

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Prueba de comportamiento en lechones alimentados con ración balanceada y  
suplementado con suero de leche bovina

Por:

**JOSE YAIR PERALTA FRANCO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Prueba de comportamiento en lechones alimentados con ración balanceada y  
suplementado con suero de leche bovina

Por:


**JOSE YAIR PERALTA FRANCO**

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito  
parcial para obtener el título de:


**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**


Aprobada por:

  
MC. MARIA GUADALUPE SANCHEZ LOERA  
Presidente

  
MC. OLIVIA GARCIA MORALES  
Vocal

  
M.V.Z. ALEJANDRO ERNESTO CABRAL MARTELL  
Vocal

  
DR. JESUS ENRIQUE CANTU BRITO  
Vocal Suplente

  
MVZ. J. GUADALUPE RODRIGUEZ MARTINEZ  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Prueba de comportamiento en lechones alimentados con ración balanceada y  
suplementado con suero de leche bovina.

Por:

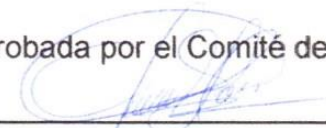
**JOSE YAIR PERALTA FRANCO**


TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:


  
MC. MARIA GUADALUPE SANCHEZ LOERA  
Asesor Principal

  
MC. OLIVIA GARCIA MORALES  
Coasesor

  
MVZ ALEJANDRO ERNESTO CABRAL MARTELL  
Coasesor

  
MVZ. J. GUADALUPE RODRIGUEZ MARTINEZ  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2018

  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A MIS PADRES, TIA, Y HERMANOS**

Con profundo agradecimiento por darme la vida, y guiarme en mi carrera profesional porque con su apoyo moral y económico, logré llegar a la meta fijada que constituye la herencia más valiosa que pudiera existir.

### **A MIS MAESTROS Y COMPAÑEROS**

A la MC. María Guadalupe Sánchez Loera.  
y todos mis profesores que confiaron en mi a mis compañeros que formaron parte de mi formación.  
Con gratitud por guiarme en mi estudio y por ampliar mis conocimientos con un cariño inmenso.

### **A MI HERMANO +**

Mi agradecimiento profundo por exhortarme continuamente a seguir adelante, por tus risas, comentarios, visitas, porque desde el cielo disfrutas conmigo mi logro, a ti... **JHOVANY** por ser mi cómplice confidente amigo y hermano.

“MI RECUERDO SIEMPRE “

## DEDICATORIA

### Gracias:

- A Dios padre por su compañía incondicional y motivarme a seguir adelante.
  
- A mis padres: Jesús Peralta Castro y Josefina Franco de Jesús por darme la vida, por darme todo, sin pedir nada a cambio, por su amor, su confianza, y motivarme a salir adelante.
  
- A mi segunda mamá: Martí por sus consejos, y apoyo continuo para terminar mi carrera universitaria.
  
- A mis hermanos: Jesús Emmanuel, Jhessler y Jhovany por los lazos sanguíneos que nos unen, por su acompañamiento y paciencia para mi formación.

## RESUMEN

El suero de leche bovina es un sub-producto de origen animal derivado de la fabricación de queso, además cabe mencionar que contiene un gran porcentaje de proteínas, albumina, lisina, lactosa, minerales, caseína, vitaminas y grasas las cuales sirven para ser aprovechadas tanto para el ser humano como para animales en este caso lo proporcionaremos a cinco lechones destetados como complemento para ver el resultado en una ganancia de peso en el menor tiempo posible a lo convencional marcado por los productores. Así mismo, dándose a conocer en el mercado internacional y en la industria porcícola que este suplemento funciona de manera que reemplace a las dietas balanceadas ya que en años anteriores este sub-producto no tenía ningún fin y se decía que era un contaminante para el medio ambiente, así mismo puedan llevar una mejor ganancia económica ya que su precio en el mercado es muy económico y de fácil adquisición que es lo que como productores nos convendría.

**PALABRAS CLAVES:** Caseína, albumina, minerales, proteínas, ganancia de peso.

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	i
<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>RESUMEN</b> .....	iii
<b>ÍNDICE</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	3
<b>3. OBJETIVO</b> .....	3
<b>3.1 Objetivo general</b> .....	3
<b>4. HIPÓTESIS</b> .....	4
<b>5. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
<b>5.1 Producción porcina</b> .....	4
<b>5.2 Anatomía y fisiología del aparato digestivo del cerdo</b> .....	5
<b>5.3 Tipos de destete</b> .....	5
<b>5.4 Cambios morfológicos y fisiológicos del tracto gastrointestinal en el destete</b> .....	6
<b>5.5 Estrés del lechón al destete</b> .....	7
<b>5.6 Alimentación y requerimientos nutricionales del lechón</b> .....	8
<b>5.7 Descripción del suero</b> .....	10
<b>5.8 Tipos de sueros de leche</b> .....	10
<b>5.9 Composición del suero</b> .....	11
<b>5.10 Proteína y aminoácidos en el suero de leche</b> .....	12
<b>5.11 Vitaminas en el suero de leche</b> .....	13
<b>5.12 Impacto ambiental por el suero de leche</b> .....	13
<b>5.13 Usos y aplicaciones actuales del suero de leche</b> .....	14
<b>6. RESULTADOS</b> .....	16
<b>7. DISCUSIÓN</b> .....	25
<b>8. CONCLUSIÓN</b> .....	26
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	27

## ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

<b>Cuadro 1. Requerimientos nutricionales en lechones destetados.</b> .....	9
<b>Cuadro 2. Composición de la materia seca del suero.</b> .....	12
<b>Cuadro 3. Contenido de aminoácidos en el suero de leche.</b> .....	12
<b>Cuadro 4. Contenido de vitaminas en el suero de leche.</b> .....	13
<b>Cuadro 5. Resultados de lechones con tratamiento</b> .....	16
<b>Cuadro 6. Resultado de lechones grupo testigo</b> .....	18
<b>Tabla 7. Frecuencias en grupo de lechones con tratamiento</b> .....	19
<b>Tabla 8. Frecuencias en grupo de lechones sin tratamiento</b> .....	22
<b>Cuadro 9. Resultados de peso de lechones con tratamiento por semana de experimento en kilogramos</b> .....	24
<b>Cuadro 10. Resultados de peso de lechones sin tratamiento (testigos) por semana de experimento en kilogramos</b> .....	24



## 1. INTRODUCCIÓN

La producción porcina es una de las actividades pecuarias más importantes en México por ser la fuente principal de ingresos para miles de familias y tener efectos multiplicadores sobre otros sectores. Si aportamos un alimento de buena calidad obtendremos una recuperación del capital invertido en menor tiempo. La alimentación es uno de los factores más importantes dentro del manejo zootécnico de los animales en producción (Rodríguez y Del Moral, 2010).

