

85
24.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EFFECTO DEL SUERO DE LECHE LIQUIDO Y DE LA
L-GLUTAMINA SOBRE LOS PARAMETROS
PRODUCTIVOS DEL LECHON Y DEL CERDO
DESTETADO PRECOZMENTE.**

T E S I S

**PRESENTADA ANTE LA DIVISION DE
ESTUDIOS PROFESIONALES
PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
BENJAMIN SANCHEZ GARCIA**

**ASESORES: M.V.Z. Ph.D. A. GERMAN BORBOLLA SOSA
M.V.Z. MPA. GONZALO VILLAR PATIRO**



MEXICO, D. F.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mis padres:

**Alejandro Sánchez Aguilar
Teresa García de Anda,**

Por su cariño y apoyo durante mi vida social y académica.

A mis hermanos:

Martina, Esperanza, Carlos Alberto y a mi cuñado José V. G.,
Por su apoyo y ayuda para cumplir mis objetivos en esta carrera.

Y en especial a mis dos hermanos menores:

Alejandro y Hector Miguel
Que éste trabajo les sea un estímulo para que se superen cada día más.

A mis sobrinos:

Israel, Yesenia, Navil, Guadalupe, Gloria, Carlos Alberto, Josué
Neftali, Damariz

A mis amigos:

Martín A. B.; Gabriela G. B.; Andrés R. B.; Ambrosio B. R.; Luis
Manuel H. C.; Alvaro S. B.; Felipe M. B.
Por su amistad durante tiempos difíciles su compañía me ayudaron a
culminar este trabajo.

**A Jasmad Aguirre Sanz por su cariño y apoyo para terminar es tesis, así
como estimularme para prepararme cada día más.**

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Nacional Autónoma de México**, por haberme aceptado en mi examen de selección.

A la **Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**, por brindarme los principios básicos para ejercer esta profesión.

A los profesores, por sus enseñanzas y consejos brindados durante mi estancia.

Al MVZ Eduardo Gómez Domínguez, quien fue la primera persona que guió mi camino hacia la superación.

Al MVZ MAgSc. Alejandro N. Martínez García, por su método enseñanza y sus comentarios, me convencieron para la realización de un trabajo de tesis.

Al MVZ M Sc Ph D. Arturo Germán Borbolla Sosa, por su asesoría y ayuda, asimismo como sus comentarios para la realización de esta tesis y el estímulo para la superación personal y académica.

Al MVZ MPA. Gonzalo Villar Patiño, por su amistad y asesoría para la realización de este trabajo.

Al grupo de Iniciación Temprana de la Investigación: Gabriela A. V. F., Anita C. L., Isabel C. H., Abigail M. C., Ana Luisa R. M., Jaime C. C., Jaime M. H., Alberto H. C. Por su colaboración en la realización de este trabajo.

Al Dr José A. Cuarón Ibarquengoitia, director del CENID Fisiología y al Dr. Gerardo Mariscal, por su apoyo y ayuda en la realización de esta tesis en dicho centro.

A la Dra. Tercia Cesaria R. de Souza, por sus comentarios que enriquecieron este trabajo de tesis.

Al estudiante de Maestría en Nutrición Animal Silvestre Charraga, por su ayuda incondicional en la elaboración de la fase experimental.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
JUSTIFICACION.....	8
OBJETIVO.....	9
HIPOTESIS	10
MATERIAL Y METODOS.....	11
Localización.....	11
Animales y alojamiento.....	11
Tratamientos.....	14
Manejo de soluciones.....	16
Análisis estadístico.....	17
RESULTADOS Y DICUSION.....	20
CONCLUSIONES.....	27
LITERATURA CITADA.....	28
ANEXOS.....	34

RESUMEN

SÁNCHEZ GARCÍA BENJAMIN. Efecto del suero de leche líquido y de la L-glutamina sobre los parámetros productivos del lechón y del cerdo destetado precozmente. (Bajo la asesoría de: MVZ, M Sc, Ph. D. Arturo Germán Borbolla Sosa y MVZ, MPA. Gonzalo Villar Patiño.)

Se evaluó la inclusión de suero de leche líquido y L-glutamina en lechones lactantes durante la primera semana después del destete de cerdos destetados a 21 días. Se utilizaron 101 lechones de 7 días (± 2 días) provenientes de 12 camadas distintas las cuales se distribuyeron aleatoriamente en 3 grupos experimentales ($n=4$ camadas/ tratamiento). A los 7 días edad, se suplementaron a libre acceso con 3 tratamientos, el testigo (T) agua; el tratamiento 2, consistió en suero de leche líquido de cabra (SLL) y el tratamiento 3, suero de leche líquido de cabra adicionado con 1% de glutamina (SLG). Los tratamientos se proporcionaron por tres semanas, con destete a los 21 días de edad y se continuó por una semana más sustituyendo la leche materna por alimento sólido. El consumo de líquidos a la tercera semana así como el consumo acumulado tuvieron una diferencia ($P<0.01$) a favor del suero de leche líquido con y sin glutamina. En el consumo de sólidos totales se encontró diferencias ($P<0.01$) entre el testigo y los tratamientos 2 y 3. La ganancia de peso no presentó diferencias ($P>0.05$), pero se manifestó numéricamente un efecto a favor del suero de leche líquido en comparación al que se le adicionó glutamina y al testigo. En la presencia de diarreas y mortalidad no se encontró diferencias ($P>0.05$). Concluyendo que la utilización de L-glutamina no tuvo efecto porque la dosis y el tiempo no fueron lo suficientemente prolongados

INTRODUCCION

La intensa investigación realizada a partir de los años 40's sobre la fisiología digestiva del cerdo doméstico⁽⁹⁾ abrió la puerta para la implementación del destete precoz en la década de los 80's,^(17,33) al adecuar la dieta a las características fisiológicas del aparato digestivo del cerdo joven. El destete precoz tiene entre otras finalidades, la de incrementar la vida productiva de la cerda al aumentar el número de partos,^(11,20,40) con el consecuente incremento en el número de lechones producidos al año.^(2,9,14,15) Además, con este manejo se incrementa el estado de salud de los cerdos jóvenes, ya que al ser la madre la principal fuente de infección para éstos al separarlos a una edad muy temprana se evita el contagio de un gran número de enfermedades.⁽⁸⁾ Sin embargo, los cerdos que son separados de la madre antes de los 28 días de edad tienen un aparato digestivo fisiológica e inmunológicamente inmaduro,^(2,13,33,47,53) lo que significa que el destete precoz debe de realizarse bajo condiciones de manejo y alimentación muy estrictas.

