema gastrointestinal.

La digestión de los diferentes componentes alimenticios y la subsecuente absorción de nutrimentos ocurren principalmente en la parte superior y media del intestino delgado. La absorción de nutrimentos del intestino delgado ocurre a través de numerosas vellosidades

microscópicas que cubren la pared del intestino delgado. Al inicio de la vida del cerdo estas vellosidades tienen forma de dedos alargados y conforme avanza la edad estas se van engrosando, presentando al final del día 49 de edad una apariencia en forma de lengua.

La morfología de estas vellosidades cambia por efecto de la edad y el destete (Mahan y Cera, 1993) Cuadro (3).

Cuando el destete ocurre a los 35 días la altura de las vellosidades se reduce de 410 μm a 299 μm en tan sólo tres días después del destete. Esta reducción no es tan dramática como la que ocurre cuando se desteta a los 21 días, donde la altura de las vellosidades se reduce drásticamente de 527 μm a 183 μm . Esta reducción en el tamaño de las vellosidades produce una disminución en el área de superficie para la absorción de nutrimentos 7 días 14 días post-destete y corresponde al tiempo en que se presenta el problema llamado "caída post-destete" caracterizado por problemas de reducción en la absorción de nutrimentos y problemas de deshidratación y diarreas. El desarrollo de estas vellosidades también se ve afectado después del destete por un cambio en la población microbial, por el consumo de alimento seco y por reacciones alérgicas. Si esas vellosidades son dañadas, baja la secreción de enzimas digestivas afectándose la absorción de nutrimentos y por ende el crecimiento de los cerdos (Mahan y Cera, 1993).

Cuadro 3. Efecto de la edad y del destete sobre la altura de las vellosidades intestinales.

Edad (días)	Lechón amamantado	Edad al destete	35 (días)
2.00	718 +/- 95*	21	

XX

10.00	703 +/- 32		
21.00	527 +/- 35	527 +/- 35*	
24.00		183 +/- 17	
28.00	416 +/- 41	216 +/- 17	
35.00	410 +/- 31	313 +/- 14	410 +/- 31*
38.00			299 +/- 21
42.00		429 +/- 38	424 +/- 94
49.00		437 +/- 16	

* Altura de las vellosidades (um).
Fuente: Mahan y Cera, 1993.

2.1.5 Diarreas por falta de regulación del consumo del lechón recién destetado

Campabadal y Navarro, 1994, sugieren que uno de los problemas mas serios en el destete temprano es que normalmente el lechón antes de ser destetado, su fuente de alimentación esta constituida en un 50 a un 70% por leche materna y en un 50-30% por alimento sólido. Además la alimentación se hace en intervalos de 1 a 2 horas. Al momento del destete esta situación cambia, la alimentación es 100% sólida y esta a voluntad. El lechón al no poseer un mecanismo que controle su consumo, ingiere una gran cantidad de alimento a veces mayor que la consumida en toda la lactancia lo que conduce directamente a un problema digestivo que predispone a diarreas infecciosas . Pedroza, 1991, encontró que para prevenir este tipo de diarreas, restringir la dieta durante la primer semana ayuda a superar este problema.

Campabadal y Navarro, 1994 recomiendan que al usar dietas simples es importante restringir la alimentación manteniendo los animales sin alimento durante las primeras 10-12 horas y luego aumentar su consumo paulatinamente, hasta tres días post-destete. Además sugieren proporcionarle electrolitos el día del destete. Al usar dietas complejas no es necesario restringir el alimento en las primeras horas post-destete.

2.2 FUENTES DE PROTEINA PARA LECHONES DE DESTETE TEMPRANO

Según Fowler, 1995, las fuentes de proteínas son las mas problemáticas en las raciones de lechones post-destete por su efecto en reacciones alérgicas. En el Cuadro 4 se presenta el efecto de las proteínas sobre la respuesta inmune de los lechones entre los 10 y los 25 días de edad.

Cuadro 4. Grado de seguridad de las proteínas sobre la respuesta inmune de los cerdos (10-25 días de edad)

Relativamente Seguros	Moderadamente Seguros	Relativamente Inseguros
Caseína	Harina de Carne y Hueso	Harina de Soya 44%
Leche deshidratada	Harina de Sangre	Harina de colza
Proteínas de Suero y Leche	Harina de Soya 48%	

Fuente: Fowler, 1995. Adaptado por el autor.

Las dietas que se usen en el destete temprano deben ser lo mas parecido posible a la leche de cerda, en cuanto a su

densidad de nutrientes y calidad de la proteína. (Mojica y col., 1991). Según Campabadal y Navarro, 1996 los ingredientes que forman las dietas de los lechones de destete temprano deben ser de excelente calidad por la delicada fisiología gástrica de este; esto hace que las dietas sean de alto costo. Sin embargo su uso se justifica, por los rendimientos que producen y el bajo consumo de alimento que tienen los cerditos en esa etapa, además que el consumo que se da en esta etapa representa del 10-15% del consumo total de un cerdo desde el nacimiento hasta la edad de sacrificio (110 kg.).

Easter, 1995 afirma que los nutricionistas tienen que hacer frente al dilema de escoger entre una dieta que desarrolle el potencial biológico del cerdo pero a un costo elevado y la dieta barata con limitaciones de desarrollo . También cree que se podría alcanzar el mismo nivel de desarrollo con una dieta en que la base proteica es maiz-soya, que el alcanzado con una dieta compleja a base de productos lácteos y otros subproductos animales; pero antes deben superarse problemas de procesamiento.

2.2.1 Productos de soya

Los productos de soya han sido usado como la principal fuente de proteína en la alimentación porcina. Sin embargo su uso se ve limitado en cerdos de destete temprano. Como lo afirma Dale, 1992, el frijol de soya crudo contiene una variedad de factores antinutricionales como: inhibidores de tripsina, hemaglutininas, saponinas y un factor inhibidor de la vitamina A. Afortunadamente, estos factores son sensibles a la temperatura y se destruyen mediante un proceso adecuado.