La alimentación del lechón al destete es uno de los aspectos principales a considerar en cualquier programa alimentario de cerdos por su efecto sobre los rendimientos productivos posteriores y reproductivos. Para lograr esto debemos conocer cómo alimentar al cerdito desde el destete teniendo en cuenta los cambios que en el sucederán dentro del aparato digestivo (García y Robert, 2016).

El potencial de crecimiento de los lechones es alto inmediatamente después del destete, pero el limitado consumo de alimento junto con un sistema digestivo inmaduro impide a menudo que se alcance este potencial en condiciones prácticas. El destete es una de las fases más complejas y difíciles a las que se tiene que enfrentar los lechones en su vida. Y para esto nosotros tenemos que contribuir con un alimento sólido complementario en las primeras semanas pos destete, tiene efectos positivos en el desarrollo de la capacidad digestiva del lechón y, consecuentemente, en su proceso de adaptación a las nuevas condiciones ambientales y de nutrición (Reis *et al.*, 2007).

El suero de leche bovina es un alimento recomendable de alto valor nutritivo y además acompañado de una ración balanceada para el ganado porcino (Bauza

*et al.*, 2011). La proteína del suero es de alta digestibilidad y su balance aminoácido considerado superior al de las proteínas del huevo y caseína, siendo particularmente elevado su aporte en lisina, lactosa proteína y minerales (Pokniak *et al.*, 1980).

Los sueros lácteos son productos que, gracias al contenido en lactoalbúminas, lactoglobulinas y lactosa, además de aportar una parte importante de las necesidades proteicas de la dieta, suponen una importante fuente energética. La lactosa, además, favorece la acidificación gástrica y el mantenimiento de la flora láctica intestinal, mejorando además la solubilidad y digestibilidad de la proteína, así como del calcio (Almaguel *et al.*, 2004).

La producción mundial de suero de leche se estima en alrededor de 165 millones de toneladas (Macwan *et al.*, 2016).

La ocurrencia de las enfermedades intestinales después del destete parece involucrar a la humedad, estrés otros factores en forma determinante. Por eso cabe mencionar algunas alternativas como el suero de leche bovina como una fuente de alimentación. Así mismo se mejora el sistema digestivo del lechón, se obtiene una ganancia de peso más rápida y económica, incorporando el suero al alimento. Actividad que redundará en las ganancias del productor.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Considerando notablemente que la porcicultura en nuestro país es una de las actividades pecuarias más importantes en México por ser la fuente principal de ingresos para miles de familias y tener efectos multiplicadores sobre otros sectores. Cabe mencionar que en los últimos años ha sido de gran impacto mundial siendo así que los productores buscamos una fuente de alimento que resulte positivo en el mercado para engordar al animal en un tiempo menor posible a lo requerido o que sea más económica la dieta balanceada teniendo en cuenta que la carne sea de mejor calidad e inocuidad posible.

## **3. OBJETIVO**

### **3.1 Objetivo general**

- Probar una nueva alternativa de suplementación alimentaria en lechones post destete, basado en un producto de desecho y económico en el mercado de otro sistema de producción.
- Obtener una ganancia de peso en lechones en menor tiempo posible y así mismo mejorar al trato del animal con respecto a enfermedades gastrointestinales.
- Incorporar en la granja porcicultora un suplemento de buena calidad y además a un bajo costo para el productor.

## 4. HIPÓTESIS

La incorporación de suero de leche bovino en la dieta balanceada, nos ayudará a que los lechones ganen peso más rápidamente y nos ofrecerá palatabilidad, energía y un sistema digestivo más eficiente en los lechones, así como garantizar una inocuidad alimentaria, destetados e identificaremos un suplemento económico en la comarca lagunera.

## 5. REVISIÓN DE LITERATURA

### 5.1 Producción porcina

El éxito o fracaso en la producción porcina, especialmente en granjas dedicadas a la cría, entendida como la producción de lechones, está determinado principalmente, como se da la transición de la leche materna que consume el lechón en la etapa del pre-destete (lactancia) al pasar a una dieta seca o en el pos-destete, sin que ocurra una reducción en el crecimiento se presenten enfermedades (Gómez *et al.*, 2008).

Dentro de las etapas de la producción porcina, el destete de los lechones constituye un período crucial, debido a que son sometidos a mucho estrés y cambios en su inmunidad por la lactancia. Muchos patógenos colonizan el tracto gastrointestinal, como es el caso de la *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp* y rotavirus, causando diarrea post-destete pero no si da calostro adecuadamente (Kyriakis *et al.*, 1999).

## 5.2 Anatomía y fisiología del aparato digestivo del cerdo

El sistema digestivo del cerdo es apropiado para raciones completas en base a concentrados que generalmente se alimentan. Todo el tracto digestivo es relativamente sencillo en cuanto a los órganos que están involucrados, los cuales están conectados a través de un tubo músculo-membranoso que va de la boca al ano (De Rouchey, 2014), cuyas funciones son las de digestión de los alimentos y absorción de los nutrientes, barrera protectora contra gérmenes, así como la posterior eliminación de los desechos sólidos (Gómez *et al.*, 2008).

El intestino delgado es el lugar donde se produce mayoritariamente la absorción de los nutrientes, proceso que se ve favorecido por la presencia de las denominadas vellosidades intestinales que hacen que la superficie de absorción de nutrientes aumente notablemente. Al tracto digestivo llegan una serie de secreciones que contienen principalmente enzimas como proteasas, amilasas, sucrasa y lipasa entre otras que hidrolizan los diferentes componentes de los alimentos proteínas, almidón, azúcares y grasas respectivamente (Reece *et al.*, 2015).

## 5.3 Tipos de destete

El destete es un estímulo causante de estrés (dolor, hambre, sed, condiciones climáticas severas, etc.) el cual rompe la homeostasis del organismo, a menudo con efecto perjudicial en el metabolismo, provocando alteraciones en el comportamiento y cambios fisiológicos (Moberg y Mench, 2000). Sin embargo, Reis *et al.*, (2012) lo define como proceso durante el cual el sistema digestivo del lechón se adapta progresivamente a un menor consumo de leche y mayores cantidades de alimento sólido. Rodríguez (2016) clasifica al destete de la siguiente manera:

- Destete ultra precoz: Es el que se realiza menor de 21 días de edad. Este tipo de destete requiere de más manejo, El peso del lechón es menor de 5 Kg.
- Destete precoz: Es el que se realiza entre 21 y 30 días de edad, requiere de menor manejo, sanidad. El peso del lechón esta entre 5 a 7 Kg.
- Destete moderado: Se realiza entre los 30 a 42 días, es menos exigente en labores de manejo. El peso del lechón varía entre 7 a 10 Kg.
- Destete tardío: Ocurre entre los 42 a 56 días de vida y no es recomendable por las pérdidas de eficiencia reproductiva de las cerdas. Además, la producción de leche es baja. El peso varia de 10 a 15 Kg.