Fisiología digestiva

Al nacimiento, el tracto digestivo del lechón está bien adaptado a la digestión y absorción de la leche materna,⁽³⁷⁾ la cual es altamente digestible y palatable.^(9,37) Sin embargo, al destete, el brusco cambio a una dieta sólida, provoca un fuerte estrés nutricional con serias consecuencias en la fisiología y morfología digestiva. Entre los signos más comúnmente encontrados en los lechones durante esta etapa se encuentran: 1) disminución en el consumo de alimento, 2) diarrea y 3) una consecuente pérdida de peso⁽¹⁴⁾ Este cuadro es

más pronunciado conforme se disminuye la edad en la que se separan los lechones de la madre.⁽⁵⁰⁾

Las alteraciones en la fisiología digestiva observadas comúnmente en los cerdos destetados tanto a edades tardías y principalmente tempranas, son el resultado de profundos cambios morfológicos observados en el epitelio del intestino delgado.^(2,7,39) Estos cambios consisten en la disminución en la altura de las vellosidades intestinales, así como un incremento en la profundidad de las criptas. Varias teorías han sido formuladas para explicar la destrucción casi completa de las vellosidades intestinales, las cuales presentan una alteración máxima alrededor del día 5 después del destete.⁽⁵⁾ Entre las más estudiadas se encuentran: el pobre consumo de alimento,^(21,22) reacciones inflamatorias en respuesta a metabolitos bacterianos,⁽²³⁾ disfunción del sistema inmune celular,⁽⁴⁾ respuesta inmunológica contra antígenos dietarios,^(11,28) invasión de microorganismos patógenos,⁽¹⁶⁾ la combinación de los dos últimos⁽⁴⁵⁾ y el aumento en los niveles de cortisol después del destete.^(5,34)

Esta última hipótesis postula que la liberación de altas cantidades de cortisol debido al intenso estrés ocasionado por la separación de la madre ^(5,40) incrementan el metabolismo basal aumentando así los requerimientos energéticos de todas las células del organismo.⁽⁴⁸⁾ En el intestino delgado, este incremento en la demanda energética aumenta el requerimiento de las células de este órgano por la L-glutamina (glutamina), la cual ha sido señalada como la principal fuente de energía en entrocitos,^(49,50) linfocitos ⁽³¹⁾ y otras células de rápida división,

como son los timocitos y células tumorales,^(48,31) de cerdos⁽⁵⁾ y varias especies, incluyendo al hombre.^(1,24,31,49)

Glutamina

La glutamina (fig. 1) es un precursor esencial para la síntesis de proteínas, purinas y pirimidinas, las cuales son indispensables para la síntesis de nucleótidos y por lo tanto, para la replicación celular,⁽⁴⁴⁾ y síntesis de NAD⁺ y aminoazúcares.⁽²⁵⁾ La glutamina al metabolizarse produce amoníaco que forma parte de los grupos alfa-amino de su molécula. Además la glutamina se transforma a otros metabolitos; como el glutamato, cuya importancia radica en la donación de su esqueleto de carbonos para la formación de alfa-cetoglutarato para su posterior utilización en el ciclo de Krebs; la alanina, la cual participa en reacciones de transaminación y la incorporación de proteínas; el aspartato, el cual es precursor de la asparagina para la síntesis de proteínas; el CO₂; la citrulina, importante para el ciclo de la urea; la ornitina y la proína,^(10,51) anexo 1.

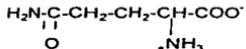


Figura 1. Fórmula estructural de la glutamina.⁽⁴⁴⁾

Se ha observado en la respuesta inmune que las células de defensa tienen una gran actividad, ya que se incrementa su proliferación por mitosis, siendo en estos casos cuando mayor aporte de energía necesita el organismo y se ha visto que al suplementar dietas con glutamina se mejora la respuesta inflamatoria.⁽⁴⁴⁾

Entre las funciones de este aminoácido se encuentran: 1) la transferencia de nitrógeno entre los tejidos,⁽³⁵⁾ 2) protección contra la traslocación bacteriana,⁽⁶⁾ ya que al estimularse el sistema inmune aumenta la liberación de IgA secretora, manteniéndose la población de células B y T en la lámina propia del íleon terminal⁽⁴⁴⁾ y con esto se controla la proliferación y adhesión de bacterias a los enterocitos;⁽⁴³⁾ 3) preservación de la viabilidad del intestino delgado;⁽¹⁹⁾ 4) mantenimiento de la integridad de la mucosa intestinal.⁽⁴³⁾ La glutamina es considerada como un aminoácido no esencial,^(26,40); sin embargo, durante situaciones de estrés intenso, como el destete o quemaduras externas, las demandas de algunos órganos (ej. intestino delgado) por este aminoácido se incrementan notablemente,⁽⁴²⁾ convirtiéndose, por lo tanto, en un aminoácido condicionalmente esencial, ya que el organismo es incapaz de cubrir la demanda de éste^(26,40) durante estas situaciones.

Este aminoácido es el más abundante en la leche de la cerda,^(50,52) por lo que se ha hipotetizado⁽⁵⁾ que la falta de este aminoácido al destete en un momento de alta demanda energética por parte de los enterocitos (debido a la liberación de corticosteroides), provoca la destrucción de las vellosidades del epitelio intestinal.⁽⁵⁾ Para comprobar lo anterior, algunos investigadores, han adicionado glutamina a las dietas de los cerdos recientemente destetados. Wu y Knabe⁽⁵⁰⁾ reportaron que la inclusión de glutamina al 1% en la dieta de cerdos destetados a 21 días resultaba en una mejor ganancia de peso. Simultáneamente, Meier *et al.*⁽³⁰⁾ y Wu *et al.*⁽⁵²⁾ adicionaron L-glutamina a una concentración de 1% en dietas de cerdos destetados a los 21 días, observándose

mejoras en la ganancia de peso y el rendimiento general; sin embargo, estos cambios no fueron estadísticamente significativos. Borbolla⁽⁵⁾ sugirió que estos resultados podrían deberse a bajo consumo de alimento, lo cual es característico de los animales recién destetados, por lo que este investigador adicionó glutamina en el agua de bebida, la cual es ingerida en cantidades aceptables durante esta etapa. Borbolla⁽⁵⁾ reportó que los cerdos que recibieron el aminoácido a través del agua mostraban mejores ganancias de peso y rendimiento; sin embargo, no observó diferencias en la morfología intestinal de los cerdos suplementados con este aminoácido. Aunque la adición de glutamina ha mostrado su valor en términos de producción, no ha resuelto la problemática encontrada en la morfología intestinal después del destete de los cerdos jóvenes. Borbolla⁽⁵⁾ hipotetizó que posiblemente esto se debía a una pobre solubilidad de la glutamina en el agua, lo que disminuye su porcentaje de absorción en el organismo. Por lo tanto este investigador recomendó utilizar un vehículo que ofreciera mejores características fisicoquímicas para la disolución y administración de este aminoácido. En este sentido, el suero de leche, por sus características fisicoquímicas podría ser un vehículo adecuado para la administración de este aminoácido.

Suero de leche.

