



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

**“APORTE NUTRITIVO DEL SUERO DE LECHE EN LA  
ALIMENTACIÓN DE CERDOS”**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR:** OSCAR GERMÁN CUJIGUALPA ILBAY.

**DIRECTOR:** Ing. MANUEL EUCLIDES ZURITA LEÓN Ms.C.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Oscar Germán Cujigualpa Ilbay

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, OSCAR GERMÁN CUJIGUALPA ILBAY, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 20 de abril del 2022

**Oscar Germán Cujigualpa Ilbay**

**060496438-7**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; tipo: Proyecto de Investigación “**APORTE NUTRITIVO DEL SUERO DE LECHE EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS**”, realizado por el señor: **OSCAR GERMÁN CUJIGUALPA ILBAY**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Marco Mauricio Chávez Haro, Ms.C <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	<p>MARCO MAURICIO CHAVEZ HARO</p> <p><small>Firmado digitalmente por MARCO MAURICIO CHAVEZ HARO DN: cn=MARCO MAURICIO CHAVEZ HARO, o=EC, ou=SECURITY DATA S.A. 2, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION Motivo: Soy el autor de este documento Ubicación: Fecha: 2022.06.20 15:23:05.00</small></p>	2022-04-20
Ing. Ms.C. Manuel Euclides Zurita León <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	<p>MANUEL EUCLIDES ZURITA LEON</p> <p><small>Firmado digitalmente por MANUEL EUCLIDES ZURITA LEON Fecha: 2022.06.17 13:01:59 -05'00'</small></p>	2022-04-20
Dra. Paula Alexandra Toalombo Vargas, PhD. <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>	<p>PAULA ALEXANDRA TOALOMBO VARGAS</p> <p><small>Firmado digitalmente por PAULA ALEXANDRA TOALOMBO VARGAS Fecha: 2022.05.20 13:54:08 -05'00'</small></p>	2022-04-20

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación está dedicado principalmente a mi familia que gracias a su amor, comprensión y sacrificio a lo largo de estos años he podido alcanzar este logro más en mi vida, ya que han sido un pilar fundamental e incondicional en los momentos más difíciles durante mi trayectoria estudiantil, apoyándome de todas las formas posibles y sobre todo dándome palabras de aliento a lo largo este proceso.

**Oscar**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme permitido lograr mis objetivos con vida y salud hasta donde estoy, brindándome paciencia y sabiduría a cada momento. A mi familia por apoyarme de manera incondicional y darme palabras de aliento las cuales me permitieron continuar y seguir adelante. A mi director y asesor de este trabajo de titulación Ing. Ms.C. Manuel Euclides Zurita León y Dra. Paula Alexandra Toalombo, por su paciencia y apoyo a lo largo de este trabajo brindándome sus conocimientos.

**Oscar**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Anatomía y fisiología del sistema digestivo del cerdo.....</b>	<b>2</b>
1.1.1. <i>La boca</i> .....	2
1.1.2. <i>Faringe</i> .....	3
1.1.3. <i>Esófago</i> .....	3
1.1.4. <i>Estómago</i> .....	3
1.1.5. <i>Intestino delgado, Páncreas e Hígado</i> .....	5
1.1.6. <i>Intestino grueso</i> .....	6
<b>1.2. Digestión de nutrientes.....</b>	<b>7</b>
1.2.1. <i>Digestión de carbohidratos</i> .....	7
1.2.2. <i>Digestión de las proteínas</i> .....	7
1.2.3. <i>Digestión de lípidos</i> .....	8
<b>1.3. Etapas de desarrollo de cerdos.....</b>	<b>8</b>
1.3.1. <i>Etapas de crecimiento</i> .....	8
1.3.2. <i>Etapas de engorde</i> .....	9
<b>1.4. Dietas sólidas y líquidas para cerdos.....</b>	<b>10</b>
<b>1.5. Fuentes de alimento para cerdos.....</b>	<b>11</b>
1.5.1. <i>Fuentes de proteína para cerdos</i> .....	11
1.5.1.1. <i>Proteínas de origen animal</i> .....	11
1.5.1.2. <i>Fuentes de origen vegetal</i> .....	12
1.5.2. <i>Fuentes de energía para cerdos</i> .....	12
1.5.3. <i>Fuentes de vitaminas y minerales para cerdos</i> .....	13
<b>1.6. Requerimientos de nutrientes de los cerdos.....</b>	<b>14</b>
1.6.1. <i>Necesidades proteicas</i> .....	14
1.6.2. <i>Necesidades energéticas</i> .....	15

1.6.3.	<i>Necesidades vitamínicas-minerales</i> .....	16
1.7.	<b>Suero de leche</b> .....	17
1.7.1.1.	<i>Producción mundial de suero de leche</i> .....	18
1.7.1.2.	<i>Producción de suero de leche en Ecuador</i> .....	18
1.7.1.3.	<i>Precio del suero de quesería a nivel nacional</i> .....	18
1.8.	<b>Tipos de suero de leche</b> .....	19
1.8.1.	<i>El suero dulce</i> .....	19
1.8.2.	<i>El suero ácido</i> .....	20
1.9.	<b>Composición nutricional</b> .....	20
1.9.1.	<i>Lactosa</i> .....	21
1.9.2.	<i>Ácido láctico</i> .....	22
1.9.3.	<i>Grasa</i> .....	22
1.9.4.	<i>Proteínas del suero de leche</i> .....	22
1.10.	<b>Características de las Proteínas del Suero Lácteo</b> .....	22
1.11.	<b>El suero de leche y el medio ambiente</b> .....	24
1.12.	<b>Suero de leche en la alimentación porcina</b> .....	24

## CAPÍTULO II

2.	<b>METODOLOGÍA</b> .....	26
2.1.	<b>Búsqueda bibliográfica</b> .....	26
2.2.	<b>Criterios de selección</b> .....	26
2.3.	<b>Plataformas digitales, científicas, etc.</b> .....	27