Walker y col., 1986, observaron que la reducción en el desempeño en cerdos alimentados con harina de soya en las dietas comparada con cerdos alimentados con una dieta a base de proteína de leche fue mas evidente durante la semana 1-2 después del destete . Esto no se observó durante la semana 4 después del destete . También afirmaron que el desempeño de cerdos jóvenes destetados entre el día 1-28 de edad es usualmente mayor cuando las dietas de inicio contienen proteínas de origen lácteo en lugar de los distintos tipos de proteínas provenientes de la soya.

Stahly y col., 1985, exponen que dietas basadas predominantemente en granos de cereales y harina de soya son usados en cerdos destetados. Aunque estas dietas son económicas, esta bien documentado que simplificando dietas de granos-harina de soya no se maximizar el crecimiento de los cerdos. En años recientes Fowler, 1995, sugiere que el valor nutricional de la harina de soya para cerdos destetados es realzado si la fracción de carbohidratos solubles de la soya es removida. Este autor recomienda usar niveles no mayores de

un 5% en lechones de 4-8 kg. de peso; del 10% para lechones entre los 8 y 16 kg. ; del 15% entre los 16 y los 25 kg. y de 25 a 35 kg. un nivel máximo del 20%.

Según, Easter, 1995, en los últimos años se ha mejorado la tecnología del procesamiento de la soya, estos procesos incluyen la remoción parcial de carbohidratos complejos, una destrucción completa de los factores antinutricionales y una alteración de la organización estructural de las proteínas de la soya.

Hancock, 1995, expresa que actualmente existen varios productos comerciales que han producido resultados satisfactorios en la alimentación de lechones. Los valores de proteína varían de 50 a 70% para proteína concentrada de soya hasta valores de 90% para proteína aislada de soya. Los niveles de lísina varían desde 3.1 hasta 5.3%

Varios investigadores (Li y col., 1990) han estudiado el efecto de la utilización de concentrados de soya en cerdos recién destetados en sustitución de productos lácteos. Los resultados demostraron rendimientos similares a los producidos por estos productos.

2.2.2 Harina de pescado

La harina de pescado por su alto valor biológico y abundancia en el mercado latino es considerada una materia prima muy importante en la formulación de dietas de lechones recién destetados en el trópico ; puede reemplazar hasta cierto nivel los productos lácteos y sanguíneos usados en dietas de destete temprano.

Pike, 1978 ; citado por Pond y Maner, 1984; encontró que al alimentar lechones conteniendo 18.5 % de proteína cruda con o sin harina de pescado, encontró que la ganancia de peso y la conversión alimenticia fueron significativamente mejores para los tratamientos suplementados con harina de pescado . El efecto sobre la tasa de crecimiento fue particularmente marcado en el periodo de seis a nueve semanas de edad, similar a lo que encontró Jaramillo (1994) donde la inclusión de la harina de pescado se hace notoria a partir de la tercera semana post-destete, en lechones destetados a 28 días de edad. En un estudio realizado por Stoner y col., 1988 , en el cual se reemplazo la leche en polvo por harina de pescado en dietas de inicio , indico que la harina de pescado puede ser usada para reemplazar en su totalidad la leche en polvo , si se tiene en consideración los niveles de lactosa de la dieta .

En estudios hechos en el Zamorano, Castillo (1992) , Jaramillo (1994) y Gamez (1997) encontraron que la adición de la harina de pescado en sustitución parcial de la harina de soya, mejora las ganancias diarias de peso y consumo de alimento tanto en lechones destetados a los 28 días (Castillo, 1992 . Jaramillo, 1994) como en lechones destetados a los 21 días (Gamez , 1997); Logrando la máxima respuesta animal en ambos casos con el nivel de 9 % de harina de pescado en la dieta.

2.2.3 Productos lácteos

Madrigal ,1990, afirma que la leche en polvo entera y la descremada en polvo por su excelente patrón de aminoácidos son una buena fuente de proteína. Además, de que contienen niveles altos de minerales, especialmente calcio y fósforo. En el caso de la leche integra también contiene un nivel adecuado de vitaminas liposolubles e hidrosolubles, mientras que la leche descremada de vitaminas hidrosolubles. El alto valor nutritivo y su gran palatabilidad, son razones por las cuales estos productos son usados en la alimentación de lechones de destete temprano pero tienen la seria limitante de tener un alto costo.

Como lo afirma Angelmier y Montgomery ,1976 citado por Easter 1990; los componentes vegetales para dietas de lechones de destete temprano son marcadamente diferentes a los de la leche. Las proteínas de la leche (caseína y lactoalbumina) son simples de 14000 a 25000 daltons con 0-4 ligaduras de disulfuro sin subunidades, mientras que las proteínas de la

soya son mas complejas con un tamaño que va desde los 8000 hasta los 600000 daltons y posee múltiples subunidades con numerosos enlaces disulfitos. Como lo señala Fukushima ,1968, los carbohidratos de la leche son principalmente disacaridos (lactosa), mientras que los granos tienen cantidades grandes de polisacaridos (almidón).

Trabajos realizados por Himmelberg y col., 1985, concluyeron que una dieta compleja a base de leche integra produjo los mejores rendimientos a los 28 y 35 días de edad, en cerdos destetados a 21 días.

En otro trabajo Pettigrew y Harmon , 1977, obtuvo que la mejor respuesta en cuanto a ganancia de peso consumo y ausencia de diarreas la presento la leche deshidratada al compararla con una combinación de caseinato de sodio con suero deshidratado.

Zimmerman, 1972, citado por Madrigal , 1990 reportó un aumento lineal en la ganancia conforme aumentaba el nivel de leche entera deshidratada, así como un mejora lineal en la conversión alimenticia al aumentar el nivel de leche . En relación a la ganancia de peso la mejor respuesta se presento con un nivel de 20% de leche entera deshidratada.

Madrigal ,1990, reporto en su experimento donde uso dos niveles reemplazador de leche, 10 y 20% y la dieta testigo a base de maiz-soya , que la mejor respuesta en ganancia diaria y conversión alimenticia se obtuvo al usar el nivel de 20% de reemplazador de leche, tanto para el primer periodo (0-15 días) como para el segundo de (15-30 días). Desde el punto de vista económico el nivel de la dieta testigo fue la mas económica.