#### **5.4 Cambios morfológicos y fisiológicos del tracto gastrointestinal en el destete**

El tracto gastrointestinal experimenta muchos cambios en el período del destete. Así, inmediatamente después de éste, hay un período de atrofia asociado a una disminución en el consumo. Sin embargo, hay otros muchos factores que pueden contribuir también a la atrofia intestinal, tales como la ausencia de consumo de leche, la presentación de la dieta, el estrés, la invasión por microorganismos o la introducción de compuestos alergénicos en la dieta postdestete (Allee y Touchette, 1999).

El poco crecimiento observado en los lechones está asociado con los cambios marcados que ocurren en la estructura y en la función del intestino después del destete tal como atrofia de las vellosidades e hiperplasia de las criptas, ocasionando una disminución temporal en la capacidad digestiva y absorbente del intestino delgado. Esos cambios morfológicos son más notorios cuanto más

temprano sean destetados. Lechones destetados con 21 días de edad la altura de las vellosidades se reduce a un 75% durante las 24 horas siguientes al destete, en relación al tamaño medido antes del destete y continúan hasta los 15 días después del destete (Castillo y Da Trindade, 2007).

La atrofia de las vellosidades es causada por una reducción en el número de enterocitos que conforman la vellosidad y no debido a una contracción de las vellosidades; este fenómeno, sería explicado por el aumento en la tasa de pérdida celular desde el ápice de las vellosidades o una rápida reducción en la tasa de producción celular en las criptas (Hampson, 1986).

### **5.5 Estrés del lechón al destete**

En el momento del destete el lechón se enfrenta a situaciones no experimentadas previamente. En primer lugar, un conjunto de factores estresantes nutricionales (de leche materna a concentrado), físicos (cambio de ambiente, temperatura) y psicológicos (separación de la madre y hermanos y mezcla con otras camadas, manejo). Además, el intestino delgado experimenta cambios morfológicos e fisiológicos importantes durante las 24 horas tras el destete (atrofia de las vellosidades, una hiperplasia de las criptas intestinales). Por lo tanto, durante esta fase se producen brotes frecuentes de diarrea asociada a la proliferación de bacterias enterotoxigénicas en el intestino delgado (Pluske *et al.*, 1997)

El destete ocasiona una respuesta de estrés agudo debido a los cambios sociales, ambientales y nutricionales a los que son sometidos los lechones. A consecuencia de este estrés, los lechones responden mediante una gran variedad

de mecanismos adaptativos entrelazados: anatómicos, fisiológicos, bioquímicos, inmunológicos y conductuales. Ante una situación de amenaza y con el objetivo de mantener su equilibrio, el organismo emite una respuesta fisiológica con el fin de intentar adaptarse (Mota *et al.*, 2014).

Así mismo, como consecuencia del estrés, ocurren respuestas fisiológicas en las que se involucran el sistema autónomo, el sistema endocrino y el sistema inmune. Aunque se sabe que los glucocorticoides median muchos de los efectos negativos del estrés sobre el metabolismo y sobre los sistemas cardiovascular, digestivo e inmunológico, existen otras sustancias, como los péptidos opioides, que deben considerarse en la respuesta al estrés, pues son liberados luego de la estimulación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (Weary *et al.*, 1999).

El tracto gastrointestinal del lechón experimenta muchos cambios en el período del destete. La ausencia de consumo de leche, la presentación de la dieta (seca o líquida), la invasión por microorganismos o la introducción de compuestos alergénicos en la dieta postdestete, desencadena en estrés. El cambio de una dieta altamente digestible (leche) y muy bien adaptada a las enzimas presentes en el tubo digestivo, a una dieta sólida a base de cereales no siempre adecuada a las necesidades de su aparato digestivo todavía inmaduro, desencadena el estrés de origen nutricional (Gómez *et al.*, 2008).

## **5.6 Alimentación y requerimientos nutricionales del lechón**

Uno de los aspectos más importantes para implementar un buen destete está directamente relacionado con la alimentación, ya que en los primeros días después del destete los lechones no consiguen ingerir la cantidad de alimento para atender las necesidades de nutrientes (Castillo y Da Trindade).



En general, los cerdos pierden alrededor de 100-250 g de peso corporal (PC) el primer día después del destete, independientemente de la edad de destete, y recuperan esta pérdida en aproximadamente cuatro días postdestete (Riascos *et al.*, 2014).

El alimento que se le tiende que proporcionar a los lechones destetados debe tener todos los nutrientes necesarios, para que las funciones fisiológicas que tendrán lugar dentro del animal, puedan proseguir normalmente y que sean óptimas con respecto a las cantidades de alimento consumidas. Para lograr todo esto, se recomienda una utilización adecuada de las materias primas: fuentes energéticas, proteicas y los aditivos (García-Ozuna, 1999).

Los lechones en esta etapa tienen un mayor requerimiento nutricional por tal motivo la dieta para lechones debe formularse con cuidado para garantizar un equilibrio óptimo de proteínas, carbohidratos, grasas, aminoácidos esenciales, vitaminas y minerales (Danielsen, 1998). En el cuadro 1 se muestra los requerimientos nutricionales para lechones destetados.

**Cuadro 1. Requerimientos nutricionales en lechones destetados.**

Nutriente	Peso vivo (kg)	Cantidad
E. Metabolizable (kcal/kg)	6-15	3325
Proteína (%)	6-15	2100
Calcio (%)	6-15	0.825
Fósforo disponible (%)	6-15	0.45
Fósforo total (%)	6-15	0.65
Sodio (%)	6-15	0.23
Metionina (%)	6-15	1330
Arginina (%)	6-15	0.559

(Riasco *et al.*, 2014)

## 5.7 Descripción del suero

Durante muchos años el suero de leche ha sido considerado como un desecho; actualmente es utilizado por sus múltiples nutrientes y propiedades funcionales (Hernández y Vélez, 2014). El suero de leche es un subproducto en la industria quesera (Montero *et al.*, 2009) y de alta digestibilidad (Vázquez *et al.*, 2017).