El suero de leche es un subproducto de la industria del queso. Desde el punto de vista oficial se considera suero de leche, al líquido que resulta de la

elaboración del queso¹. Usualmente, se obtienen coagulando la leche por medio del cuajo (o renina), por acidificación o por calentamiento⁽³⁶⁾, produciéndose aproximadamente 9 Kg de suero por Kg de queso.^(3,12) Es un líquido verde amarillento, con pH ácido de 4 a 6.6^(36, 46) (anexo 3). Tiene casi la totalidad de los componentes de la leche entera, entre los que destacan lactosa (5%), proteínas (0.9%), calcio (0.05%) y fósforo (0.04%) de la leche, variando según la composición del suero y especie animal.^(12,36,46) (anexo 3 y 4). La energía metabolizable del suero de leche líquido es baja debido a la poca cantidad de materia seca (6 a 9%), calculándose que proporciona 230 Kcal EM/Kg.^(12,27,29) La porción proteínica del suero está representada principalmente por lactoalbúminas tales como alfa-lactoalbúminas (19.7%), beta-lactoalbúminas (43.7%) y albúminas séricas (4.7%).^(3,27) La alfa-lactoalbúmina tiene un alto contenido de cistina y es rica en triptófano. Las beta-lactoalbúminas son ricas en lisina, leucina, ácido glutámico, ácido aspártico, y cisteína⁽⁴⁶⁾ Además, el suero de leche tiene un alto contenido de lactosa. Este es un carbohidrato que sólo se encuentra en la leche; es un azúcar reductor, al cual se le atribuyen funciones reguladoras, siendo una de estas la aceleración del crecimiento de bacterias deseables en el intestino delgado, algunas de las cuales son útiles en la síntesis de varias vitaminas del complejo B.⁽⁴⁶⁾ Reúne las características adecuadas para la buena digestión por el lechón, ya que posee altas concentraciones de la enzima lactasa en el intestino delgado.⁽²⁷⁾

¹ Diario Oficial de la Federación Tomo CXXII, N° 11, 18 de enero de 1988. Reglamento de la Ley General de Salud en materia de control sanitario de actividades, establecimientos, producción y servicios.

JUSTIFICACION.

La marcada tendencia de la industria porcina para reducir los días de lactación en los lechones con el objetivo de elevar la productividad de la cerda, ha resultado en un aumento en la incidencia de diarreas postdestete, principalmente en las explotaciones medianamente tecnificadas. La introducción de alternativas nutricionales sencillas y de fácil implementación podrían mejorar a corto plazo la productividad de estas explotaciones. La adición de glutamina a las dietas de cerdos recientemente destetados podría preservar el epitelio intestinal, con lo que el cerdo podría mantener una función adecuada de digestión y absorción de nutrimentos después de la separación de la madre, disminuyendo la presencia de diarreas y evitando la pérdida de peso.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de la adición de suero de leche líquido y de L-glutamina sobre los parámetros productivos del lechón lactante y el cerdo recientemente destetado.

HIPOTESIS

La inclusión de suero de leche y L-glutamina mejorará los parámetros productivos del lechón lactante y recientemente destetado, disminuyendo la pérdida de peso y la presencia de diarreas observadas después de la separación de la madre.

MATERIAL Y METODOS

Localización.

El experimento se realizó en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología (CENID) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). El centro está localizado en el Km 1 de la carretera a Colón, municipio de Colón, Estado de Querétaro, a 1950 metros sobre el nivel del mar. El clima de la región es semiseco templado con lluvias en verano, precipitación pluvial de 450 a 600 mm y temperatura media anual de 14°C.⁽⁴¹⁾ La granja esta ubicada de oriente a poniente y realiza una producción de ciclo completo con 90 vientres.

Animales y Alojamiento.

Se utilizaron 101 lechones de 7 días de edad (± 2 días), producto del cruzamiento de las razas Duroc-Landrace, provenientes de 12 cerdas de uno a cuatro partos, las cuales se introdujeron a la sala de maternidad al día 109 de gestación, momento en el cual fueron pesadas y laxadas con salvado de trigo. La sala de maternidad cuenta con 14 jaulas individuales, metálicas, tubulares, con piso de alambre entrelazado, localizadas en una área cerrada, con techo aislado, con una capa de 12 cm de poliuretano y con ventilación natural por medio de ventanas (anexo 2). Las cerdas que se utilizaron en el presente estudio se seleccionaron de 14 camadas con base en la uniformidad del número de lechones vivos a los 7 días de edad. La alimentación de la *cerda* durante la lactación fue *ad-libitum* con una dieta a base de sorgo-soya, la cual cubrió y, en la mayoría de los casos, excedió los requerimientos establecidos por el NRC.⁽³²⁾ (cuadro 1).

Al momento del parto se realizaron todas las medidas de manejo al recién nacido, como son: corte y desinfección del cordón umbilical, la aplicación de hierro² y castración de los machos destinados a la engorda al día 14 de edad. Al momento del destete llevado a cabo a los 21 días de edad, los animales fueron trasladados a la sala de destete, la cual es una área cerrada con techo aislado con una capa de 12 cm de poliuretano y con ventilación natural a base de ventanas (anexo 2). Los animales se alojaron por camada en jaulas elevadas, de piso metálico y alambre entrelazado, donde se continuó la administración de los tratamientos por una semana más. Los animales fueron pesados semanalmente antes y después del destete.

² Hierro Dextran Panvet, Panamericana Veterinaria México

Cuadro 1. Fórmula de la dieta para cerdas en lactación.

INGREDIENTES	Kg
Sorgo, grano 9%	681.176
Soya, pasta 46%	201.119
Harina de carne	49.443
Sebo	47.561
Fósforo, Vimifos 21	10.348
Sal, NaCl-I	4.000
Minerales, UC-35	3.500
Vitaminas, UC-10	1.000
L-Lisina, HCL	0.854
Total	1000.001
ANÁLISIS DE NUTRIENTES	
NUTRIENTE	REAL
EM, Mcal/Kg	3.350
Proteína cruda %	17.445
Proteína digestible %	13.594
Lisina %	0.891
Lisina digestible %	0.748
Metionina + Cistina %	0.582
Treonina %	0.600
Treonina digestible %	0.449
Triptofano %	0.206
Triptofano digestible %	0.157
Calcio	0.850
Fósforo %	0.700
Zinc, ppm	126.238
Metionina %	0.268
Metionina digestible %	0.227

Tratamientos.