## CAPÍTULO III

3.	<b>RESULTADOS DE INVESTIGACIONES Y DISCUSIÓN</b> .....	28
3.1.	<b>Composición química del suero de leche</b> .....	28
3.2.	<b>Efecto sobre la ganancia de peso al suplementar suero lácteo</b> .....	29
3.3.	<b>Ventajas de la suplementación con suero lácteo</b> .....	31
3.3.1.	<i>Conversión alimenticia</i> .....	32
3.3.2.	<i>Análisis económico</i> .....	34
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	36
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	37
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Composición del suero de leche dulce y ácido.....	21
<b>Tabla 1-2:</b>	Principales Componentes de la Proteína del Suero de Leche.....	23
<b>Tabla 3-3:</b>	Composición química del suero de leche según varios autores.....	28
<b>Tabla 4-3:</b>	Evaluación del peso final (kg) de cerdos suplementados con suero de leche .....	30
<b>Tabla 5-3:</b>	Ventajas directas de la suplementación de suero lácteo según varios autores.....	32
<b>Tabla 6-3:</b>	Evaluación de la Conversión Alimenticia en cerdos alimentados con suero. ....	33
<b>Tabla 7-3:</b>	Relación Beneficio / Costo de la suplementación de lactosuero .....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Anatomía del sistema digestivo del cerdo .....	2
<b>Figura 2-1:</b>	Regiones del estómago del cerdo. ....	4
<b>Figura 3-1:</b>	Vellosidades de la mucosa intestinal del duodeno .....	6

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Peso final (kg) en cerdos suplementados con lactosuero .....	31
<b>Gráfico 2-3:</b>	Comparación conversión alimenticia. ....	33
<b>Gráfico 3-3:</b>	Relación Beneficio / Costo en cerdos suplementados con lactosuero.....	35

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue conocer el efecto del aporte nutritivo del suero de leche en la alimentación de cerdos; se llevó a cabo mediante la búsqueda de información bibliográfica en diferentes bases de datos científicos como repositorios digitales de Instituciones de Educación Superior del Ecuador como DSpace ESPOCH, DSpace UCuenca, DSpace UTA, DSpace UNL, DSpace UTEQ, DSpace UCE, Dspace UTMACH, ), trabajos de titulación de tercer y cuarto nivel, revistas científicas, archivos de zootecnia y varios documentos de producción animal con la finalidad de contar con información suficiente y profundizar en el tema, el tipo de estudio fue comparativo, graficando los resultados en el programa Excel. Los resultados de las investigaciones indicaron que la composición química aproximada del suero de leche es de 93% agua, 3-5 % lactosa, 0,8% proteína, 0,5% minerales, 0.3% grasa, además se determinó que el suero aportó de forma poco significativa al peso final. En cuanto a ventajas se encontró que la inclusión a la dieta mantuvo una conversión alimenticia similar al de los cerdos únicamente suplementados con balanceado lo que resultó en la disminución de costos de producción, por lo tanto se puede concluir que el suero de leche es un gran complemento para una alimentación completa y nutritiva en el cerdo, además de economizar su alimentación y asegurar un correcto desarrollo metabólico, por lo que se recomienda implementar esta alimentación alternativa en la dieta de los cerdos

**Palabras clave:** <ZOOTÉCNIA>, <PRODUCCIÓN DE CERDOS>, <SUERO DE LECHE>, <ALIMENTO ALTERNATIVO>, <COMPOSICIÓN QUÍMICA>, <GANACIA DE PESO>, <CONVERSIÓN ALIMENTICIA>



Firmado electrónicamente por:  
**CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO RUIZ**



1104-DBRA-UTP-2022

## ABSTRACT

The objective of this research was to know the effect of the nutritional contribution of whey in the feeding of pigs; was carried out by searching bibliographic information in different scientific databases such as digital repositories of Higher Education Institutions of Ecuador such as DSpace ESPOCH, DSpace UCuenca, DSpace UTA, DSpace UNL, DSpace UTEQ, DSpace UCE, Dspace UTMACH, ), Also third and fourth level degree works, scientific journals, zootechnics archives and several animal production documents in order to have sufficient information and deepen the subject, the type of study was comparative, graphing the results in the Excel program. The results of the investigations indicated that the approximate chemical composition of whey is 93% water, 3-5% lactose, 0.8% protein, 0.5% minerals, 0.3% fat, in addition it was determined that whey contributed little significantly to the final weight. In terms of advantages, it was found that the inclusion in the diet maintained a feed conversion similar to that of pigs only supplemented with balanced, which resulted in the reduction of production costs, therefore it can be concluded that whey is a great complement for a complete and nutritious feeding in the pig, in addition to saving their diet and ensuring proper metabolic development, so it is recommended to implement this alternative feeding in the diet of the pigs.

**Keywords:** ZOOTECHNICS>, <PIG PRODUCTION>, <MILK WHEY>, <ALTERNATIVE FOOD>, <CHEMICAL COMPOSITION>, <WEIGHT GAIN>, <FEED CONVERSION>



Firmado electrónicamente por:

**DEYSI  
LUCIA**

Mgs. Deysi Lucia Damián Tixi

C.I. 060296022-11

## INTRODUCCIÓN

El cerdo (*Sus scrofa domesticus*) es considerado como una de las especies más importantes, siendo una de las proteínas más consumidas a nivel mundial, con el pasar de los años la producción porcina ha mostrado un mejoramiento considerable en cuanto a índices de producción pues se ha vuelto más rentable, pero, no todos cuentan con la tecnología necesaria para llevar a cabo un negocio de esta índole y obtener un producto de calidad. En la búsqueda de métodos eficientes para producir carne, se presta cada vez mayor atención al cerdo como fuente estable, barata y saludable de proteínas para la alimentación humana (Pozo, 2016, p. 2).

Hoy en día los altos costos de las materias primas utilizadas para la elaboración de concentrado en la alimentación de cerdos en sus diferentes etapas han provocado que muchos pequeños y medianos productores busquen nuevas alternativas de alimentación como sub productos de la agroindustria e industria alimenticia para disminuir los costos de producción sin tener conocimiento técnico en cuanto al manejo adecuado, valor nutricional y volumen de adición necesarios en la dieta alimenticia de los cerdos. Uno de los principales subproductos utilizados es el suero líquido de leche el cual es un derivado del procesamiento de la leche en la elaboración de queso y que puede proveer una fuente de alimentación sustentable de bajo costo, fácil de conseguir y de alto valor nutricional (Aguilar et al., 2017, p. 1).