El lactosuero o suero de leche se define como un producto obtenido de la separación del coagulo de la leche mediante la acción ácida o de enzimas del tipo del cuajo: renina, enzima digestiva de los rumiantes (Poveda, 2013), una preparación industrial de coagulación de caseína que contiene quimosina u otras enzimas coagulantes de caseína (Fox *et al.*, 2017). Tiene un color amarillo verdoso de aspecto turbio y un sabor algo dulce debido a la lactosa que contiene (Leizaola, 2011; Mattos, 2015).

Presenta un pH próximo a 4,5. Dicho suero se produce al alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína con anulación de las cargas eléctricas que las mantienen separadas por las fuerzas de repulsión que generan, impidiendo así la floculación. Esto implica una total destrucción de la estructura micelar (Callejas *et al.*, 2012).

## 5.8 Tipos de sueros de leche

El tipo de suero en las plantas lecheras depende principalmente de las técnicas de procesamiento utilizadas para la eliminación de la caseína de la leche líquida (Fox *et al.*, 2017; Jelen, 2003). Existen dos tipos fundamentales de lactosuero: 1) Suero dulce, cuando se produce a partir de acción enzimática y contiene más lactosa. 2) Suero ácido, aquel que se obtiene por acción ácida, con mayor concentración de proteínas (El-Salam *et al.*, 2009).

El lactosuero ácido, se encuentran aquellos que provienen de la fabricación de quesos frescos de pasta blanda, la lactosa se ha transformado en ácido láctico, son ricos en calcio y fósforo; el pH es  $< 4.5$  y los Grados Dornic son  $< 20^\circ$ . Dicho suero se produce al alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína con anulación de las cargas eléctricas que las mantienen separadas por las fuerzas de repulsión que generan, impidiendo así la floculación. Esto implica una total destrucción de la estructura micelar (Aider *et al.*, 2009).

Un lactosuero dulce, en cambio, proviene de la fabricación de quesos de pasta cocida y prensada (vaca) y quesos de ovejas; es pobre en ácido láctico, en calcio y fósforo; el pH es  $> 6.0$  y los Grados Dornic son  $> 50^\circ$  (Callejas *et al.*, 2012).

## **5.9 Composición del suero**

La composición del suero en las plantas lecheras depende principalmente de las técnicas de procesamiento utilizadas para la eliminación de la caseína de la leche líquida (Panesar *et al.*, 2007).

El suero de leche, representa el 85-95% del volumen de leche y retiene el 55% de todos los nutrientes contenidos en la leche, por lo que constituye el principal subproducto (Pais *et al.*, 2017). La mayor parte de sus componentes solubles en agua: carbohidratos, minerales, vitaminas hidrosolubles y proteínas solubles (Hannibal *et al.*, 2015).

En primera instancia, el suero de leche puede emplearse en la propia alimentación animal (Kotoupas *et al.*, 2007). A continuación, se presentan datos de la composición de materia seca del suero (Cuadro 2).

## Cuadro 2. Composición de la materia seca del suero.

Nutriente	Suero dulce (%)	Suero ácido (%)
Proteína	13.0	11.7
Lactosa	69.4	63.2
Grasa	1.0	0.4
Cenizas	8.3	10.6
Calcio	0.9	2.4
Fósforo	1.1	1.6

(Glass y Hedrick, 1977b)

### 5.10 Proteína y aminoácidos en el suero de leche

Según Montero *et al.* (2009) el suero de leche tiene proteínas de alto valor biológico (lactoglobulinas y albúminas). El suero de leche contiene todos los aminoácidos esenciales (Vázquez *et al.*, 2017). Además, las altas propiedades funcionales y nutricionales son características de las proteínas del suero de leche (Giraldo *et al.*, 2010).

La proteína del suero es de alta digestibilidad, siendo particularmente elevado su aporte en lisina, triptófano y aminoácidos azufrados (Pokniak *et al.*, 1980). En el cuadro 3 se aprecian el contenido de aminoácidos en el suero de leche.

### Cuadro 3. Contenido de aminoácidos en el suero de leche.

Nutriente	Suero dulce (%)	Suero ácido (%)	Nutriente	Suero dulce (%)	Suero ácido (%)
<b>Aminoácidos</b>					
Lisina	1.10	1.24	Glicina	0.24	0.20
Histidina	0.25	0.28	Alanina	0.58	0.50
Arginina	0.33	0.33	Cistina	0.28	0.26
Triptofano	0.30	0.29	Valina	0.73	0.63
Ác. Aspártico	1.28	1.23	Metionina	0.22	0.21
Treonina	0.85	0.59	Isoleucina	0.74	0.66
Serina	0.66	0.56	Leucina	1.28	1.26
Ác. Glutámico	2.23	2.22	Tirosina	0.34	0.37
Prolina	0.85	0.77	Fenilalanina	0.43	0.44

(Glass y Hedrick, 1977a)

### 5.11 Vitaminas en el suero de leche

El suero de leche cuenta también con vitaminas del grupo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina) y ácido ascórbico (Londoño *et al.*, 2008; Parra, 2009). En el cuadro 4 se muestra el contenido de vitaminas en el suero de leche.

**Cuadro 4. Contenido de vitaminas en el suero de leche.**

Vitaminas	Concentración (mg/ml)	Necesidades diarias (mg)
Tiamina	0.38	1.5
Riboflavina	1.2	1.5
Ácido nicotínico	0.85	10-20
Ácido pantoténico	3.4	10
Piridoxina	0.42	1.5
Cobalamina	0.03	2.0
Ácido ascórbico	2.2	10-75

(Parra, 2009)

### 5.12 Impacto ambiental por el suero de leche

Las proteínas y la lactosa presentes en el suero se transforman en contaminantes cuando el líquido es arrojado al ambiente sin ningún tipo de tratamiento, ya que la carga de materia orgánica que contiene permite la reproducción de microorganismos produciendo cambios significativos en la demanda bioquímica de oxígeno del agua contaminada, ya que en valores altos de la demanda bioquímica de oxígeno que varía entre 30 mil a 50 mil mg/L, va a alterar significativamente los procesos biológicos del agua (Hannibal *et al.*, 2005; Kotoupas *et al.*, 2007; Valencia y Ramírez, 2009; Hernández y Vélez, 2014).

El lactosuero es desechado como efluente el cual crea un serio problema ambiental, debido a que afecta física y químicamente la estructura del suelo, lo cual

genera una disminución en el rendimiento de cultivos agrícolas y cuando se desecha en el agua, reduce la vida acuática al agotar el oxígeno disuelto (Parra, 2009).