2.2.4 Productos sanguíneos

Los productos sanguíneos son una alternativa que recientemente ha empezado a ser importante, para la alimentación de cerdos de destete temprano. La harina de sangre contiene arriba de 80% de proteína cruda y 9% de lísina total, pero es seriamente deficiente en isoleucina (ver anexo 12). Su alto contenido proteico y particularmente su alto contenido de lísina lo hacen uno de los productos valiosos para la alimentación animal (Pond y Maner, 1984).

Uno de los problemas mas serios que se han tenido con estos productos en el pasado es el proceso de secado. El proceso de secado por tambor baja la disponibilidad de ciertos aminoácidos, particularmente lísina, además de afectar la palatabilidad del producto. Lo mismo ocurría con los otros procesos; (anillo) resultando en productos inconsistentes en calidad. (digestibilidad , solubilidad y contaminación de subproductos de rastro). (Russel y Weaver, 1996)

El proceso de secado por pulverizado, semejante al usado para la leche en polvo, ha mejorado dramáticamente la calidad y subsecuente uso de estas proteínas en la industria alimenticia, porque se mantiene la integridad de los

componentes de las proteínas y la digestibilidad de los aminoácidos.

En la actualidad por ejemplo en los Estados Unidos el plasma deshidratado por pulverizado es una de las fuentes proteicas que ha llegado a ser un ingrediente estándar en dietas de destete ultra precoz (7-12 días). Las proteínas de plasma como las de células rojas viene de la sangre recogida en los rastros. Los procedimientos de recolección y procesamiento son críticos para la calidad del producto; el proceso empieza con el sangrado del animal con la adición de anticoagulante en la sangre extraída. La sangre es recolectada y manejada en equipo de acero inoxidable. Toda la sangre es pasada después a través de una centrífuga donde se separa las células rojas del plasma, luego se congela cada una de las partes. Cada fracción (plasma y células rojas) es secado por pulverizado resultando en una fina y clara harina que contiene 78 % de proteína cruda (plasma) y una fina y oscura harina conteniendo 92 % de proteína cruda (células rojas). Las proteínas de plasma y células rojas son ricas en lisina, triptofano y treonina pero limitadas en isoleucina y metionina (Russel y Weaver, 1996). Por los buenos resultados que se han obtenido con el plasma en reemplazo de la leche deshidratada en dietas de destete precoz (7-12 días) la demanda de este producto es alta en países con una industria porcina intensiva y tecnológicamente avanzados lo que lo hace un producto caro para los países del trópico.

Owen y col., 1995, demostraron que el plasma porcino deshidratado y la harina de sangre son beneficiosos para promover el máximo desempeño en crecimiento en cerdos de destete temprano. Los productos sanguíneos estimulan el consumo y la ganancia diaria de peso. Sin embargo conforme aumenta el nivel usado de estos productos en la dieta, se tiene que agregar mas metionina sintética ya que esta fuente de proteínas contiene concentraciones relativamente bajas en metionina (8.6% y 14.5 % en relación a lisina para el plasma porcino y la harina de sangre deshidratada, respectivamente). Investigaciones hechas por Kats, y col., 1994, afirma que la metionina esta entre los dos primeros aminoácidos limitantes en las dietas conteniendo productos sanguíneos secados por pulverizado.

Kats y col., 1995, evaluó distintas fuentes de proteína desde el día 7-28 post-destete, los animales alimentados con la dieta a base de "harina de sangre secada por pulverizado" (HSSP) tuvieron una mayor ganancia diaria promedio que los cerdos con otras fuentes de proteínas. También evaluó el nivel óptimo de HSSP en cerdos de destete temprano desde el día 7-28, resultando en un aumento (cuadrático, $P < .01$) en la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia; resultando el óptimo económico el nivel de 1.9 % de HSSP. Este autor afirma que el nivel combinado de plasma porcino deshidratado y HSSP que mejor resultado dió tanto en lo biológico como en lo económico fue

el de 75% y 25% de la lísina aportada por el plasma y la HSSP, respectivamente; Además reporta que la fuente de origen (especie animal) de la sangre no tiene efecto alguno en la calidad de esta materia prima.

Este autor observó que los cerdos alimentados con HSSP en la primera semana post-destete tuvo una ganancia diaria menor comparado con el plasma porcino pero igual comparado con la leche deshidratada. En un experimento en el que se comparó el efecto de la HSSP contra una harina de pescado de excelente calidad entre el día 7-14 post-destete, observó que las dietas conteniendo HSSP tuvieron una mejor ganancia diaria ($P < .06$) y un mayor consumo de alimento ($P < .01$) en esta etapa comparadas con las dietas de alta calidad de harina de pescado; Sin embargo al incluir todo el periodo (7-25) no hubo diferencia entre una y otra dieta.

Con las células rojas se ha hecho poca investigación, solo Herzberg 1996 (comunicación personal) reporta una mejora en las ganancias de peso en el periodo temprano post-destete en la República Dominicana. Este autor sugiere usar las células rojas en niveles de 2-3 % no excediendo el 3 % ya que su alto contenido de hierro puede irritar el intestino del lechón y causar diarreas.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 DURACION Y LOCALIZACION DEL ESTUDIO

El experimento se llevó a cabo en el edificio de inicio de la granja productora de lechones para pisos de engorde "San Lucas" ubicada a 30 kms al norte de San Pedro Sula, en la aldea de Monterrey, Choloma, Cortes. Este se encuentra a 30 msnm con una temperatura promedio de 27 grados centígrados y una precipitación de 1500 mm. El tiempo de duración del experimento fue de nueve semanas que comprenden desde el mes de Marzo hasta el mes de Mayo de 1997.