En la lactancia, a los 7 días de edad las camadas fueron distribuidas al azar en 3 tratamientos experimentales (n=4 camadas/tratamiento) los cuales fueron proporcionadas sin restricción. El tratamiento 1, con 37 animales, consistió en suplementar a los lechones únicamente con agua simple (testigo); el tratamiento 2, con 28 animales, comprendió la adición de suero de leche líquido de cabra (SLL) (anexo 3), mientras que en el tratamiento 3, con los 36 animales restantes, se utilizó suero de leche líquido de cabra, adicionando 1% de glutamina³ (SLG), sin proporcionar alimento preiniciador. Después del destete (21 días) se continuó la administración de los tratamientos por una semana más sustituyendo la leche materna por alimentación sólida, que cumplió con los requerimientos establecidos por el NRC ⁽³²⁾ (cuadro 2). El alimento sólido fue administrado en un comedero de tolva de lámina galvanizada con 6 bocas. Los animales recibían alimento tres veces al día, con intervalos de 8 horas, pesándose la cantidad ofrecida. Al término de la semana se le restaba el sobrante para determinar el consumo real. Durante los 7 días posteriores al destete, se determinó el índice de diarreas y la ganancia de peso.

³ Laboratorios Kyowa Hakko Kogyo Co., Ltd. Tokio Japón.

Cuadro 2. Fórmula de la dieta de lechones destetados.

INGREDIENTES	Kg
Sorgo, grano 9%	655.397
Pasta de soya	233.893
Pollo, H.SUBP-53	53.000
Sebo	20.296
Fosf. VIMIFOS21	15.569
Calcio-carbonato	5.245
Minerales, UC-35	4.000
Sal, NaCl-I	3.600
L-Lisina.HCL	3.040
Vitaminas, UC-10	2.000
L-Treonina	1.717
DL-Metionina	1.015
BAYO-N-OX ⁴	1.000
Triptosina 70/15	0.228
Total	1000.000
ANÁLISIS DE NUTRIENTES	
NUTRIENTE	REAL
EM, Mcal/Kg	3.240
Proteína cruda %	20.000
Proteína digestible %	15.431
Lisina %	1.260
Lisina digestible %	1.050
Treonina %	0.854
Treonina digestible %	0.680
Triptofano %	0.245
Triptofano digestible %	0.189
Met + Cis. %	0.720
Metionina %	0.408
Met digestible %	0.345
Isoleucina %	0.851
Valina %	0.905
Calcio %	0.700
Fósforo %	0.650
Leucina %	1.798
Zinc, ppm	137.304

⁴ Aditivo alimenticio, promotor del crecimiento para cerdos, aves y becerros. Premezcla al 10% (quinolona). Laboratorios Bayer de México.

Manejo de las soluciones.

Al día 7 de edad se colocó en cada jaula de maternidad un bebedero de plástico⁵ con chupón y capacidad de 8 litros, el cual fue ubicado en la parte posterior del pasillo de la jaula lejos de la cabeza de la madre (anexo 5). Dichos bebederos contenían las soluciones a aplicar. Todas las soluciones fueron reemplazadas diariamente por la mañana, para evitar el enranciamiento del suero, y proporcionadas sin restricción, ya que cuando alguna de las soluciones se acababa, inmediatamente se procedía a reemplazarla registrando la cantidad que era adicionada. Sin importar la hora ni la cantidad reemplazada, todas las soluciones eran reemplazadas a la mañana siguiente. A la cantidad suministrada se le restaba el desperdicio, el cual se midió colocando una bandeja de plástico redonda con un diámetro de 40 cm y una profundidad de 5 cm abajo de cada bebedero.

⁵ Kane Baby Pig, Kane Manufacturing Co. Iowa.

Análisis estadístico.

Para evaluar el efecto de la glutamina sobre los parámetros productivos de los cerdos se cuantificaron las siguientes variables de respuesta:

Consumo de líquido, consumo de sólidos, ganancia diaria de peso, presencia de diarreas y mortalidad desde los 7 días de edad hasta la terminación del experimento (28 días de edad). Todas estas variables fueron analizadas en forma diaria, semanal y acumulada, conforme a su diseño respectivo.

Para el consumo de sólidos se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA), siendo el modelo estadístico el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + E(\eta)_{jk}$$

Donde:

μ = Media

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento $1 \leq i \leq 3$

$E(\eta)_{jk}$ = Error experimental

Para el consumo de líquidos se utilizó un análisis de covariables (ANCOVA), siendo el modelo estadístico el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_1 (X_{ij} - \bar{X}_{.}) + \beta_2 (Z_{ij} - \bar{Z}_{..}) + E_{(ij)k}$$

Donde:

μ = Media

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

β_1 = Regresión del tamaño de camada sobre el consumo de líquidos

β_2 = Regresión del número de parto sobre el consumo de líquidos

X = Tamaño de la camada

Z = Número de parto

$E_{(ij)k}$ = Error experimental

Para la ganancia diaria de peso, se utilizó un diseño de análisis de covariables (ANCOVA), siendo el modelo estadístico el que sigue:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_1 (X_{ij} - \bar{X}_{.}) + \beta_2 (Z_{ij} - \bar{Z}_{..}) + E_{(ij)k}$$

Donde:

μ = Media

τ_i = Efecto del *i*-ésimo tratamiento

β_1 = Regresión del tamaño de camada sobre la GDP

β_2 = Regresión del número de parto sobre la GDP

X = Tamaño de la camada

Z = Número de parto

$E_{(ij)k}$ = Error experimental

Se utilizó el procedimiento de modelos lineales (GLM) del paquete estadístico SAS⁽³⁶⁾ para su procesamiento.

Las variables presencia de diarreas y mortalidad fueron analizadas por Ji-cuadrada.

RESULTADOS Y DISCUSION

El efecto de la administración de suero de leche líquido y suero de leche líquido más glutamina sobre los parámetros productivos del lechón y los cerdos después del destete se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Consumo y parámetros productivos de lechones y cerdos destetados a 21 días de edad, utilizando 3 suplementos como fuente de líquidos.

VARIABLE	TRATAMIENTOS		
	Testigo	SLL ⁵	SLG ⁶
Consumo diario de líquido (ml)			
Semana 1 ¹	89±29 ²	84±28	61±13
Semana 2	118±45	173±39	183±50
Semana 3	417±23 ³	1229±134 ^b	957±58 ^b
Total	624±93 ³	1486±134 ^b	1201±104 ^b
Consumo diario de sólidos (g)			
Semana 3 ⁴	65±12	43±6	39±6
Semana 3 ⁴	65±12 ³	117±11 ^b	106±9 ^b
Ganancia diaria de peso (g)			
7-14	169±4	213±31	186±23
14-21	202±31	242±16	234±14
21-28	-16±19	15±25	-9±11
7-28	119±15	157±15	137±11

¹Al final de la semana 1 los lechones tenían 14 días de edad.

²Los valores muestran las medias ± errores estándar de 37 animales para el grupo testigo, 28 para el grupo suplementado con suero de leche y 36 para el grupo con suero de leche líquido más 1% de glutamina.

³Se considera exclusivamente el consumo de alimento iniciador.