Sin embargo, si al lactosuero se le diera un uso sostenible que aproveche sus potencialidades, y genere ingresos adicionales a las empresas, se lograría disminuir su impacto contaminante de manera más eficaz, contribuyendo al logro de mejoras o modificaciones en el proceso productivo, para que sea más eficiente y provechoso, generando así mayores beneficios para la empresa y el ambiente (Araujo *et al.*, 2013).

### **5.13 Usos y aplicaciones actuales del suero de leche**

El suero en consecuencia, no constituye un sustituto integral de la leche de vaca por ser una fracción de la misma, pero contiene nutrientes y compuestos con potenciales beneficios nutricionales y de salud que se aprovechan en algunos países para la fabricación de productos alimenticios y suplementos, o como materia prima para la producción de otros ingredientes, y compuestos (Poveda, 2013).

Una forma de usar estos para el consumo humano es en preparaciones alimenticias. Las proteínas presentes en mayor cantidad en suero de queso son la  $\alpha$ -lactoalbúmina y  $\beta$ -lactoglobulina, con concentraciones de 1 a 1.5 g/litro y de 2 a 4 g/litro, respectivamente (Giraldo *et al.*, 2010).

Las proteínas de lactosuero son usadas ampliamente en una variedad de alimentos gracias a sus propiedades gelificantes y emulsificantes, siendo la  $\beta$ -lactoglobulina el principal agente gelificante (Akhtar y Dickinson, 2007).

Por otra parte, el suero contiene nutrientes valiosos, y por eso no debe ser desechado, sino aprovechado para la alimentación fundamentalmente de animales de granja, particularmente el ganado porcino. El establecimiento de un sistema

integrado de producción animal en el que el suero de queso obtenido de vacas y cabras es usado para alimentar cerdos, es práctica común en países americanos con un alto desarrollo en la ganadería vacuna como Argentina (López *et al.*, 2010).

La utilización de proteínas de origen animal, como los subproductos lácteos de alta calidad, tiene un efecto positivo sobre el crecimiento de lechones destetados precozmente (Reis y Mariscal, 2004).

Los sueros lácteos son productos que, gracias al contenido en lactoalbúminas, lactoglobulinas y lactosa, la lactosa, además, favorece la acidificación gástrica y el mantenimiento de la flora láctica intestinal, mejorando además la solubilidad y digestibilidad de la proteína, así como del calcio (Almaguel *et al.*, 2004).

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### Marco de referencia

Este trabajo se llevó a cabo en el ejido Granada se localiza en el municipio de Matamoros. El clima en el municipio es del tipo cálido, muy seco, con una temperatura media anual es de 22°C a 24°C.

### Materiales

- Báscula
- Crayones para ganado
- Recipientes
- Bolsas de plástico
- Vaso precipitado de un litro
- Alimento balanceado ración asignada
- Suero Acido de leche de quesería
- Dos corrales de madera
- 10 lechones destetados a los 40 días de edad de la raza yorkshire (machos ).

## **Método experimental**

- Dos grupos de lechones destetados, vacunados, desparasitados oportunamente, un grupo de cinco lechones forman el testigo y otro grupo de cinco lechones para el experimento (tratamiento) tomados al azar.
- Una semana posterior al destete 250 mililitros de suero de leche por la mañana y 250 mililitros por la tarde adicionado al alimento base de los lechones recién destetados que conforman el grupo experimental. Al finalizar la semana se pesaron individualmente, cada viernes.
- De la segunda a la quinta semana se adicionó 500 mililitros de suero de leche bovina por la mañana y 500 mililitros por la tarde, se pesaron individualmente al finalizar la semana, cada viernes.
- Cabe mencionar que el alimento a el cual se adicionó el suero de leche bovina debidamente medido para cada lechón se depositó en un comedero único a donde acudían los lechones a consumirlo.
- Esto en un corral para 5 lechones elaborado con madera reciclada con un comedor rustico y bebedero de chupón.
- El experimento se realizó en una granja de manera semi tecnificada.
- El grupo testigo recibió una ración de alimento correspondiente únicamente.
- Los resultados se analizaron por comparación de grupos basados en los pesos alcanzados por los lechones.



## 6. RESULTADOS

### Cuadro 5. Resultados de lechones con tratamiento

Pesos correspondientes al 19 de mayo de 2017 (lechones con tratamiento).

1 <sup>ra</sup> Semana	Inicio (kg)	Viernes pesaje (kg)	Ganancia grupo (kg)
Lechón 1	12.500	14.500	2.000
Lechón 2	8.000	9.000	1.000
Lechón 3	11.000	12.000	1.000
Lechón 4	11.000	13.500	2.500
Lechón 5	10.000	14.500	2.500
Total	52.500	63.500	9.000

Pesos correspondientes al 26 de mayo de 2017 (lechones con tratamiento).

2 <sup>da</sup> Semana	Inicio (kg)	Viernes pesaje (kg)	Ganancia grupo (kg)
Lechón 1	14.500	20.600	6.100
Lechón 2	9.000	10.300	1.300
Lechón 3	12.000	16.500	4.500
Lechón 4	13.500	16.500	3.000
Lechón 5	14.500	18.600	4.000
Total	63.500	82.500	18.900

Pesos correspondientes al 2 de junio de 2017 (lechones con tratamiento).

3 <sup>ra</sup> Semana	Inicio (kg)	Viernes pesaje (kg)	Ganancia grupo (kg)
Lechón 1	20.600	20.600	0.000
Lechón 2	10.300	10.600	0.300
Lechón 3	16.500	16.100	-0.400
Lechón 4	16.500	17.000	0.500
Lechón 5	18.600	19.100	0.500
Total	82.500	83.400	0.900

Pesos correspondientes al 9 de junio de 2017 (lechones con tratamiento).

4 <sup>ta</sup> Semana	Inicio (kg)	Viernes pesaje (kg)	Ganancia grupo (kg)
Lechón 1	20.600	22.800	2.200
Lechón 2	10.600	11.700	1.100
Lechón 3	16.100	17.100	1.000
Lechón 4	17.000	17.900	0.900
Lechón 5	19.100	20.700	1.600

Total	83.400	90.200	6.800
-------	--------	--------	-------

Pesos correspondientes al 15 de junio de 2017 (lechones con tratamiento).

5 <sup>ta</sup> Semana	Inicio (kg)	Viernes pesaje (kg)	Ganancia grupo (kg)
Lechón 1	22.800	22.600	-0.200
Lechón 2	11.700	11.600	-0.100
Lechón 3	17.100	17.200	0.100
Lechón 4	17.900	18.100	0.200
Lechón 5	20.700	21.300	0.600
Total	90.200	90.800	0.600

Pesos correspondientes al 21 de junio de 2018 (lechones con tratamiento).