3.2 ANIMALES UTILIZADOS

Para el experimento se usaron 288 lechones destetados, provenientes de los cruces de las razas DurocHamp y los híbridos PIC., originarios de la piara de dicha granja los cuales fueron asignados a 18 grupos homogéneos de 16 cerdos c/u, de acuerdo al sexo (8 machos y 8 hembras), peso inicial y el origen de la camada. Los lechones se destetaron a una edad de 23 (+-) 3 días con un peso promedio de 6.2 kg. . Todos los cerdos recibieron el mismo manejo durante el experimento. (vacunación y desparasitación).

3.3 ALOJAMIENTO

Cada grupo de 16 lechones fue asignado al azar a corrales con piso de malla elevado, con un espacio físico de 3.52 mts cuadrado (1.6 x 2.2)trabajando con una densidad de 0.22 m² por lechón, que es la densidad frecuentemente usada en estas fincas. Los corrales disponían de comederos automáticos y un bebedero de tipo chupete por corral. Las primeras dos semanas post-destete los lechones se manejaron expuestos a un ambiente controlado a través de techos de madera con lamparas eléctricas para mantenerlos con una temperatura superior a los 30 grados centígrados; posteriormente a partir de la semana tres post-destete se movilizaron a otro edificio donde la temperatura se controló a base de cortinas. Este último edificio posee las mismas medidas que el primero y se maneja con la misma densidad por galpón, permaneciendo los lechones en este galpon hasta la semana seis post-destete .

3.4. TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

Se realizaron un total de 6 tratamientos (Ver Cuadro 5), probándose 2 niveles de reemplazo de la harina de pescado (HP) y de células rojas (CR) por leche en polvo (LP); las dietas control eran el "Inicio" y "Pre- Inicio" de la empresa. Además se evaluó el

Cuadro 5. Tratamientos experimentales

TRAT	Descripción
1.	Dos semanas Preinicio + cuatro semanas Inicio de la empresa
2.	Seis semanas Inicio de la empresa
3.	Dos semanas Preinicio 25 % Hp + cuatro semanas Inicio 50 % Hp
4.	Dos semanas Preinicio 50% Hp + cuatro semanas Inicio 100 % Hp
5.	Dos semanas Preinicio 2 % CR + cuatro semanas Inicio 2 % CR
6.	Dos semanas Preinicio 4 % CR + cuatro semanas Inicio 4 % CR

sistema de alimentación en el que se dio el "Inicio" desde el momento de destete; contrario al se usa en todas las granjas en las cuales se suministró dos semanas de alimentación con "Pre-Inicio" y las cuatro semanas restantes con "Inicio" (Trat. 1-2). El alimento fue suministrado ad-libitum en forma de harina , pesándose la cantidad ofrecida cada día y al final de la semana el rechazo existente, obteniendo el consumo de la diferencia de estos dos datos. Se midió un porcentaje de pérdida de alimento por desperdicio que en las primeras dos semanas fue de un 7% de lo que se ofrecía y en las semanas restantes aproximadamente un 9% en base a 6 semanas de pesaje del alimento que se perdía (en el piso bajo del corral elevado). La conversión alimenticia se calculó de la división entre el consumo y la ganancia de peso de cada corral .

En el Cuadro 6 y 7 se presenta la composición porcentual y nutricional de las dietas de Pre-inicio e Inicio. Las dietas utilizadas fueron formuladas manteniendo el nivel fijo de aminoácidos digestibles, proteína cruda (22% pre-inicio y entre 20.16 y 20.37 en inicio) y energía metabolizable por encima de 3300 kcal/kg (preinicio) y 3200 kcal/kg (inicio) .

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el experimento se uso un diseño de Bloques al azar . Para la variable ganancia de peso se tomaron datos de los 48 cerdos por tratamiento haciendo un total de 288 observaciones (repeticiones). Para las variables consumo de alimento y conversión alimenticia se usaron los lotes por corral (n=3), constituyéndose estos en las unidades experimentales con un total de 18 observaciones. El efecto de los tratamientos fue evaluado a través del análisis de varianza y una comparación de medias. Para el análisis estadístico se analizo el período completo (0-42 días), luego se dividió cada tratamiento en dos períodos, período I (0-14 días post-destete), período II (4-42

días post-destete; Esto para determinar el efecto de la dieta en el período crítico post-destete (0-14 días). Todas las variables fueron analizadas mediante el programa estadístico MSTAT (Michigan State University) .

Cuadro 6. Composición porcentual y nutricional de las dietas de pre-inicio

Materia prima	Empres a	25 % HP	50 % HP	2 % BC	4 % BC
Maíz amarillo	38.78	42.17	45.63	42.06	43.60
Trigo harinilla	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Lactosa	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Aceite de palma	2.71	2.47	2.24	2.57	3.56
Soya harina 48%	7	7	7	7	7
Leche deshidrat	22.00	16.60	11.07	16.17	10.34
Pescado 67%	9.00	11.28	13.57	9.00	9.00
Células rojas				2.00	4.00
Sal	0.37	0.32	0.28	0.31	0.31
Mineral Swine	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Mecadox	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Vitamina Swine	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Lísina	0.09	0.13	0.17	0.11	0.14
Treonina	0.04	0.07	0.10	0.07	0.10
Alimet	0.00	0.03	0.06	0.06	0.12
Fosfato monocal	0.51	0.47	0.42	1.32	2.21
Carbonato de calcio	0.7	0.69	0.68	0.56	0.35
Sulfato de Cu	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Neoterramicina	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	99.96	99.99	99.98	99.98	99.48
Costo	567.70	489.06	408.35	507.5	449.48
				4	
EMetab.	3350	3345	3331	3350	3372
Proteína	22.00	22.00	22.00	22.00	22.00
Lísina	1.47	1.51	1.55	1.54	1.51
Treonina	0.90	0.91	0.93	0.99	0.90
Isoleucina	0.93	0.92	0.91	0.58	0.86
Triptofano	0.23	0.23	0.22	0.23	0.24
Met-cys	0.56	0.62	0.71	0.69	0.62
Met	0.47	0.51	0.55	0.52	0.51