Utilizar una fuente alternativa de alimentación ayuda a la disminución de los costos de la producción y representa una fuente constante de nutrientes, aportando nutrientes esenciales a la dieta normal del cerdo sin sustituir la alimentación con concentrado. Tal es el caso del suero de leche que contiene un poco más del 12% de las proteínas provenientes de la leche, cerca del 12% de la materia grasa y cerca del 70% de lactosa (Poveda, 2013, p. 1).

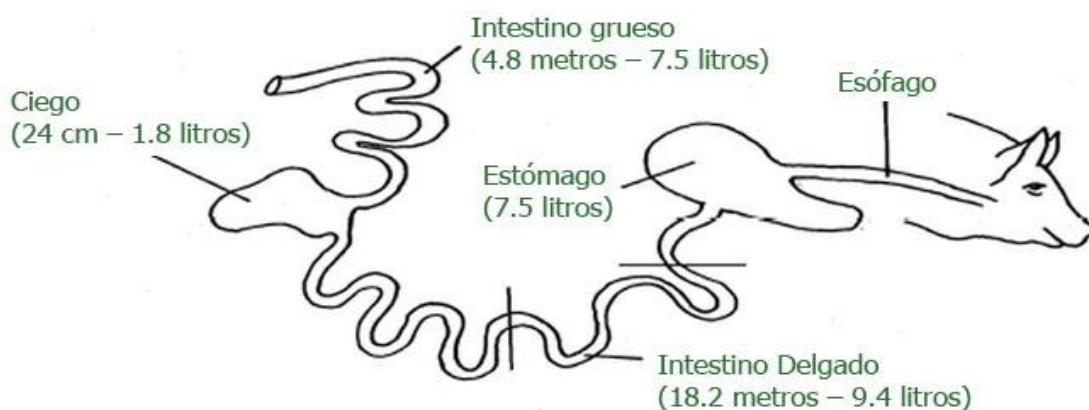
La necesidad de obtener una mejor utilidad en el sistema de pequeños productores, se hace notable por el problema de costos elevados en la alimentación de sus animales, además la falta de conocimiento de la utilización y el valor nutritivo y los porcentajes de los alimentos alternativos en cerdos como lo es el suero de leche, limita su utilización, prolongando el tiempo y costos de producción generando problemas de rentabilidad. Con la presente investigación se permitió conocer técnicamente los beneficios de este subproducto pues tiene como objetivos conocer la composición química del suero de leche investigada por diferentes autores, analizar en las diferentes plataformas de búsqueda bibliográfica, el efecto en términos de ganancias de peso en cerdos suplementados con suero de leche y establecer las ventajas directas que tendría la suplementación de la alimentación porcina con suero lácteo.

## CAPÍTULO

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Anatomía y fisiología del sistema 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 como se observa en la figura 1-1. Sin embargo, este multifacético sistema involucra muchas funciones complejas e interactivas (DeRouche, 2014, p. 1).



**Figura 1-1.** Anatomía del sistema digestivo del cerdo

Realizado por: (DeRouche, 2014)

##### 1.1.1. La boca

La boca cumple un papel valioso no solo para consumir el alimento, sino que también sirve para la reducción inicial parcial del tamaño de las partículas a través de la molienda. Mientras que los dientes tienen el papel principal de moler para reducir el tamaño del alimento e incrementar el área de superficie, la primera acción para empezar la reacción química de la comida ocurre cuando el alimento se mezcla con la saliva. Hay tres glándulas salivares principales, que incluyen las glándulas parótida, mandibular y sub-lingual (Poveda, 2013, p. 10).

La secreción de saliva es un acto reflejo estimulado por la presencia de comida en la boca. La cantidad de mucosidad presente en la saliva está regulada por la sequedad o humedad del alimento consumido (DeRouche, 2014, p. 2). Por lo tanto, en una dieta seca, se segrega más mucosidad o saliva mientras que en una dieta húmeda, solo se segrega la cantidad para ayudar a tragar. La saliva

generalmente contiene niveles muy bajos de amilasa, la enzima que hidroliza el almidón en maltosa. Lo que la saliva contribuye con enzimas digestivas es muy poco, pero es aún considerable. Una vez que se mastica la comida y se mezcla con la saliva, pasa a través de la boca, faringe, y luego del esófago, al estómago. El movimiento a través del esófago requiere peristalsis muscular, que es la contracción y relajación de los músculos para mover el alimento (Armendáriz, 2015, p. 28-29).

### ***1.1.2. Faringe***

La faringe es una estructura que controla el pasaje de aire y de los alimentos a los respectivos órganos de aprovechamiento. Es una estructura tubular común al aparato respiratorio y al digestivo, donde se reúnen las aberturas de la boca, esófago, fosas nasales (2 coanas), trompas de Eustaquio (Comunican con el oído medio) y laringe (Itsmo de las fauces). Existen unos cartílagos llamados aritenoides, que hacen que durante la deglución se cierre la abertura laríngea. Por otro lado, la epiglotis se pliega sobre esta, impidiendo que los alimentos entren al tracto respiratorio (Armendáriz, 2015, p. 29).

### ***1.1.3. Esófago***

El esófago es un tubo musculoso, que va desde la faringe hasta el cardias del estómago, esta innervado, de tal manera que impulsa el bolo alimenticio hacia el estómago, movimiento denominado peristaltismo. El antiperistaltismo en estos animales es una función disfuncional (eructo y vómito). Este verdadero tubo pasa entre los pulmones en sector llamado mediastino y atraviesa el diafragma en un punto llamado hiato esofágico (Armendáriz, 2015, p. 29).