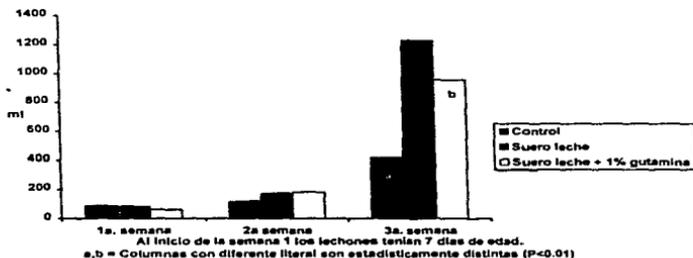
⁴Se considera el consumo de alimento iniciador más el 0% de materia seca que contiene el suero de leche y 1% de la glutamina.

⁵** Medias con distinta literal en la misma fila son estadísticamente diferentes (P<0.01)

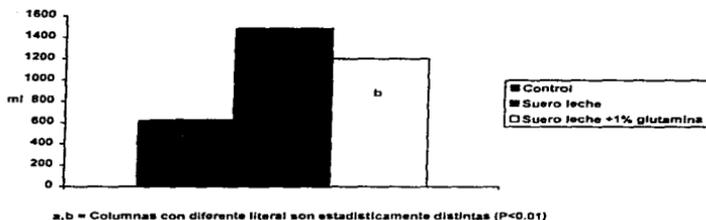
⁶⁵Suero líquido de leche y suero de leche líquido de + 1% glutamina respectivamente

En el consumo de líquidos, mientras los lechones permanecieron con la madre no hubo diferencias significativas ($P>0.05$) a favor de ningún tratamiento, ya que el consumo de líquidos durante la primera semana fue similar para los tres tratamientos. Esto posiblemente significa que el lechón, además de sólo preferir la leche materna, no estaba acostumbrado a la presencia de los bebederos. Durante la segunda semana, empezaron a consumir mayor cantidad los grupos suplementados con SLG y SLL en relación al testigo (183 y 173 vs 118 ml por día respectivamente), viéndose esto reflejado en la ganancia diaria de peso, la cual fue numéricamente mayor para el grupo suplementado con SLL, siguiendo el grupo de SLG y por último el grupo testigo (242, 234 y 202 gr respectivamente), aunque, estos resultados pudieron ser enmascarados por el aporte de los nutrimentos de la leche materna y no tanto por los tratamientos. Una vez destetados (21 días de edad), y por lo tanto, ser suprimida la leche materna, además de ser ofrecido alimento sólido, el cerdo buscó el complemento alimenticio más parecido a la leche materna. En este caso el complemento fue el suero de leche líquido, encontrándose diferencias ($P<0.01$) en la ingestión de líquidos a la tercera semana (primera semana posdestete) del experimento, incrementándose de tres a siete veces el consumo de SLL en éstos animales en relación al consumo mostrado en las dos semanas anteriores (gráfica 1). Lo anterior puede explicarse, con el hecho, de que los cerdos sufren un fuerte estado de tensión lo que repercute entre otras cosas, en un incremento en el requerimiento de energía⁽⁵⁾ por parte de varios órganos del animal. Al mismo tiempo, se observa una marcada disminución en el consumo de alimento sólido,⁽²¹⁾ con un incremento en el consumo de líquidos.⁽⁵⁾ Para el consumo global de

líquidos, también se encontraron diferencias ($P < 0.01$) a favor de los tratamientos con SLL y SLG (gráfica 2), esto principalmente por la gran diferencia de consumo a la tercera semana del estudio. Para el Testigo el consumo fue de 13.104 litros; para el tratamiento con SLL fue de 31.206 litros y para el tratamiento SLG de 25.221 litros.



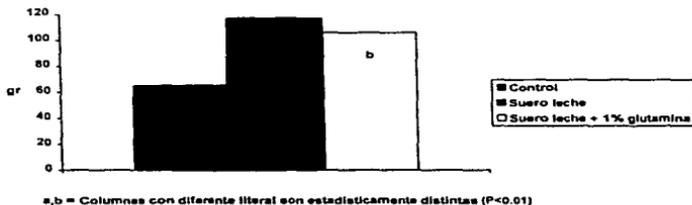
Gráfica 1. Consumo diario de líquido para cerdos destetados a 21 días durante 3 semanas de estudio ¹



Gráfica 2. Consumo diario de líquido acumulado durante las tres semanas del experimento en cerdos destetados a 21 días.

Durante este experimento no se les dio alimento preiniciador a los lechones en la maternidad, sino que su primer contacto con el alimento sólido fue hasta la tercera semana del estudio. Al inicio de la primera posdestete, se observó un pobre consumo de alimento iniciador en todos los tratamientos, viéndose favorecido ligeramente a el tratamiento con agua (testigo) como única fuente de líquido. Los animales en este tratamiento consumieron un 40% más de alimento sólido durante la primera semana posdestete en comparación con aquellos animales que recibieron SLG y 34% más en relación con el grupo adicionado con SLL (65, 39 y 43 g por día, respectivamente), posiblemente por que estos 2 últimos grupos satisfacían en parte sus necesidades nutritivas con el aporte de nutrimentos de la fuente de líquido, lo cual se aprecia en el consumo de sólidos totales. Si consideramos que la materia seca del suero de leche líquido de cabra

fue del 9% y que la materia seca del suero líquido de leche con 1% de glutamina fue del 10% de materia seca, entonces los consumos de materia seca de los animales en estos tratamientos mejoraron durante la primera semana después del destete. El consumo de materia seca del grupo de SLL en comparación con el grupo suplementado con SLG y 44 % más en comparación con el testigo (117, 106 y 65 g por día, respectivamente), observándose una diferencia ($P < 0.01$) en el consumo de sólidos totales a favor de los grupos suplementados en relación con el testigo (gráfica 3).

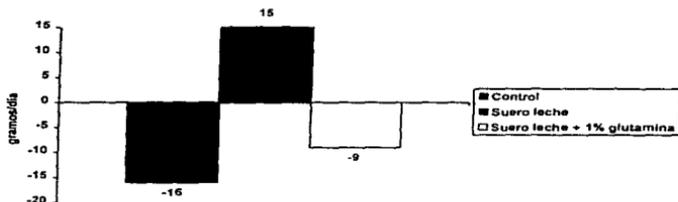


Gráfica 3. Consumo de sólidos totales durante todo el experimento de cerdos destetados a los 21 días de edad.

Esto se debió a una mayor capacidad del aparato digestivo de los cerdo en los grupos SLL y SLG para absorber nutrientes, tal como lo reporta Vieyra.⁽⁴⁷⁾ Posiblemente, el mayor consumo de líquido y el menor consumo de sólidos en los

animales suplementados con suero de leche se debió a que el primero aportó parte de los requerimientos necesarios por el cerdo a esa edad.^(12,36,46) El suero de leche por su gran palatabilidad y digestibilidad⁽¹²⁾ y su sabor similar a la leche materna, motivó a los cerdos a aumentar su consumo. A esto se aunó el pobre o nulo daño que pudo haber sufrido la morfología intestinal por el aporte de los componentes lácteos y la fuente energética del mismo,^(19,52) la cual pudo haber incrementado la absorción intestinal.