Cuadro. 7 Composición porcentual y nutricional de las dietas de inicio

Materia Prima	INICI O	50% HP	100 % HP	2 % BC	4 % BC
Maíz Amarillo	52.7	54.10	55.47	55.97	58.54
	0				
Salvado trigo	1.28	2.00	2.00	2.00	2.00
Semolina arroz	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Lactosa	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Melaza pellet	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Aceite palma	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Aceite de pollo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Soya harina (48)	16.0	16.00	16.00	14.96	10.31
	0				
Leche deshidrat	4.68	2.33			
Pescado 67	9.00	9.94	10.88	9.00	9.00
Blood cell				2.00	4.00
Sal	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Mineral Swine	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Vitamina Swine	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Lísina	0.02	0.04	0.06	0.08	0.03
Alimet	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09
Treonina	0.02	0.03	0.05	0.04	0.04
Mecadox	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Micro aid	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fosfato monocal	1.41	1.38	1.36	1.77	1.84
Sulfato de Cu	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
TOTAL	99.2	100.00	100.01	100.03	99.99
	7				
COSTO	258.	225.85	191.36	216.94	243.89
	8				
Proteína	20.37	20.32	20.28	20.37	20.16
Lísina	1.32	1.34	1.36	1.38	1.41
Treonina	0.85	0.86	0.86	0.85	0.85
Isoleucina	0.70	0.69	0.68	0.63	0.56
Triptófano	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23
Met-cys	0.67	0.71	0.75	0.74	0.73
Met	0.45	0.47	0.48	0.48	0.48
EM	3313.	3311.	3308.	3329.	3334.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

El experimento tuvo una duración de 9 semanas (42 días por repetición , llevaban una semana de diferencia entre repetición) tiempo en el que la mayoría de los cerdos alcanzaron un peso superior a los 19 kg. peso que se considera dentro de lo normal para una zona tan caliente .

4.1 GANANCIA DE PESO

Los resultados para la variable ganancia de peso obtenida en el experimento se presentan a continuación en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Resultados generales para la variable ganancia de peso

TRAT 1	TRAT 2	TRAT 3	TRAT 4	TRAT 5	TRAT 6	Descripción
Periodo	Alcon	2 semanas P+ 4 semanas I	Alcon	6 semanas I	2 semanas P	25% HP+ 4 semanas I
50% HP	2 semanas P	50% HP+ 4 semanas I	100% HP	2 semanas P	2% CR+ 4 semanas I	2% CR
2 semanas P	4% CR+ 4 semanas I	4% CR				I * (0-14 días)
213ABC	193C	226ABC	202BC	244A	237AB	II (14-28 días)
422 ns	400 ns	421 ns	415 ns	416 ns	390 ns	III (0-42 días)
351 ns	331 ns	357 ns	343 ns	357 ns	338 ns	* Diferencia estadística significativa a un $p < 0.05$
(ns) No hubo diferencia significativa $p > 0.05$						
P: Preinicio		HP: Harina de pescado				
I: Inicio		CR: Células rojas				

Para el período I las ganancias de peso fluctuaron entre 193 a 245 g/día, encontrándose diferencias estadísticas para esta variable ($p < 0.05$). Al hacer la separación de medias por medio de la prueba Duncan, se observo que las mejores ganancias de peso se obtuvieron con los tratamientos a base de productos sanguíneos “células rojas” (CR), siendo el mejor nivel el de 2% (T. 5), seguido por el reemplazo de la leche en polvo (LP) por harina de pescado (HP) en un 25 % en base a lísina; Las menores ganancias se dieron para el (T. 2) en el que se dio Inicio Alcon . Los resultados obtenidos en este Período I concuerda con lo obtenido por Kats y col (1995), quienes reportan que las ganancias de peso se maximizan en período (7-28 días) con el uso de productos sanguíneos en la dieta. Estos resultados contraponen lo afirmado por Castillo (1992) y Jaramillo (1994) los cuales afirman que el nivel de 9 % de HP maximizar la respuesta animal, ya que en este estudio la respuesta se vio maximizada con el nivel de 11.28 % en la fase I; Esto puede deberse a algún tipo de efecto sinérgico entre la HP y los niveles usados de LP.

Para el período II las ganancias de peso fluctuaron de 421 a 390 g/día no encontrándose diferencias significativas entre dietas. Esto concuerda con lo observado por Kats y col ,

(1995) que al incluir el periodo completo (7 -25 días) no hubo diferencia entre usar productos sanguíneos o HP en la dieta, lo cual puede deberse a lo que sugiere Makkink y col. , 1994, que a partir del día 10 post-destete la actividad enzimática se incrementa principalmente en la tripsina y quimotripsina y estos niveles de actividad pueden ser suficientes para la digestión de dietas mas simples .

Lo anterior se ve reforzado por Giestin y Easter ,1991 , quienes afirman que el desarrollo enzimático para una mejor utilización de los nutrientes mejora conforme avanza el período post-destete logrando estabilizarse en la semana tres post-destete.

Para el período completo las ganancias de peso fluctuaron de 357 a 338 g/día, no encontrándose diferencias significativas (p> 0.05). Esto se debe a que en el período II es cuando el cerdo tiene las mejores ganancias por lo que no se ve el efecto del periodo I .

4.2 CONSUMO DE ALIMENTO Y EFICIENCIA DE CONVERSION

Los resultados obtenidos ara las variables consumo de alimento y conversión alimenticia se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Resultados generales para las variables consumo de alimento y conversión alimenticia

TRATAMIENTOS

Periodo	Variable	1	2	3	4	5	6	Descripción
I (0-14 días)	consumo*	257 B	297A	302 A	304A	326 A	306 A	Alcon 2 sema P+ 4 sema I
	conversión	1.21 ns	1.54 ns	1.32 ns	1.59 ns	1.36 ns	1.33 ns	Alcon 6 sema I
II (14-42 días)	consumo	616 ns	692 ns	685 ns	623 ns	654 ns	578 ns	2 sema P 25% HP+ 4 sema I 50% HP
	conversión	1.43 ns	1.44 ns	1.38 ns	1.4 ns	1.48 ns	1.44 ns	2 sema P 50% HP+ 4 sema I 100% HP
III (0-42 días)	consumo	548 ns	546 ns	483 ns	576 ns	575 ns	528 ns	2 sema P 2% CR+ 4 sema I 2% CR
	conversión	1.46 ns	1.54 ns	1.45 ns	1.51 ns	1.53 ns	1.48 ns	2 sema P 4% CR+ 4 sema I 4% CR

ns (no significativo p > 0.05)

P: Preinicio HP: Harina de pescado

I: Inicio CR: Células rojas

Al igual que para la ganancia de peso , para la variable consumo de alimento si mostró diferencia significativa en el Periodo I (0-14 días) Si bien el mayor consumo se obtuvo con el tratamiento 5 (2 % CR), al hacer la separación de medias el único Tratamiento que presento menores consumos fue el T.1 (Pre-inicio Alcon).