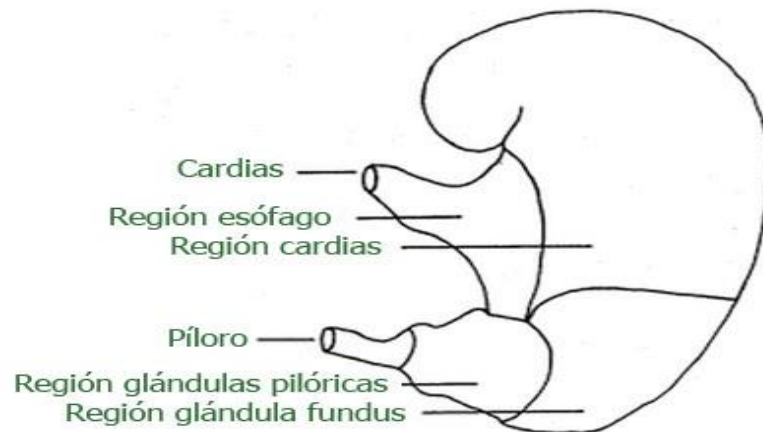
(Escobar, 2016, p. 15) de igual manera menciona que el esófago es un órgano que comunica a la faringe con el estómago, la mayor parte del esófago está cubierto por glándulas secretoras de moco que contribuyen a lubricar el bolo alimenticio permitiéndole el paso hacia el estómago, además evita la excoiación de la mucosa por los alimentos recién llegados. Cerca de la unión gastroesofágica el moco protege la mucosa de los jugos gástricos que refluyen del estómago. Los movimientos peristálticos son los causantes de la propulsión del bolo alimenticio por el esófago.

### ***1.1.4. Estómago***

El estómago es un órgano muscular responsable de almacenar, iniciar la descomposición de nutrientes, y pasar la digesta hacia el intestino delgado. Este tiene cuatro áreas diferentes que



incluyen la región del esófago, la de las glándulas cardias, y la región de las glándulas fúndicas y pilóricas (DeRouche, 2014, p. 3)



**Figura 2-1.** Regiones del estómago del cerdo.

**Realizado por:** (DeRouche, 2014, p. 4)

La región esofágica está ubicada en la entrada del estómago, del esófago. Esta región del estómago no segrega enzimas digestivas pero su importancia es que aquí es donde ocurre la formación de úlceras en cerdos. La irritación de esta área debida a las partículas finas en tamaño, al estrés u otros factores del medio ambiente, puede contribuir con la formación de úlceras en cerdos. Una vez que la comida pasa por esta región, ingresa a la región cardias (DeRouche, 2014, p. 3).

En la porción del cardias de la figura 2-1 del estómago se sabe que segrega mucosidad y se mezcla con el alimento digerido. El alimento pasa entonces a la región del fundus que es la parte más grande del estómago donde empieza el proceso digestivo. En esta región las glándulas gástricas segregan ácido hidróclórico, lo cual resulta en un pH bajo de 1.5 a 2.5. Finalmente, la digesta se mueve hacia el fondo del estómago, que es la región pilórica. Esta región es responsable de segregar mucosidad para alinear las membranas digestivas y prevenir daño de la digesta baja en pH a lo que pasa al intestino delgado (Poveda, 2013, p. 15).

El esfínter pilórico regula la cantidad de quimo (digesta) que pasa al intestino delgado. Esta es una función importante y no se debe sobrecargar en intestino delgado con quimo, para que ocurra una digestión eficiente y se absorban los nutrientes. Además, una vez que el quimo sale del estómago, el material tiene una consistencia bastante líquida (DeRouche, 2014, p. 3)

### ***1.1.5. Intestino delgado, Páncreas e Hígado.***

(DeRouche, 2014, p. 4) Menciona que el intestino delgado es el lugar principal de absorción de nutrientes, y está dividido en tres secciones. La primera sección es el duodeno. El duodeno tiene aproximadamente 12 pulgadas de largo y es la porción del intestino delgado con los conductos hacia el páncreas y el hígado (vesícula biliar). El páncreas está involucrado con las excreciones de exocrina y endocrina. Esto significa que el páncreas es responsable de la secreción de insulina y glucagón, en respuesta a los niveles altos o bajos de glucosa en el cuerpo. Así mismo, tiene la función exocrina de segregar enzimas digestivas y bicarbonato de sodio.

Las enzimas digestivas segregadas se descomponen (hidrolizan) en proteínas, grasas, y carbohidratos en el quimo. Además, el bicarbonato de sodio tiene un papel vital en proveer alcalinidad para que el quimo pueda ser transportado a través del intestino delgado sin causar daño a las células debido al bajo pH después de salir del estómago (Gurrola, 2017, p. 25).

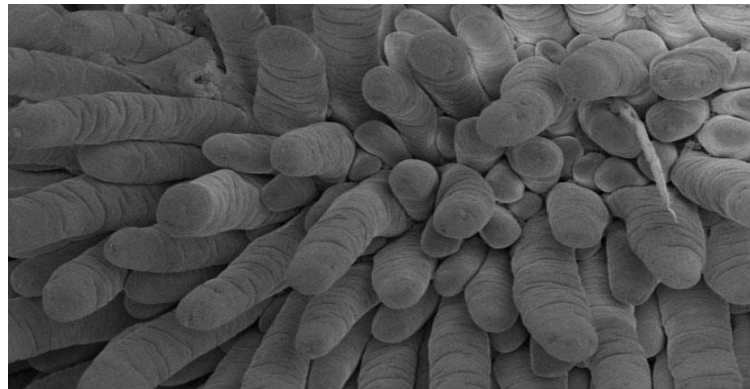
El páncreas sirve como el órgano más vital en el proceso digestivo, para producir y segregar enzimas necesarias para la digestión del quimo y la prevención de daño a las células debido al pH. Además del páncreas que segrega hacia el duodeno, la bilis que se guarda en la vesícula biliar y es producida por el hígado, también es segregada. Las sales biliares, que son la porción activa de la bilis en el proceso de digestión, ayudan principalmente en la digestión y absorción de grasa, pero también ayudan con la absorción de vitaminas solubles en grasa y facilita la lipasa pancreática en el intestino delgado. Finalmente, las sales biliares son necesarias para la absorción de colesterol, que se da lugar en el intestino delgado bajo y circula hacia el hígado vía la vena portal (DeRouche, 2014, p. 5).