No se observaron diferencias ($P > 0.05$) en la ganancia diaria de peso en ninguno de los tres tratamientos. Esto se debió posiblemente a que los lechones de menos de 28 días tienen poca diferencia de peso entre ellos y al disminuido consumo de alimento iniciador mostrado en la tercera semana, además de haber una considerable variación en cuanto al consumo de alimento durante esa semana. Este resultado contrasta con lo encontrado en los trabajos de Wu et al.,⁽⁵²⁾ Meier et al.⁽³⁰⁾ y Borbolla,⁽⁵⁾ sin embargo, numéricamente los cerdos suplementados mostraron ganancias de peso superiores a los de los cerdos testigo. Por otro lado, el grupo suplementado con SLL no presentó la pérdida de peso comúnmente observada en la primera semana después del destete;⁽¹⁴⁾ por el contrario, estos animales presentaron una ligera ganancia de peso (15g), lo cual no se observó ni para el grupo suplementado con SLG en el cual hubo una ligera pérdida de peso (-9g), ni en el testigo, el cual tuvo una mayor pérdida de peso (-16g) (gráfica 4). Resultados similares fueron reportados por Maswaure y Mandisodza⁽²⁰⁾ quienes observaron que los cerdos suplementados con suero de leche mostraron mejor comportamiento productivo que los animales testigo.



Gráfica 4 Ganancia diaria de peso durante la primera semana postdestete utilizando tres suplementos líquidos en cerdos destetados a 21 días.

Se ha reportado⁽²⁷⁾ que la alimentación con suero de leche líquido en cerdos como única fuente de líquidos incrementa el estado de diarreas y mortalidad, debido a un aumento en la humedad del medio ambiente. Sin embargo, al analizar la presencia de diarreas y mortalidad en la población no se encontraron diferencias ($P>0.05$) entre los tres grupos (cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de mortalidad y diarrea en lechones y cerdos destetados a 11 días de edad, utilizando 3 diferentes fuentes de líquidos.

VARIABLE	TRATAMIENTOS		
	Testigo	SLL	SLG
Mortalidad	0.25 ± 0.25^1	0	1.5 ± 1.9
Diarreas ²	1.75 ± 0.63	1.25 ± 0.75	1.5 ± 0.51

¹Medias \pm error estándar de 37 animales para el control, 28 para los suplementados con suero de leche y 30 cerdos con suero de leche líquido más 1% de glutamina

²Número de camadas que presentaron diarrea por día

CONCLUSIONES

El elevado consumo de líquidos fue favorecido por la alta palatabilidad del suero de leche líquido, el cual es un subproducto lácteo similar a la leche materna, lo que motivó a los cerdos a consumirlo sobre todo en el momento de ser éstos separados de la madre.

El uso de suero de leche líquido como complemento en la alimentación del cerdo recién destetado ayuda a que el animal no pierda peso durante la primera semana postdestete, especialmente si los animales fueron alimentados exclusivamente con leche materna durante la lactancia.

En las variables de respuesta analizadas en este estudio y bajo las condiciones experimentales planteadas, al parecer, la utilización de L-glutamina no tiene efecto debido quizás a que la dosis no fue lo suficientemente elevada y el tiempo de administración no fue lo suficientemente prolongado como para mostrar los resultados.

LITERATURA CITADA.

1. Ashy, A. A., and Ardawi, M. S.: Glucose, glutamine, and body metabolism in human enterocytes. *Metabolism* 37: 602. (1988).
2. Aumaitre, A., Peiniau J., Made, F.: Digestive adaptation after weaning and nutritional consequences in the piglet. *Pig News and information* 16 73-79. (1995)
3. Baudi, S. A.: Química de los Alimentos. 2a.ed. *Ediciones Universidad*, México D.F. 1990.
4. Blecha, F. D., Pollmann, D. S. and Nichols, D. A.: Weaning pigs at an early age decreases cellular immunity. *J. Anim. Sci.* 56:396. (1983).
5. Borbolla, A.G.: Utilization of nutrients by the small intestine of the developing pig and role of corticosteroids in postweaning Lag pigs. Tesis doctorado, *Texas A&M University*. (1994).
6. Burke, D. J., Alverdy, J. C., Aoy, E. and Moss, G. S.: Glutamine-supplemented total parenteral nutrition improves gut immune function. *Arch. Surg.* 124: 1396. (1988).
7. Cera, K. R., Mahan, D. C., Cross, R. F., Reinhart, G. A. and Whitmoyer, R.: Effect of age, weaning and post-weaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. *J. Anim Sci.* 66:574-588. (1988)
8. Cesaria, R. S. T.: Destete precoz de lechones y utilización digestiva de los alimentos. XIX Simposium de Ganadería Tropical. Tópicos relevantes en porcicultura. INIFAP. May: 3 (1995).
9. Corley, J.R. Alimentación del cerdo joven de acuerdo a su desarrollo fisiológico. *Porcrama* 88 (7). (1983.)

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

10. Devlin, T. M.: Bioquímica. 2ª ed Ed Reverté S. A. Barcelona España. 1991
11. Friesen, R. D., Goodband, R. D., Nelssen, J. L., Blecha, J., Reddy, D. N., Reddy, P. G. and Kats, L. J.: The effect of pre and postweaning exposure to soybean meal on growth performance on the immune response in the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.* 71:2089. (1993).
12. García, C.C.: Efecto del suero de leche de cabra y vaca como sustituto parcial en cabritos en un sistema de lactancia artificial. Tesis de licenciatura. *Fac. Med. Vet. Zoot.* UNAM. (1993).
13. García, L.R. Nutrición del lechón. Compendio de la industria porcina. *Sistema de Universidad Abierta. U.N.A.M.* 1 (1). (1992).
14. Gómez, R.S., Angeles M., Cuarón, I. J.: Efecto de la edad al destete, calidad de la dieta y tratamiento con dexametasona en la respuesta productiva de lechones. *Tec. Pecu. Mex* 3 (32). (1994).
15. Grishan, F.K., Sutter, W., and Said, H. Glutamine transport by rat basolateral membranes. *Biochem. Biophys.* 979:77. (1989).
16. Hampson, D. J., Z. Fu, F. and Smith, W.: Pre-weaning supplementary feed and porcine post-weaning diarrhoea. *Res. Vet. Sci.* 44:309. (1988).
17. Harris, D. L.H.: Application of age-segregated rearing in one and multiple site pig farms. Memorias de la 1ª jornada de producción porcina. *Fac. Med. Vet. Zoot.* 24 al 26 de Marzo de 1994. 114-139 UNAM. (1994).
18. House, J. D., Pecharz, P.B., and Boll, R. O.: Glutamine to total parenteral nutrition promotes extracellular fluid expansion in piglets. *J. Nutr.* 124:396. (1994)