Para la variable conversión alimenticia (CA) no hubo diferencias (p> 0.05).

Todo lo anterior se contrapone con lo afirmado por Owen y col.,1995 en donde los productos sanguíneos (HSSP) estimulaban el consumo y la ganancia de peso mejorando a su vez la CA . De igual manera no concuerda con Kats y col., 1993 los cuales observaron un mejor consumo y CA (p< 0.01) con HSSP comparada con las dietas a base de HP de alta calidad . Esto pudo deberse a que la materia prima empleada en estos reportes era HSSP

mientras que en este experimento se trabajó con células rojas; al estar la sangre sin fraccionar puede ser que las inmunoglobulinas de la sangre mejoren el desempeño del animal.

Para la etapa II y III para las variables consumo de alimento y CA no hubo diferencia significativa entre tratamientos ($p > 0.05$). Esto concuerda con lo observado por Gámez (1997) donde no encontró diferencias en el consumo y la CA ($p > 0.05$) entre dietas no importando el origen de la fuente proteica a partir de la tercer semana post-destete.

COSTO DEL ALIMENTO

Se realizó un análisis de costos de alimento por kg. de peso vivo incrementado, tomando en cuenta la conversión alimenticia obtenida por cada tratamiento se llega a los siguientes resultados. (Cuadro 10)

Cuadro 10. Comparación de costos (lps) por kg. de peso vivo incrementado por tratamiento

Tratamiento 1 2 3 4 5 6 Descripción

Periodo I Alcon 2 sema P+ 4 sema I Alcon 6 sema I 2 sema P 25% HP+ 4 sema I 50% HP
2 sema P 50% HP+ 4 sema I 100% HP 2 sema P 2% CR+ 4 sema I 2% CR 2 sema P
4% CR+ 4 sema I 4% CR I (0-14 días)

Dif % de testigo 15.25

100 % 8.85

58 % 14.35

94 % 14.42

94% 15.32

100 % 13.27

87 % II (14-28 días) Dif % de testigo 8.22

100 % 8.28

101 % 6.93

84 % 5.95

72 % 7.13

87 % 7.77

94% III (0-42 días) Dif % de testigo 10.39

100 % 8.85

85 % 8.97

86 % 7.87

76 % 9.33

90 % 9.32

90 % P: Preinicio HP: Harina de pescado

I: Inicio CR: Células rojas

Como se puede observar en el Cuadro 10 el mejor beneficio económico se obtiene en la fase I con el Inicio (Alcon T. 2) logrando un ahorro del 29% por kg. de peso vivo en comparación con el reemplazo de la LP por CR en un 4% (T. 6). Esto sumado a que en

la fase completa no hubo diferencia significativa ($p>0.05$) para la variable ganancia de peso entre tratamientos , sugiere que el pre-inicio no es indispensable en el período I. Para la fase II y el período completo el tratamiento mas barato es el T. 4 (reemplazando en un 100% de la leche en polvo por HP), con 5.95 y 7.8 lps/kg. respectivamente .

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir que :

El sistema de alimentación usado actualmente por el proyecto (2 semanas Pre-inicio + 4 semanas Inicio) puede ser reemplazado por un sistema en el cual se de las seis semanas Inicio.

El nivel óptimo de reemplazo de la harina de pescado por leche en polvo en base a lisina es del 25 % para el período I y de 100 % para el II.

El nivel óptimo de uso de las células rojas es el de 4 % para el periodo I de inicio.

No es rentable usar dietas tan complejas a partir de semana tres post-destete ya que el sistema digestivo del lechón ya tiene la capacidad enzimática para absorber la proteína vegetal sin complicaciones

VI. RECOMENDACIONES

En base a lo antes expuesto se sugiere cancelar el uso del pre-iniciador en las dos primeras semanas post-destete y limitarlo solo para uso en la maternidad (día 10-21 de vida).

- Dividir la fase de inicio en dos subfases (Inicio I e Inicio II) siendo el inicio I un alimento complejo que comprende las semanas 1 y 2 post-destete; a base de células rojas (2-3% CR) harina de pescado (nivel max. 9%) y que el nivel de harina de soya no sobrepase el 14% y la fase II una dieta simple a base de harina de pescado y harina de soya (nivel max soya 44%; un 20% y soya 48% un 22%), que comprenda desde la semana tres hasta la seis . Esto para evitar el uso de una dieta de alta calidad en cerdos que su sistema digestivo ya esta adaptado a dietas simples además que evitamos la sobresatisfacción nutricional de los cerdos mayores.