En toda la longitud del intestino delgado la mucosa está cubierta por vellosidades, las cuales son proyecciones digitiformes (figura 3-1) que contiene una red de capilares y un vaso linfático, los bordes libres de las células del epitelio de las vellosidades se dividen en microvellosidades que están cubiertas de glucocálix, una capa amorfa rica en azúcares neutros y amino azúcares, formando el borde en cepillo. La capa externa de la membrana celular de la mucosa contiene muchas enzimas participantes en los procesos digestivos iniciados por las enzimas salivales, gástricas y pancreáticas (Escobar, 2016, p. 22).

Una vez que el quimo pasa a través del duodeno, el proceso de digestión está en pleno desarrollo. Después de salir del duodeno, ingresa a la parte media del intestino delgado, el yeyuno. Esta porción del intestino delgado involucra tanto la descomposición de nutrientes, así como el inicio de la absorción de nutrientes (Gurrola, 2017, p. 25).

La absorción de nutrientes en el yeyuno y en el íleon ocurre en el área conocida como borde cuticular, o mucosa intestinal. La mucosa está compuesta por proyecciones que parecen dedos llamadas vellosidades, las cuales a su vez contienen más micro proyecciones llamadas microvellosidades. Las puntas de las micro vellosidades de la figura 3-1. forman estructuras tipo red llamadas glicocáliz (Gurrola, 2017, p. 28).

Los aminoácidos y los azúcares simples son descargados en la membrana del borde cuticular, son absorbidos primero por las microvellosidades, luego por las vellosidades, y después pasan al sistema circulatorio. Los aminoácidos y los azúcares simples absorbidos van directamente al hígado vía la vena portal. En cuanto a la grasa de la dieta que es descompuesta y absorbida hacia el borde cuticular, ingresa al sistema linfático y es descargada en la circulación general vía el conducto torácico (DeRouche, 2014, p. 5-6).



**Figura 3-1.** Vellosidades de la mucosa intestinal del duodeno

Realizado por: (Elsitioporcino, 2014)

#### ***1.1.6. Intestino grueso***

El intestino grueso o intestino posterior comprende cuatro secciones más importantes. La primera es la digesta del intestino delgado que pasa al ciego. El ciego tiene dos secciones, la primera sección tiene un final ciego, por donde el material no puede pasar. El ciego tiene una segunda porción que se conecta con el colon, donde pasa la digesta hacia el recto y ano, por donde se excreta la digesta restante (Armendáriz, 2015, p. 33).

El intestino grueso o intestino posterior comprende cuatro secciones más importantes. La primera es la digesta del intestino delgado que pasa al ciego. El ciego tiene dos secciones, la primera sección tiene un final ciego, por donde el material no puede pasar. El ciego tiene una segunda porción que se conecta con el colon, donde pasa la digesta hacia el recto y ano, por donde se excreta la digesta restante (DeRouche, 2014, p. 6).

La función principal del intestino grueso es absorber agua. La quimo que pasa por el intestino delgado y al intestino grueso es inicialmente muy fluida. El epitelio del intestino grueso tiene una gran capacidad para absorber agua. Una vez que la digesta pasa por el íleon hacia el intestino grueso, no ocurre digestión enzimática. Sin embargo, sí ocurre limitada actividad de enzimas microbianas en el intestino grueso, que forman los ácidos grasos volátiles (AGV). Estos pueden ser bien absorbidos en el intestino grueso (Armendáriz, 2015, p. 34).

Generalmente estos proveen solo energía suficiente para ayudar en los requerimientos de nutrientes del epitelio del intestino grueso. Así mismo, las vitaminas B se sintetizan en el intestino grueso y son absorbidas en una cantidad muy limitada, pero no significativa como para alterar su suplementación nutricional. Luego de retirarle la mayor cantidad de agua, la digesta se condensa en un material semi sólido que pasa por el recto y el ano (DeRouche, 2014, p. 6).

## **1.2. Digestión de nutrientes**

### ***1.2.1. Digestión de carbohidratos***

Los enterocitos que revisten las vellosidades del intestino delgado contienen cuatro enzimas: lactasa, sacarosa, maltasa y  $\alpha$ -dextrinasa, que descomponen los disacáridos, lactosa, sacarosa y maltosa, así como otros polímeros pequeños de glucosa en monosacáridos constituyentes. Estas enzimas se encuentran en los enterocitos del borde de cepillo.

La lactosa se fracciona en una molécula de galactosa y otra de glucosa. La sacarosa en una de fructuosa y otra de glucosa. La maltosa y los demás polímeros pequeños de glucosa se fraccionan en moléculas de glucosa. Los productos de digestión hidratos de carbono son todos monosacáridos hidrosolubles, que se absorben de inmediato y pasan a la sangre portal (Escobar, 2016, p. 29).

### ***1.2.2. Digestión de las proteínas***

En el estómago el quimo se encuentra con un pH bajo, la pepsina y gastrina comienzan a actuar sobre el mismo, el páncreas juega un papel fundamental, produciendo una secreción acuosa rica en bicarbonato para neutralizar el pH proveniente del estómago. Las enzimas producidas en este órgano degradan las proteínas. Las enzimas proteolíticas más importantes son la tripsina, quimiotripsina y la carboxipolipeptidasa son secretadas en forma de zimógeno activadas en la luz del intestino mediante una enterocinasa (Mendoza, 2019).

Las secreciones de las glándulas del intestino realizan la digestión en dos fases una luminal y una membranosa: la fase luminal; que se lleva a cabo en la porción medial del tubo digestivo provoca una hidrólisis en muchos casos incompleta de los nutrientes disminuyéndolos de sus moléculas originales. La mayoría de las enzimas que actúan en la fase luminal son endopeptidasas las cuales rompen las proteínas en puntos internos obteniendo péptidos de cadena corta y aminoácidos. Otras enzimas de la fase luminal, actúan en los bordes externos y se denominan exopeptidasas que pueden ser sintetizadas en estómago y páncreas.