19. Jiang, Z.M., Wang, L. J., Qi, Y., Liu, T. H., Qiu, M. R., Yang, N. F. and Wilmore, D.W.: Comparison of parenteral nutrition supplemented with L-glutamine or glutamine dipeptides. *J. PEN.* 17: 134. (1993).
20. Jurgens, M. Rikabi, R.A. and Zimmerman D.R.: The effect of dietary active dry yeast supplement on performance of sows during gestation-lactation and their pigs. *J. Anim. Sci.*, 75:593-597 (1997).
21. Kelly, D. Smith, J. A. and McCracken, K. J.: Digestive development of the early-weaned pig. 1. Effect of continuous nutrient supply on the development of the digestive enzyme activity during the first week post-weaning. *British J Nutr* 65:169-180. (1991a).
22. Kelly, D. Smith, J. A. And McCracken, K. J.: Digestive development of the early-weaned pig. 2. Effect of level of food intake on digestive enzyme activity during the immediate post-weaning period. *British J. Nutr* 65:181-188. (1991b).
23. Kenworthy, R.: Observations on the effect of weaning in the young pig.: Clinical histopathological studies of intestinal function and morphology. *Res. Vet. Sci.* 21: 69. (1976).
24. Kimura, R.: Glutamine oxidation by developing rat small intestine.: *Pediatr. Res.* 21: 214. (1987).
25. Krebs H.: Glutamine metabolism in the animal body. En *Glutamine: Metabolism, Enzymology, and Regulation* (Mora, J and Palacios, E., eds). *Academic Press*, New York, N. Y. 1980.
26. Lacey, J.M. and Wilmore, D.W.: Is glutamine a conditionally essential amino acid? *Nutr. Rev.* 48:297-309. (1990).

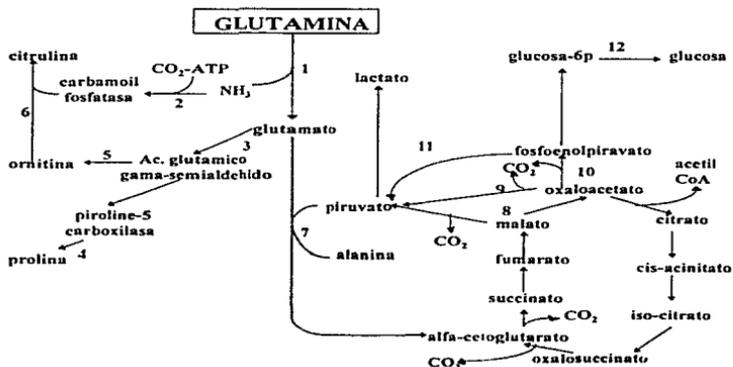
27. Leibbrandt, V.D., and Benevanga, N. J.: Utilization of liquid whey in feeding swine. En Miller, R. E., Ulterey, E. D., Lewis, J. A. *Swine nutrition*. Ed Butterworth-Heinemann. USA. 1991.
28. Li, D.F., Nelssen, P. G., Reddy, F., Blecha, R. D., Klemm, D. W., Giesting, J., Hancock, D., Allene, G. L. and Goodband, R. D.: Transient hypersensitivity to soybean meal in the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.* 68:1790. (1990).
29. Maswaure, S. M., Mandisodza, K. T.: An evaluation of the performance of weaner pigs fed diets incorporating fresh sweet liquid whey. *Anim Feed Sci Technol* 54:193-201. (1995).
30. Meier, S. A., Knabe, D. A., Wu, G. and Borbolla, A. G.: Glutamine supplementation diets of 21 day-old pigs. *J. Anim. Sci.* 126: 71: 170. (Abstr.). (1994).
31. Nagy, L., and Kretchmer, N. Utilization of glutamine in the developing rat jejunum. *J. Nutr.* 118: 189. (1987).
32. NRC.: Nutrient Requirements of Swine 9a Edition. *National Academy Press*, Washington, DC. (1988).
33. Rivas, R. R., Becerril, A. J., Mendoza, A. A., Soto, F. M. y Navarro, F. R.: Efecto de un suplemento a base de yogurt administrado a lechones al destete. *Vet. Mex.* 20: 363-367. (1989).
34. Robert, S., and Martineau, G. P.: Reconcilin productivity and welfare in intensive pig husbandry: a challenge for the year 2000. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 3: 109. (1994).
35. Roig, J.C., Meetze, W. H., Auestad, N., Jasionowski, T., Veerman, M., McMurray, C. A., and Neu, J.: Enteral glutamine supplementation for the very

- low birthweight infant: plasma amino acid concentrations. *J. Nutr.* 126: 1115s-1120s. (1996).
- 36.Sainz, L. L.: Desarrollo de productos a base de amaranto y suero de leche. Tesis de Licenciatura. *Fac Quim.* Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 1986.
- 37.Sangild, P. T., Westrom, B. R., Fowden, A. L., and Silvern M.: Developmental regulation of the porcine exocrine pancreas by glucocorticoids. *J. Pediatric Gastroent Nutr.* 19:204-212. (1994).
- 38.SAS. SAS User's Guide: Statics. *SAS Inst. Inc.*, Cary, NC. (1988).
- 39.Shon, K. S., Maxwell, C. V., Buchanan, D. S. and Southern, L. L.: Improved soybean protein sources for early-weaned pigs: I. Effects on performance and total tract amino acid digestibility. *J. Anim. Sci.* 72: 622. (1994).
- 40.Smith, R. J. and Wilmore, D. W.: Glutamine nutrition and requirements, *J. Parenteral Enteral Nutr.* 14:945-950. (1990).
- 41.Soria R.J., Avedaño, R y Ortiz, C.A.: Levantamiento fisiografico del estado de Querétaro. CIFAP-Guanajuato, INIFAP, SARH, México D.F. 1987
- 42.Souba, W. W., and Wilmore, D. W.: Gut-liver interaction during accelerated gluconeogenesis. *Arch. Surg.* 120:66. (1985).
- 43.Souba, W. W., Kilmberg, V. S., Plumley, D. A., Salloum, R. M., Flynn, T. C., Bland, K. I. and Copeland, E. M.: The role of glutamine in maintaining a healthy gut and supporting the metabolic response to injury and infection. *J. Surg. Res.* 48:383. (1990).
- 44.Souba, W. W.: Physiologic and biochemical importance of glutamine: An overview on: Glutamine: Physiology, Biochemistry and Nutrition in Critical Illness R. G. Ed *Landes Co., Georgetown, Tx* (1992).