- Es de vital importancia que en el periodo I se ofrezca una dieta con una fuente proteica de alta calidad para asegurar el correcto desempeño del animal recién destetado.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ABIN.M , 1986 . Which feeding strategy for piglets after weaning. PIGS.
Misset International. Holanda p 18-19.
- AHERNE , F . 1987 . Manejo del destete a las cuatro semanas, muchas crías destetadas
quedan cortas en su potencial . International Pigletter. Pig World, Inc.
EE.UU. 7 (6) : 21-24.
- CAMPABADAL , C . ; NAVARRO , H. 1996. Alimentación del lechón al destete.
Asociación Americana de Soya . Soyanoticias julio a septiembre. Centro de
Investigación en Nutrición Animal. Universidad de Costa Rica. P 29-41.
- CAMPABADAL , C . ; NAVARRO , H. 1994. Manejo y alimentación del lechón pre y
postdestete. Asociación Americana de soya ASA/México A.N. No 92.
Primera reimpresión. p 13-20.
- CASTILLO , R . 1992 . Evaluación de distintos niveles de harina de pescado, cobre, lisina
sintética en dietas para lechones destetados tempranamente. Tesis Ing.
Agr. Escuela Agrícola Panamericana , Zamorano , Honduras.59 p.
- DALE , N . 1992 . Solubilidad de la proteína ; indicador del procesado del harina (pasta) de
soya. ASA/México A.N. No 89. Primera reimpresión. 45p.
- EASTER , R . 1995 . Growth, body composition and nutrition . En : Memorias curso de
LANCE . San José , Costa Rica. 17 p.
- EASTER , R y GONZALEZ , A .C . 1993 . El papel de la acidificación de la dieta en la
nutrición porcina . Asociación Americana de Soya ASA/México A.N.
No 118. p 1-7.
- EASTER , R . 1990 . Nutrition of the newly weaned pig. Department of Animal Science.
University of Illinois . Congreso Latinoamericano de Nutrición Animal.
Alajuela, Costa Rica. 25 p.
- ETHRIDGE , R . D . ; SCERLEY ,R .W and HUBER , T . L . 1984 . The effect of diet on
fecal moisture , osmolarity of fecal extracts , products of bacterial
fermentation and loss of minerals in feces of weaned pigs.
J. Anim. Sci. 38(6): 1403-1411.

- ENGLISH ,P .R .; VERNON , R .; FOWLER , R . BAXER , S and SMITH , B .L . 1988. The growing and finishing pig. Improving efficiency. Farming Press. Ipswich, United Kingdom. 554 p.
- FOWLER ,V . 1995 . Nutrtrion of the early weaned pig. In : Proceedings of Advance Swine Production Technology Course . University of Illinois. 9 p.
- FUKUSHIMA , D . 1968 . Internal structure of 7's an 11's globulin molecules in soybean proteins. Cereal chemistry 45. 203.
- GAMEZ , M . 1997 . Efecto de la disminución del nivel de harina de pescado en dietas para lechones destetados tempranamente . Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana , Zamorano , Honduras. 44 p.
- GIESTING , D . W . and EASTER , R . A . 1991 . Effect of protein source and fumaric acid supplementation on apparent ileal digestibility of nutrients by young pigs. Anim. Sci. 69: 2497-2503.
- HANCOCK , J . D . 1995 . Use of specially processed soy products to replace milk proteins in baby pig starter diets . En : Presentación hecha en la Escuela Agrícola Panamericana , Zamorano . Honduras.
- HERZBERG . 1996. Comunicación personal.
- HIMMELBERG , L . V .; PEOER , Jr .; LEWIS.A , J and CRESTIAU , J ..D . 1985. Weaning weight response of pigs to simpole and complex diets . J. Anim. Sci. 61:18-26 .
- JARAMILLO , J . M . 1994 . Sustitución de harina de soya por harina de pescado en dietas de lechones destetados. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana , Zamorano , Honduras. 40 p.
- KATS , L . J .; NELSSSEN , J . L .;TOCKACH , M . D 1994 . The effect of spray-dried blood meal on growth performance on the early weaned pig. J. Anim. Sci. 72 (11) : 2275-3034.
- KATS , L . J .; TOCKACH , M .D .; NELSSSEN , J . L .; GOODBAND , R.D.; LAURIN , J .L . 1993 . Comparission of spray-dried blood meal and flash by-products in the phase II starter pig diet. J. Anim. Sci. 71. Supplement 1993, 85th annual meeting abstracts.
- KATS , L . J .; TOCKACH , M ..D .; NELSSSEN , J . L .; GOODBAND , R .D . 1992. Optimum blood meal level on phase II starter diet. J. Anim. Sci. Volume 7, Supplement 1, 84th annual meeting abstracts.

- LI , D . F . ; NELSSSEN , L . ; REDDY , P . G . ; BLECHAS , F . ; HANCOCK , J . D . ; ALLEE , G . L . ; GOODBAND , R . D and KLEMM , R . D . 1990. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early weaning pigs. *J. Anim. Sci.* 68: 1790.
- MADRIGAL , F . 1990 . Evaluación de subproductos lácteos en la alimentación de lechones. Tesis Ing. Agr. Escuela de Zootecnia Facultad de Agronomía . Universidad de Costa Rica. 102 p.
- MAHAN , D . C and CERA , K . R . 1993 . Changes in the intestinal morphology . A major reason for the growth check following weaning . Ohio Swine Research and Industry Report 1992-1993. Ohio State University. p 18-25.
- MAKKINK , C . A . ; BERNSTEN , P . J . ; KEMP , B . ; VERSTEGEN , M . W . 1994. Gastric protein breakdown and pancreatic enzyme activities in response to two different protein sources in newly weaned pig. *J. Anim. Sci.* 72: 2843- 2850.
- MANER , J . H . ; POND , W . G . ; LOOSLI , J . K and LOWREY , R . S . 1962. Isolated soybean protein and casein on the gastric pH and rate of passage of food residues of baby pigs. *J. Anim. Sci.* 21: 49
- MANNERS , M . J . 1970. Milk replacers of piglets . *Sci. Fd. Agric.* 21: 333.
- MOJICA , C . ; ROBLES , A . ; CUARON , J . A . 1991. Efecto de la dieta y la frecuencia de alimentación sobre el comportamiento productivo de los lechones al destete. ANEMA (Asociación Mejicana de Especialistas en Nutrición Animal). Quinto Congreso Nacional de la Asociación Mejicana de Nutrición Animal . p 228-238.
- MORAN , E . T . 1982 . Comparative nutrition of fowls and swine. The gastrointestinal system . Office for educational practice. University of Guelp. Guelp, Ontario . 253 p.
- OWEN , K . Q . ; NELSSSEN , J . L . ; GOODBAND , R . D . ; TOCKACH , M . D . 1995. Added dietary methionine in starter pig diets containing spray dried blood products. *J. Anim. Sci.* 73 (5) :2647-2654.
- PEDROZA , C . A . 1991. Aspectos prácticos en la alimentación porcina . Asociación mejicana de especialistas en nutrición animal. Primer ciclo internacional de conferencias sobre nutrición y manejo del cerdo. Irapuato, México. P 1-9.