La fase membranosa se lleva a cabo en las paredes del intestino, en esta fase las peptidasas son secretadas en el borde de cepillo y reducen a las cadenas resultantes de la fase luminal a tripéptidos, dipéptidos y aminoácidos libres, son absorbidos al interior de la célula donde las peptidasas intracelulares terminan por hidrolizar estos enlaces resultando aminoácidos, los péptidos pueden ingresar a la célula mediante el cotransporte de sodio, pero algunos aminoácidos no usan este medio si no que son transportados por difusión facilitada por proteínas en la membrana (Mendoza, 2019).

### ***1.2.3. Digestión de lípidos***

Este proceso es conocido con el nombre de emulsificación de grasa. La grasa no digerida se encuentra a nivel intestinal como grandes gotas las cuales deben ser fragmentadas en partes más pequeñas con la finalidad de que enzimas digestivas hidrosolubles (solubles en agua) puedan actuar sobre las mismas. En parte, el proceso de emulsificación se realiza por el movimiento del alimento en el estómago junto con los productos de la digestión gástrica. Pero indiscutiblemente es bajo la influencia de la bilis producida a nivel del hígado, que la emulsificación de la grasa alcanza su objetivo final (Escobar, 2016, p. 30).

## **1.3. Etapas de desarrollo de cerdos.**

### ***1.3.1. Etapa de crecimiento***

El período que comprende el desarrollo del cerdo es una de las etapas más importantes de la vida productiva del animal, pues aquí se consume entre el 75 y el 80% del total del alimento necesario en su vida productiva. Siendo este rubro el principal costo de producción, la utilización eficiente del alimento repercutirá en la rentabilidad de la operación porcina. Esta etapa comienza con el destete de las crías y termina cuando los cerdos alcanzan entre 25-30 kg (54-65 lbs.), lo que debe ocurrir antes de los 96 días de nacidos. Se caracteriza por un rápido crecimiento con una alta demanda de nutrientes, para edificar músculos (Gaibor, 2012, p. 35).

Para un adecuado cuidado del crecimiento, es apropiado disponer de una primera etapa que inicia desde los 34 días con un peso aproximado de 7 kg, hasta los 42 días con 11,5 kg promedio. En esta fase se conserva el abastecimiento del alimento de inicio y es un periodo fundamental para el posterior desarrollo del animal. El siguiente periodo de 24 crecimiento empieza a los 43 días y finaliza a los 95 días de edad, con un peso mínimo de 30 kg. La manipulación de los animales es semejante a la etapa anterior, aunque la dieta varia. La nueva ración alimenticia para la primera semana es una fase de adaptación, se mezcla el alimento de crecimiento con el de inicio hasta que consuman libremente la dieta que le corresponde (Silva, 2016, p. 36)

### ***1.3.2. Etapa de engorde***

De acuerdo a (Gaibor, 2012, p. 26) el período de desarrollo y engorde inicia cuando los cerdos tienen un sistema digestivo capaz de utilizar dietas simples, y responder adecuadamente a situaciones de estrés calórico e inmunológico. Los rendimientos productivos de los cerdos en estas etapas dependen de la genética, de la alimentación, de la salud y del manejo. Sin embargo, con el conocimiento de nuevas líneas genéticas caracterizadas por una alta producción de tejido magro, estos rendimientos y categorías de pesos han variado y se han desarrollado fases de alimentación en cada etapa, con el fin de aprovechar la alta tasa de crecimiento de carne magra que ocurre durante la fase en desarrollo. Este período empieza desde los 96 días con 25-30 kg y que debe terminar a los 166 días en crías altamente especializadas o a los 210 días como máximo.

El peso final no debe ser inferior a los 90 kg y este se debe alcanzar en el menor tiempo posible si se desea una producción porcina eficiente. En los animales Criollo o con una gran proporción de sangre de este genotipo, se acepta un peso igual o superior a los 70 kg en 210 días. Los grupos de animales al comenzar la engorda serán lo más uniforme posible en cuanto al tamaño, edad, peso y es importante que continúen juntos los hermanos de la misma camada.

No se deben hacer intercalamientos de individuos o movimientos después que comienza la ceba y permanecerán en el mismo corral hasta que termine el ciclo productivo, excepto los animales que expresen poco desarrollo, que se separarán del grupo. En un cuartón o corral de ceba sólo habrá 3 causas por las cuales se saquen los animales: muerte, desecho y sacrificio. La no observancia de estos postulados determina daños en los animales y reducción de la ganancia de peso (Gaibor, 2012, p. 26-27).

La etapa de crecimiento es en donde existe una mayor síntesis de tejido magro y en la de finalización donde prevalece la deposición de grasa. Además, que una alimentación eficiente en el periodo de desarrollo y engorde debe cumplir con tres metas importantes: maximizar la eficiencia de la producción de tejido muscular en relación al tejido graso de la canal y la producción de carne magra con características físicas, químicas y sensoriales aceptables. Factores que se deben seguir en la elaboración de un programa de alimentación (Silva, 2016, p. 36).

- Nutrimientos en la formulación de la dieta.
- Utilización de materias primas.
- Presentación del alimento.
- Método de alimentación.
- Separación por sexos.

#### **1.4. Dietas sólidas y líquidas para cerdos**

(Yáñez et al., 2013) menciona que son dos los sistemas tradicionales de alimentación que se utiliza en Latinoamérica: el alimento balanceado (sólido) y el uso de productos altos en humedad (líquidos) más un suplemento de proteína. En las explotaciones modernas, el 100% de los cerdos son alimentados con alimento balanceado; mientras que pequeñas o medianas explotaciones, además de alimento balanceado, también utilizan residuos de cosecha como son: banano, yuca, sopas como es la lavaza, y subproductos de lechería, más un concentrado de proteína. Esto ocurre en zonas productoras de estos alimentos, la diferencia de estas dos dietas es la dureza de las fecas y los costos de los mismos, siendo más bajo el costo con alimentos derivados de subproductos y sopas.