45. Stokes, C. R., Miller, B. G., Bailey, M., Wilson, A. D. and Bourne, F. J. The immune response to dietary antigens and its influence on disease susceptibility in farm animals. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 17:413. (1987).
46. Vega, E.J.: Valor nutritivo del suero de leche y su posible utilización como suplemento de maíz y trigo. Tesis de Licenciatura. *Fac. Quim.*, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 1980.
47. Vieyra, C.M.: Alimentación complementaria del lechón lactante con suero de leche de vaca y gluten de maíz. Tesis de Licenciatura. *Departamento de Agrobiología. Universidad Autónoma de Tlaxcala.* Huamantla, Tlaxcala. 1995
48. Welbourne, T. C.: Interorgan glutamine flow in metabolic acidosis. *Am. J. Physiol.* 253:F1069. (1987).
49. Welbourne, T. C., Phromphetchart, V., Givens, G. and Joshi, S.: Regulation of interorgan glutamine flow in metabolic acidosis. *Amer. J. Physiol.* 250:E457. (1986).
50. Wu G., and Knabe D.A.: Free and protein-bound amino acids in sow's colostrum and milk. *J Nutr.* 124:415-424. (1994).
51. Wu, G., Knabe, D. A., Yan, W., and Flynn, N. E.: Glutamine and glucose metabolism in enterocytes of the neonatal pig. *Am. J. Physiol.* 268:R334-R342. (1995)
52. Wu G., Meier, S., and Knabe, D.A. Dietary Glutamine Supplementation Prevents Jejunal Atrophy in Weaned Pigs. *J. Nutr.* 126:2578-2584. (1996).
53. Zimmerman D. R. Nutrición del lechón. *Porcicultura.* 102 (9). (1984)

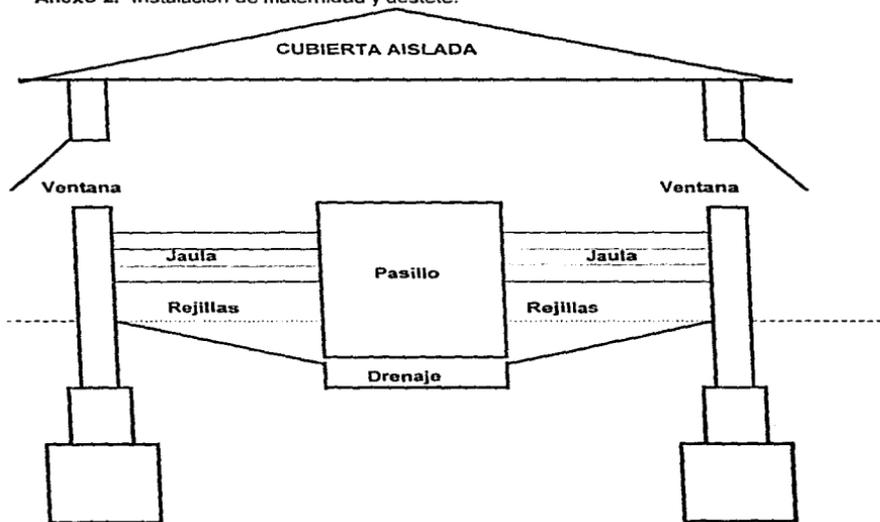
ANEXO 1

1.1. Metabolismo de la glutamina en el intestino delgado de la rata.



Reacción catalizada	Enzima
1	Glutaminasa
2	Carbamoil fosfato sintetasa (amonio)
3	(Enzimología uncertain)-Gamma glutamil fosfatasa
4	Pirrolina-5-carboxilato reductasa
5	Ornitina-oxo-amino ácidotransferasa
6	Ornitina-carbamoil transferasa
7	Alanina aminotransferasa
8	Malato deshidrogenasa (descarboxilación) (NADP ⁺)
9	Oxalato decarboxilasa
10	Fosfoenolpiruvato carboxikinasa (GTP)
11	Piruvato kinasa
12	Glucosa-6-fosfatasa

Anexo 2. Instalación de maternidad y destete.



ANEXO 3

3.1 Grados de acidez y pH en los diferentes tipos de suero de leche líquido.

Clase	VARIABLE	
	Acidez	pH
Dulce	0.12 a 0.20	5.8 a 6.6
Medio ácido	0.20 a 0.40	5.0 a 5.8
Ácido	0.40 a 0.60	4.0 a 5.0

Fuente: Sainz, 1986.

3.2 Comparación de suero líquido de leche de cabra y vaca.

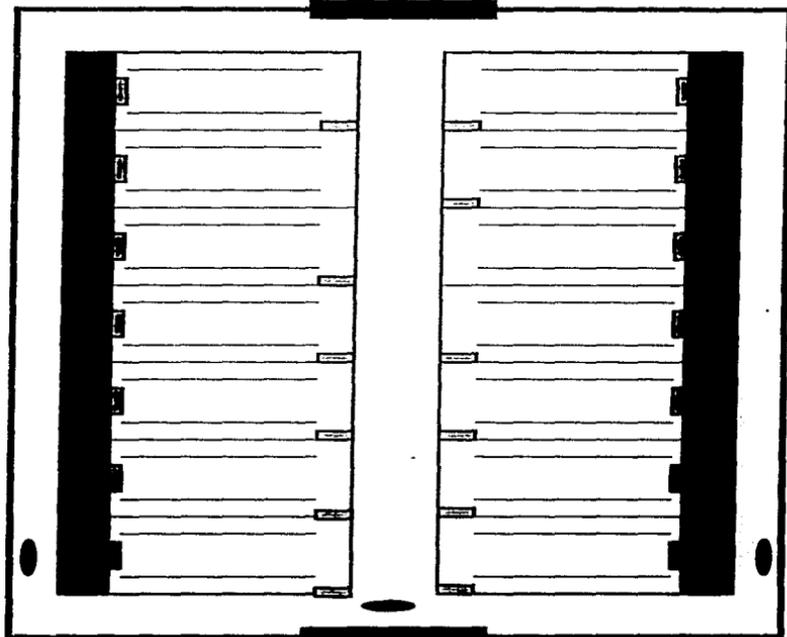
VARIABLE	SUERO DE LECHE LIQUIDO	
	CABRA	VACA
HUMEDAD	90.98	93.01
PROTEÍNA-CRUDA	1.72	0.82
GRASA	1.93	0.62
FIBRA CRUDA	0.08	0.06

Fuente: García 1993.

Anexo 4**Composición general de diferentes tipos de suero.**

	Suero líquido	Suero condensado	Suero en polvo
Sólidos %	6.9 (9)	63.0	93.0
Proteínas %	0.9	6.7	12.3
Lactosa %	5.0	47.0	71.5
Cenizas %	0.7	6.4	8.4
Calcio %	0.05	0.38	0.91
Fósforo %	0.04	0.58	0.70

Anexo 5. Localización de bebederos dentro de la sala de maternidad.



-  Puertas centrales
-  Lechoneras
-  Comederos (cabeza de la cerda)
-  Bebederos de plástico
-  Pasillos (central y dos laterales).