- PETTIGREW , J . E and HARMON , B . G . 1977. Milk proteins for artificially reared piglets I. Comparission to egg whitte protein and effect of added immunoglobulin. J. Anim. Sci. 44 (1): 374-381.
- POND ,W . G ; MANER ,J . H . 1984 . Swine production and nutrition . The Avi Publishing Company , Inc. Wesport Connecticut. p 380-479.
- RUSSEL , L . E .; WEAVER , E . C . 1996 . Strategic application of blood proteins in feeding strategies for early weaned pigs and calves. American Association of Swine Practitioners . 27th annual meeting , march 2-5, Nasville Tennessee.
- STAHLY , T . S .; CROMWELL , G . L .; MONEGUE ,H . J . 1985. Influence of citric acid and sodium bicarbonate on the nutritive value of soybean protein sources for weanling pigs. Swine Research Report. University of Kentucky. USA. 47 p.
- STONER , G . R .; NELSSSEN , J . L .; HINESA , R . H .; Replacing dried skim milk with select menhaden fishmeal in a high nutrient density diet. Swine Day (EE.UU). Kansas University. 556: 57-59.
- WALKER , W . R .; MAXWELL , C . V .; OWENS , .F . N .; BUBHANAN , D . S . 1986. Milk versus soybean protein sources for pig : I. Effects on performance and digestibility. Anim. Sci. 63 : 505.
- ZIMMERMAN , D . 1996 . Nutrición y manejo de cerdos de destete temprano . Alimentos Balanceados para Animales . marzo/abril. 5 p.

X. ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (g) período I (0-14 días) .

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Tratamientos	5	97066.56	19413.31	2.83	0.02
Repeticiones	47	541528.91	11521.89	1.68	0.01
Error	235	1609233.34	6847.8		
Total	287	2247828.8			

C.V. 37.74 %

ANEXO 2. Separación de medias (Prueba Duncan) para la variable ganancia diaria de peso (g). Período I (0-14 días).

TRATAMIENTO	MEDIA
Pre-inicio 2% CR	244.5 A
Pre-inicio 4% CR	237.1 AB
Pre-inicio 25% HP	226.3 ABC
Pre-inicio empresa	212.7 ABC
Pre-inicio 50% HP	201.6 BC
Inicio empresa	193.5 C

ANEXO 3. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (g) período II (14-42 días).

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Tratamientos	5	39375.86	7875.17	1.57	0.17
Repeticiones	47	432228.47	9196.35	1.84	0
Error	235	1117099.14	6847.8		
Total	287	1648703.46			

C.V. 17.24 %

ANEXO 4. Análisis de varianza para la variable ganancia diaria de peso (g) período III (0-42 días).

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Tratamientos	5	27487.02	5497.4	1.43	0.21
Repeticiones	47	330784.14	7037.96	1.84	0
Error	235	901108	3834.5		
Total	287	1259379.15			

C.V. 17.89%

ANEXO 5. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g) período I (0-14 días).

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Tratamientos	5	8129.06	1625.81	5.45	0.01
Repeticiones	2	3792.53	1896.26	6.36	0.02
Error	10	2981.89	298.19		
Total	17	14903.48			

C.V. 5.77 %

ANEXO 6. Separación de medias (Prueba Duncan) para la variable consumo de alimento (g). Período I (0-14 días).

TRATAMIENTO	MEDIA
Pre-inicio 2% CR	328.3 A
Pre-inicio 4% CR	306.4 A
Pre-inicio 50% HP	304 A
Pre-inicio 25% HP	301.8 A
Pre-inicio empresa	297.5 A
Inicio empresa	257 B

ANEXO 7. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g) período II (14-42 días).

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Tratamientos	5	16125.83	3225.16	1.44	0.2916
Repeticiones	2	17642.87	8821.44	3.93	0.054

Error	10	22421.04	2242.1
Total	17	56189.784	

C.V. 7.83 %

ANEXO 8. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento (g) período III (0-42 días).

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Tratamientos	5	18104.73	3620.94	0.55	0.73
Repeticiones	2	2231.37	1115.68	0.17	0.84
Error	10	65964.84	6596.48		
Total	17	86300.95			

C.V. 14.95 %

ANEXO 9. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia período I (0-14 días).

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Tratamientos	5	0.33	0.066	0.93	0.5031
Repeticiones	2	0.58	0.288	4.06	0.0511
Error	10	0.71	0.071		
Total	17	1.61			

C.V. 18.89 %

ANEXO 10. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia período II (14-42 días).

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Tratamientos	5	0.02	0.004	0.94	0.494
Repeticiones	2	0.02	0.008	1.91	0.199
Error	10	0.04	0.004	2.75	
Total	17	0.08			

C.V. 4.55 %

ANEXO 11. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia período III (0-42 días).

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F	Prob.
Tratamientos	5	0.05	0.009	1.23	0.3656
Repeticiones	2	0.49	0.246	32.13	0.000
Error	10	0.08	0.008		
Total	17	0.61			

C.V. 5.79 %

ANEXO .12 Composición nutricional de las células rojas AP 301.

Nutriente	Cant/unidad	Nutriente	Cant/unidad
Proteína Cruda	92 % min	Humedad	8 % max
Fibra Cruda	0.5 % max	Ceniza	5 % max
Solubilidad	80 %	Potasio	0.25 %
Hierro	2700 ppm	ED	4483 kcal/kg
Calcio	0.02 %	EM	4270 kcal/kg
Alanina	7.6 %	Lisina	9 %
Arginina	4 %	Metionina	0.8 %
Fenilalanina	7.1 %	Cistina	0.6 %
Treonina	3.6 %	Triptofano	1.2 %
Isoleucina	0.6 %	Valina	9.2 %