6 <sup>ta</sup> Semana	Inicio (kg)	Viernes pesaje (kg)	Ganancia grupo (kg)
Lechón 1	22.600	24.000	1.400
Lechón 2	11.600	12.700	1.100
Lechón 3	17.200	17.100	-0.100
Lechón 4	18.100	18.700	0.600
Lechón 5	21.300	20.200	-1.100
Total	90.800	92.700	1.900

## Resultado de lechones grupo testigo

**Cuadro 6. Resultado de lechones grupo testigo**

Pesos correspondientes al 19 de mayo de 2017 (lechones testigo).

1 <sup>ra</sup> Semana	Inicio (kg)	Viernes pesaje (kg)	Ganancia grupo (kg)
Lechón 1	5.400	6.000	0.600
Lechón 2	5.200	6.100	0.900
Lechón 3	4.900	5.000	0.100
Lechón 4	5.000	7.000	2.000
Lechón 5	5.100	7.200	2.100
Total	25.600	31.300	5.700

Pesos correspondientes al 26 de mayo de 2017 (lechones testigo).

2 <sup>da</sup> Semana	Inicio (kg)	Viernes pesaje (kg)	Ganancia grupo (kg)
Lechón 1	6.000	7.700	1.700
Lechón 2	6.100	7.400	1.300
Lechón 3	5.000	5.000	0.000
Lechón 4	7.000	8.500	1.500
Lechón 5	7.200	8.000	0.800
Total	31.300	36.600	5.300

Pesos correspondientes al 2 de junio de 2017 (lechones testigo).

3 <sup>ra</sup> Semana	Inicio (kg)	Viernes pesaje (kg)	Ganancia grupo (kg)
Lechón 1	7.700	7.600	-0.100
Lechón 2	7.400	6.900	-0.500
Lechón 3	5.000	4.400	-0.600
Lechón 4	8.500	8.600	0.100
Lechón 5	8.000	7.900	-0.100
Total	36.600	35.400	-1.200

Pesos correspondientes al 9 de junio de 2017 (lechones testigo).

4 <sup>ta</sup> Semana	Inicio (kg)	Viernes pesaje (kg)	Ganancia grupo (kg)
------------------------	-------------	---------------------	---------------------

Lechón 1	7.600	7.400	-0.200
Lechón 2	6.900	6.700	-0.200
Lechón 3	4.400	4.200	-0.200
Lechón 4	8.600	8.600	0.000
Lechón 5	7.900	8.600	0.700
Total	35.400	35.500	0.100

Pesos correspondientes al 15 de junio de 2017 (lechones testigo).

5 <sup>ta</sup> Semana	Inicio (kg)	Viernes pesaje (kg)	Ganancia grupo (kg)
Lechón 1	7.400	6.300	-1.100
Lechón 2	6.700	8.400	1.700
Lechón 3	4.200	3.500	-0.700
Lechón 4	8.600	6.200	-2.400
Lechón 5	8.600	8.000	-0.600
Total	35.500	32.400	-3.100

Pesos correspondientes al 21 de junio de 2017 (lechones testigo).

6 <sup>ta</sup> Semana	Inicio (kg)	Viernes pesaje (kg)	Ganancia grupo (kg)
Lechón 1	6.300	7.000	0.700
Lechón 2	8.400	9.000	0.600
Lechón 3	3.500	4.000	0.500
Lechón 4	6.200	6.900	0.700
Lechón 5	8.000	9.000	1.000
Total	32.400	35.900	3.500

## Tabla de frecuencias en grupo de lechones con tratamiento

Tabla 7. Frecuencias en grupo de lechones con tratamiento

X = Variables de manera ordenada

$n_i$  = Frecuencia absoluta

$N_i$  = Frecuencia Absoluta acumulada

fi = Frecuencia Relativa

Fi Frecuencia Relativa Acumulada

1ª semana con tratamiento

1.000 2.000 2.500

X	ni	Ni	fi	Fi
1.000	2	2	40%	40%
2.000	1	3	20%	60%
2.500	2	5	40%	100%

2ª semana con tratamiento

1.300 3.000 4.000 4.500 6.100

X	ni	Ni	fi	Fi
1.300	1	1	20%	20%
3.000	1	2	20%	40%
4.000	1	3	20%	60%
4.500	1	4	20%	80%
6.100	1	5	20%	100%

3ª semana con tratamiento

0.000 0.300 0.500

X	ni	Ni	fi	Fi
0.000	2	2	40%	40%
0.300	1	3	20%	60%
0.500	2	5	40%	100%

4ª semana con tratamiento

0.900 1.000 1.100 1.600 2.200

X	ni	Ni	fi	Fi
0.900	1	1	20%	20%
1.000	1	2	20%	40%
1.100	1	3	20%	60%
1.600	1	4	20%	80%
2.200	1	5	20%	100%

5ª semana con tratamiento

0.000 0.100 0.200 0.600 0.900

X	ni	Ni	fi	Fi
0.000	1	1	20%	20%

0.100	1	2	20%	40%
0.200	1	3	20%	60%
0.600	1	4	20%	80%
0.900	1	5	20%	100%

6ª semana con tratamiento

0.000    0.600    1.100    1.400

X	ni	Ni	fi	Fi
0.000	2	2	40%	40%
0.600	1	3	20%	60%
1.100	1	4	20%	80%
1.400	1	5	20%	100%

## Tabla de frecuencias en grupo de lechones sin tratamiento

Tabla 8. Frecuencias en grupo de lechones sin tratamiento

X = Variables de manera ordenada

ni = Frecuencia absoluta

Ni = Frecuencia Absoluta acumulada

fi = Frecuencia Relativa

Fi Frecuencia Relativa Acumulada

### 1a semana sin tratamiento

0.100 0.600 0.900 2.000 2.100

X	ni	Ni	fi	Fi
0.100	1	1	20%	20%
0.600	1	2	20%	40%
0.900	1	3	20%	60%
2.000	1	4	20%	80%
2.100	1	5	20%	100%

### 2a semana sin tratamiento

0.000 0.800 1.300 1.500 1.700

X	ni	Ni	fi	Fi
0.000	1	1	20%	20%
0.800	1	2	20%	40%
1.300	1	3	20%	60%
1.500	1	4	20%	80%
1.700	1	5	20%	100%