La alimentación de los cerdos a base de sopas alimenticias muy líquidas (lavaza), tubérculos o raíces forrajeras, pulpas, residuos de lechería, etc., deben ser corregidos con la adición de alimentos secos, para mejorar la calidad de la carne y evitar su deshidratación por el gran contenido de agua.

En un programa de alimentación de cerdos existen una gran variedad de ingredientes que pueden utilizarse en la formulación de una dieta. El nivel de inclusión de estos ingredientes en la ración estará determinado por la composición nutricional del producto, las restricciones nutricionales que tenga para las diferentes etapas productivas y el requerimiento de nutrientes que se quiere satisfacer (Yáñez et al., 2013, p. 25).

## **1.5. Fuentes de alimento para cerdos**

En la alimentación de los cerdos existe una gran variedad de ingredientes que pueden utilizarse en la formulación de una dieta. El nivel de uso de estos ingredientes en la ración, estará determinado por la composición nutricional del producto, de las restricciones nutricionales que tenga para las diferentes etapas productivas y del requerimiento de nutrimentos que se quiera satisfacer (Campabadal, 2009, p. 15).

### ***1.5.1. Fuentes de proteína para cerdos***

Las proteínas son el principal constituyente de los órganos y estructuras del cuerpo animal; se requiere de una provisión abundante y continua de ellos en el alimento durante toda la vida para crecimiento y reposición. Los requerimientos nutricionales de los cerdos dependen de varios factores como genética, raza, sexo, etapa de desarrollo del animal, consumo de ración, nivel energético de la ración, disponibilidad de los nutrientes, temperatura ambiente: humedad del aire y estado sanitario del semoviente entre otros (Guachamín, 2014, p. 25-26).

#### ***1.5.1.1. Proteínas de origen animal***

Se emplean corrientemente para mejorar la proteína total de los alimentos básicos y a la vez aportar proporciones de algunos aminoácidos como la lisina. Los valores proteicos de estos alimentos oscilan del 34 al 82 %. Las proteínas de origen muscular, de la leche, del huevo y los aislados de vísceras son una excelente fuente disponible y eficaz de aminoácidos (Guachamín, 2014, p. 26). (Guachamín, 2014, p. 26-27) menciona que entre las proteínas de origen animal para la alimentación de cerdos se incluyen:

- **Harina de carne-**. Con 55 a 60% de proteína, rico en calcio y fósforo, rica en niacina pero pobre en riboflavina, no suministra vitamina A y D. Se puede iniciar el suministro en lechones al destete con cantidades de 50 a 60 g diarios, aumentando la dosis de acuerdo al peso hasta una dosis media de 250 g. En adultos no se debe sobrepasar los 500 g diarios.
- **Harina de mataderos de aves.** -Se obtiene de partes de canales de aves no utilizables, calentadas, secadas y molidas. Es muy similar en apariencia, composición y valor nutritivo a la harina de carne y huesos.
- **Harina de pescado.** - A pesar de su riqueza en proteína y minerales, pequeñas dosis son suficientes para actuar como correctivo proteico. A los cerdos puede suministrarse desde el



destete, en cantidades crecientes, de 50 hasta 150 g por día mezclada con harinas de cereales; en los adultos se suprime la administración 15 o 20 días antes del sacrificio.

- **La harina de subproductos avícolas.** - Es notablemente rica en colina vitamínica y, en general, se incluye en las raciones de las aves en una proporción hasta del 5% -
- **Harina de sangre.** - Contiene aproximadamente 800g/kg de proteína, pequeñas cantidades de ceniza y grasa. Es uno de los mejores suplementos de lisina, arginina, metionina, cistina y leucina, pero muy bajo de isoleucina. La harina de sangre es muy rica en proteína, más del 80%, y pobre en calcio y fósforo.
- **Harina de plumas.** - Con un contenido de proteína bruta de 85 – 87% es uno de los alimentos más ricos en proteína disponibles para porcinos. Son ricas en Cistina, Treonina y Arginina, pero deficientes en cuatro aminoácidos esenciales: Lisina, Metionina, Histidina y Triptófano. La harina es poco apetecible por lo que se debe incorporarlo gradualmente.

#### *1.5.1.2. Proteínas de origen vegetal*

La principal fuente de proteína vegetal para la alimentación de cerdos incluye principalmente a la harina de soya

- **Harina de soya.** - La harina de soya es generalmente una buena fuente de proteína (44% a 48%) para muchas clases de animales, pero contienen 15 ciertos compuestos que no pueden ser plenamente aprovechados por algunas clases de animales (Guachamín, 2014, p. 27)
- **Concentrados de soya.** - Los concentrados contienen aproximadamente 65% de proteína en su estado natural (70% en base seca).

Además, se pueden emplear como fuentes de proteínas la harina de alfalfa y el gluten de maíz. Otras fuentes de proteínas pueden ser las pastas de oleaginosas como las de soja, algodón, ajonjolí, girasol y cártamo. También se pueden utilizar los desechos de cocina como papa, soja y maní (Guachamín, 2014, p. 28).

#### *1.5.2. Fuentes de energía para cerdos*

(Campabadal, 2009, p. 15-20) menciona que las fuentes de energía más utilizadas para la alimentación porcina son:

- **El maíz.** - es la principal fuente de energía utilizada en la alimentación porcina. Contiene niveles de energía digestible y metabolizable de 3,5 y 3,3 Mcal/kg, respectivamente. El maíz

posee niveles bajos de proteína (7,5 a 8,5%) es deficiente en lisina (0,22 a 0,25%), calcio (0,03 a 0,05%) y fósforo aprovechable (0,08 a 0,10 %). No presenta restricciones nutricionales en su composición que limiten el nivel de inclusión en las dietas para cerdos; sin embargo, existen dos limitaciones que puede afectar la utilización eficiente del maíz en la alimentación de cerdos; el contenido de micotoxinas y su grado de molienda.