### 3a semana sin tratamiento

0.000 0.100

X	ni	Ni	fi	Fi
0.000	4	4	80%	80%
0.100	1	5	20%	100%

### 4a semana sin tratamiento

0.000 0.700

X	ni	Ni	fi	Fi
0.000	4	4	80%	80%
0.700	1	5	20%	100%

## 5a semana sin tratamiento

0.000 1.500

X	ni	Ni	fi	Fi
0.000	4	4	80%	80%
1.500	1	5	20%	100%

## 6a semana sin tratamiento

0.500 0.600 0.700 1.000

X	ni	Ni	fi	Fi
0.500	1	1	20%	20%
0.600	1	2	20%	40%
0.700	2	4	40%	80%
1.000	1	5	20%	100%



### Media

**Cuadro 9. Resultados de peso de lechones con tratamiento por semana de experimento en kilogramos**

Semana 1 =	9.000 kg.
Semana 2 =	8.900 kg.
Semana 3 =	1.300 kg.
Semana 4 =	6.800 kg.
Semana 5 =	0.900 kg.
Semana 6 =	3.100 kg.
<b>Total</b>	<b>30.000 kg.</b>

Entre las 6 semanas de tratamiento para sacar la media

$$30 \div 6 = 5.000 \text{ kg.}$$

$$M = 5.000 \text{ kg.}$$

**Cuadro 10. Resultados de peso de lechones sin tratamiento (testigos) por semana de experimento en kilogramos**

Semana 1 =	5.700 kg.
Semana 2 =	5.300 kg.
Semana 3 =	0.100 kg.
Semana 4 =	0.700 kg.
Semana 5 =	1.500 kg.
Semana 6 =	3.500 kg.
<b>Total</b>	<b>16.800 kg.</b>

Dividido para sacar la media entre 6 semanas sin tratamiento.

$$16.800 \div 6 = 2.800 \text{ kg.}$$

$$M = 2.800 \text{ kg.}$$

## 7. DISCUSIÓN

**\*Los lechones sin tratamiento o testigos generan los siguientes datos:**

Peso del grupo de lechones al inicio del experimento Kg	Peso del grupo lechones al finalizar el experimento	Ganancia de peso al finalizar el experimento	% de Incremento de peso al finalizar el experimento
25.000Kg	35.900Kg	10.300Kg	40.234373 %

**\*El comportamiento de los lechones testigo o sin tratamiento.**

-No consumían en su totalidad el alimento ofrecido, dejaban de lado parte de su alimento.

**\*Los Lechones con tratamiento generan los siguientes datos**

Peso del grupo de lechones al inicio del experimento Kg	Peso del grupo lechones al finalizar el experimento	Ganancia de peso al finalizar el experimento	% de Incremento de peso al finalizar el experimento
52.500Kgs	92.700Kg	40.200Kg	76.571428%

**El comportamiento de los lechones que se les aplico tratamiento fue:**

- Deseosos de consumir el alimento adicionado con suero de leche bovina.
- Consumían todo el alimento ofrecido.
- Se observaron vigorosos.

## 8. CONCLUSIÓN

La aplicación de suero de leche en las dietas para lechones recién destetados, y como suplemento alternativo para la ganancia de peso de estos es excelente, ya que afecta positivamente tanto en el comportamiento del lechón en esta fase de transición, como en todos los aspectos de eficiencia alimenticia y también por ello el porcicultor tendría mejores beneficios económicos.

Conforme al comportamiento del animal se observó un animal más activo, con más energía que el alimento le gustaba se lo devoraban todo lo contrario que el grupo testigo

Hoy en día factores como cambios climáticos, precios elevados de los alimentos y de los suplementos alimenticios, hace menos accesibles ciertos alimentos o ingredientes para las dietas de los animales, por ello el suero de leche de queserías, vendría siendo una oportunidad para el productor. Aparte el hecho que sea palatable, nutritivo y de buen precio, ya que algunas personas lo tiran impactando el ecosistema y al ser aprovechado por esta especie viene a resolver un problema de contaminación ambiental, brindando un beneficio para el lechón al proporcionar con este suplemento; precio y sabor que redundan en ganancia de peso.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aider, M., De Halleux, D., and Melnikova, I. 2009. Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 10(3):334–341.

Akhtar, M., and Dickinson, E. 2007. Whey protein–maltodextrin conjugates as emulsifying agents: An alternative to gum arabic. *Food Hydrocolloids*. 21(4):607–616.

Allee, G. L y Touchette, K. J. 1999. Efectos de la nutrición sobre la salud intestinal y el crecimiento de lechones. Documento del XV curso especializado. Recuperado de <http://fundacionfedna.org/sites/default/files/99CAP6.pdf>

Almaguel, R. E., Tolón, N., Camino, Y., y Ramírez, M. 2004. Nota sobre el efecto del suero lácteo en la alimentación de cerditos destetados. *Revista Computarizada de Producción Porcina*. 11(1): 55-58.

Araujo, G. A. V., Monsalve, C. L. M., y Quintero, T. A. L. 2013. Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 4(2):55-65.

Bauza, R., Gil, M. J., González, G. A., y Silva, D. 2011. Aporte nutritivo del suero de queso en la alimentación de cerdos de engorde. *Revista Computarizada de Producción Porcina*. 18(4):255-269.

Callejas, H. J., Prieto, G. F., Reyes, C. V. E., Marmolejo, S. Y., y Méndez, M. M. A. 2012. Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo. *Acta Universitaria*. 22(1):11-18.

Castillo, S. W., y Da Trindade, N. M. A. 2007. Alimentación de lechones destetados precozmente y efectos en el subsecuente desempeño en el acabado. *Arch. Latinoam. Prod. Anim*. 15(1):145-154.

El-Salam, A. M. H., El-Shibiny, and Salem, A. 2009. Factors affecting the functional properties of whey protein products: a review. *Food Review International*. 25(3):251-279.

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., and McSweeney, P. L. H. 2017. *Fundamentals of cheese science*. 2 ed. Springer. New York, USA. p. 756. .

García-Ozuna, Q. M. T. 1999. Diferentes sistemas de alimentación y fisiología digestiva de cerdos jóvenes. *Revista Computarizada de Producción Porcina*. 6(3):52-65.

García, J., y Robert, R. 2016. Digestibilidad total y flujo de digesta en cerdos en crecimiento alimentados concentrado español raltec sugar pig-2. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 23(2):126-131.

Giraldo, Z. A. D., García, R. E. E., Coimbra, R. J. S., and Luera, P. W. E. 2010. Separación de proteínas de suero de leche por cromatografía líquida. *Scientia Agropecuaria*. 1(1):21-26.

Glass, L., and Hedrick, T. I. 1977a. Nutritional composition of sweet- and acid-type dry wheys. I. Major factors including amino acids. *J Dairy Sci*. 60(2):185-189.

Glass, L., and Hedrick, T. I. 1977b. Nutritional composition of sweet- and acid- typ dry wheys. II. Vitamin, mineral and calorie contents. *J Dairy Sci*. 60(2):190-196.

Gómez, I. A. S., Vergara, D., y Argote, F. 2008. Efecto de la dieta y edad del desdete sobre la fisiología del lechón. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*. 6(1):32-41.

Hampson, D. J. 1986. Alterations in piglet small intestinal structure at weaning. *Research in Veterinary Science*. 40(1):32-40.

Hannibal, B. A., Santillán, A., Arteaga, M., Ramos, E., Villalón, P., y Rincon, A. 2015. Aprovechamiento del suero de leche como bebida energizante para minimizar el impacto ambiental. *European Scientific Journal*. 11(26):257-268.

Hernández, R. M., y Vélez, R. J. F. 2014. Suero de leche y su aplicación en la elaboración de alimentos funcionales. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*. 8(2):13-22.

Jelen, P. 2003. *Encyclopedia of dairy sciences*. Academic Press. London, Englad. p. 2739, 2740.

Kotoupas, A., Rigas, F., and Chalaris, M. 2007. Computer-aided process design, economic evaluation and environmental impact assessment for treatment of cheese whey wastewater. *Desalination*. 213(1-3):238–252.

Kyriakis, S. C., Tsilyiannis, V. K., Vlemmas, J., Sarris, K., Tsinas, A. C., Alexopoulos, C., and Jansegers, L. 1999. The effect of probiotic LSP 122 on the control of post-weaning diarrhoea syndrome of piglets. *Research in Veterinary Science*. 67(3):223-228.

Leizola, C. F. 2011. Suero y requesón, productos poco valorados por los pastores vascos. *Zainak*. 34(1):517-528.

Londoño, U. M. M., Sepúlveda, V. J. U., Hernández, M. A., y Parra, S. J. E. 2008. Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín. 61(1):4409-4421.

Macwan, S. R., Dabhi, B. K., Parmar, S. C., and Aparnathi, K. D. 2016. Whey and its utilization. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 5(8):134-155.

Mattos, C. 2015. Valorización del lacto suero. Revista Alimentos Hoy. 23(36):7-20.

Moberg, G. P., and Mench, J. A. 2000. The biology of animal stress. Basic principles and implications for animal welfare. CABI Publishing. New York, USA. p. 4.

Montero, L. M., Juárez, L. F. I., y García, G. H. S. 2009. Suero de leche fermentado con *Lactobacillus* para la alimentación de becerros en el trópico. Agrociencia. 43(6):585-593.

Mota, R. D., Roldán, S. P., Pérez, P. E., Martínez, R. R., Hernández, T. E., y Trujillo, O. M. E. 2014. Factores estresantes en lechones destetados comercialmente. Veterinaria México. 45(no.spe):37-51.

Pais, C. J. M., Núñez, P. J., Lara, F. M. V., Rivera, I. L. M., Trujillo, T. L. E., y Cuaran, G. M. J. 2017. Valorización del suero de leche: una visión desde la biotecnología. Revista Bionatura. 2(4):468-476.

Panesar, S. P., Kennedy, F. J., Gandhi, N. D., and Bunko, K. 2007. Bioutilisation of whey for lactic acid production. Food Chemistry. 105(1):1-14.

Parra, H. R. A. 2009. Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín. 62(1):4967-4982.

Pluske, R. J., Hampson, D. J., and Williams, H. I. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review Liverstock Production Science. 51(1-3):215-236.

Pokniak, J., Cornejo, S., y Bonacic, M. 1980. Suero fresco de quesería en raciones para cerdos en engorda. Agricultura Técnica. 40(4):147-151.

Poveda, E. E. 2013. Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. Revista Chilena de Nutrición. 40(4):397-403.

Reece, O. W., Erichson, P. J., and Uemura, E. E. 2015. Duke's physiology of domestic animals. 13 ed. Wiley-Blackwell. Pondicherry, India. p. 479.

Reis, S. T. C., y Mariscal, L. G. 2004. Preferencia alimenticia y comportamiento zootécnico en lechones alimentados con dietas formuladas con diferentes tipos de suero de leche deshidratado. *Técnica Pecuaria en México*. 42(2):193-206.

Reis, S. T. C., Mariscal, L. G., Aguilera, B. A., y Cervantes, H. J. G. 2007. Digestibilidad de la proteína y energía en dietas para lechones, complementadas con tres diferentes tipos de suero de leche deshidratado. *Veterinaria México*. 38(2):141-151.

Reis, S. T. C., Mariscal, L. G., Escobar, G. K., Aguilera, B. A., y Magné, B. A. 2012. Cambios nutrimentales en el lechón y desarrollo morfofisiológico de su aparato digestivo. *Veterinaria México*. 43(2):155-173.

Riascos, V. A. R., Orozco, G. C. I., y Losada, D. F. 2014. Determinación de destete óptimo en lechones (*Sus scrofa domesticus*) en la Unidad Porcícola del Centro Agropecuario de Buga. *Revista Sennova*. 1(1):12-29.

Rodríguez Cobos Diana Paola 2016 consideraciones sobre el destete en lechones Monografía Universidad de Ciencias aplicadas y ambientales U.D.C.A Vicerrectoría de Investigaciones Facultad de Ciencias Pecuarias 7-9.

Rodríguez, L. G., y Del Moral, B. L. E. 2010. Perspectivas del sector porcícola mexicano para 2010: recuperación de los efectos de la crisis económica y de la influenza (A) H1/N1. *Revista Trimestral de Análisis de Coyuntura Económica*. 3(2):21-23.

Rouchey, D. 2014. Sistema digestivo del cerdo: anatomía y funciones. Recuperado de <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/Sistema%20digestivo%20del%20cerdo%20anatomia%20y%20funciones.pdf>

Valencia, D. E., y Ramírez, C. M. L. 2009. La industria de la leche y la contaminación del agua. *Revista Elementos, Ciencia y Cultura*. 16(73):27-31.

Vázquez, E. C. O., Pinto, R. R., Rodríguez, H. R., Carmona, T. J., y Gómez, J. A. 2017. Uso, producción y calidad nutricional del lactosuero en la región central de Chiapas. *Avances de Investigación Agropecuaria*. 21(1):65-75.

Weary, M. D., Appleby, C. M., and Fraser, D. 1999. Responses of piglets to early separation from the. *Applied Animal Behaviour Science*. 63(4):289-300.