- **Subproductos agroindustriales.** - Existe una gran variedad de subproductos agroindustriales que pueden utilizarse como fuentes alternativas de energía en la alimentación porcina. Entre las principales encontramos los subproductos del arroz, los del trigo y de la caña de azúcar. También están los llamados fuentes energéticas altas en humedad donde el banano y la yuca son las principales fuentes utilizadas.
- **La melaza de caña.** - se utiliza normalmente en dietas para cerdos en niveles bajos (3 a 5%), para evitar la polvosidad y mejorar la palatabilidad de la dieta.
- El banano, la yuca y frutas entre otros son otras fuentes de energía utilizadas en porquerizas pequeñas y medianas. Estos productos deben utilizarse junto con un suplemento que suministre proteínas, calcio, fósforo, vitaminas y minerales traza. En general, el suplemento contiene 30% de proteína, 1,5% de lisina, 2% de calcio y 1,5% de fósforo aprovechable. La cantidad que se suple varía de 1 a 1,5 kg por cerdo por día. Es importante que la yuca sea cocinada o secada al sol para evitar problemas de intoxicación.

### ***1.5.3. Fuentes de vitaminas y minerales para cerdos***

Las fuentes de vitaminas y minerales traza, se agregan a los alimentos en forma de premezclas, solas o en conjunto. En ellas se satisfacen un 100% de los requerimientos de estos nutrimentos. En el caso de las fuentes de calcio y fósforo, se utilizan los fosfatos mono y dicálcicos cuyo contenido de estos dos minerales depende de la fuente. Uno de los más utilizados es el fosfato monocalcico que tiene 21% de fósforo y 16% de calcio. Como fuente única de calcio, normalmente se usa el carbonato de calcio cuyo nivel de calcio varía según la fuente, de 28 a 38%. El nivel de cloro y sodio se satisface utilizando sal. Los niveles dependen de la etapa productiva y del contenido de las materias primas (harina de pescado, subproductos lácteos etc.)

(Contreras et al., 2012, p. 5) menciona que las fuentes minerales se pueden dividir según la cantidad nutritiva necesaria en el organismo, para las funciones fisiológicas. Estas se relacionan con la cantidad que un ingrediente aporta a la dieta:

- **Macro minerales.** - Constituidos principalmente por cloro (Cl), sodio (Na) calcio (Ca), fósforo (P), y a veces magnesio (Mg) y azufre (S). Casi todos los alimentos, con excepción de las grasas, contienen cantidades limitadas de estos minerales.

- **Micro minerales.** - Son requeridos en cantidades muy pequeñas y usualmente son incluidos como pre mezcla (corrector) en la dieta. El valor de una fuente mineral está en función de la fracción o parte del compuesto mineral que es aprovechado por el animal (biodisponibilidad). Existen marcadas diferencias en la biodisponibilidad de un mineral, dependiendo de la forma química con la cual es aportado (Ejem: Oxido, Sulfato, Carbonato, Lisinato o Metionato).

## **1.6. Requerimientos de nutrientes de los cerdos**

La dieta es el factor más determinante sobre el comportamiento productivo de los cerdos, lo cual lo complementan factores antes mencionados, así como la etapa productiva. Al elaborar las dietas en los diferentes estadios de producción con los 13 requerimientos nutricionales requeridos por los cerdos, se debe tomar en cuenta la información que ofrecen los organismos como el National Research Council (NRC), Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA) y el National Swine Nutrition Guide (NSNG). Las cuales son una fuente de información que presentan similitudes en los valores nutricionales, sin embargo, también encontramos modificaciones que no deben ser ignoradas por el técnico que elabore la formulación de las dietas (Silva, 2016, p. 23-24).

Las necesidades dependerán en gran medida de las características de los animales en cuestión. Entre éstas, podemos destacar la genética, el sexo, el peso vivo o edad, el estado fisiológico en que se encuentren los animales, o características ambientales tales como temperatura, densidad de alojamiento y el estado sanitario (Guachamín, 2014, p. 28).

### **1.6.1. Necesidades proteicas**

(Guachamín, 2014, p. 29) menciona que es necesario considerar no solo la cantidad, sino también la calidad de éstas. La calidad de las proteínas depende principalmente del número de aminoácidos esenciales y de la cantidad de cada uno de estos, presentes en el alimento, Las necesidades concretas de aminoácidos varían en las distintas edades. En general, son mayores en los animales más jóvenes.

El primer aminoácido esencial limitante es la Lisina, con unos requerimientos para mantenimiento en relación al peso vivo metabólico de 0.036 gramos de lisina por kilo de peso metabólico (peso vivo elevado a 0.75). Los requerimientos diarios de lisina para deposición proteica se consideran de 0.12 gramos de lisina digestible ileal verdadera por gramo de proteína depositada. Así un cerdo

que deposita 325 gramos al día de peso en canal se predice una cantidad de ganancia en proteína de 127 gramos al día ( $3,25/2.55=127$ ) (Yagüe, 2016, p. 3).

La deposición diaria de proteína se asume como más acelerada durante la primera fase de crecimiento, llegando a mantenerse constante (nivel plateau) y después declinar durante la fase de acabado. Este punto de inflexión es variable según genéticas, llegando a más o menos peso dependiendo que las mismas sean más o menos conformadas (depositen más magro) (Yagüe, 2016, p. 3).

El exceso de proteína y aminoácidos esenciales en machos castrados determina una disminución del rendimiento por una mayor desaminación con más gasto energético a nivel renal y por una intoxicación sanguínea por los metabolitos procedentes de dicho metabolismo proteico. Debemos así considerar siempre, con las limitaciones conocidas, los aportes de aminoácidos sintéticos con respecto a los procedentes de materias primas, así como el equilibrio entre los mismos y las relaciones lisina/proteína digestible y lisina digestible/energía neta (Yagüe, 2016, p. 4).

### ***1.6.2. Necesidades energéticas***

En cuanto a la energía tanto un exceso como una deficiencia de ésta en la ración tienen un efecto negativo sobre la fertilidad de los reproductores. Además, una deficiencia de energía disminuye la conversión alimenticia, y retarda el crecimiento. En cambio, un exceso de energía produce demasiada grasa en la canal de los animales de engorda (Guachamín, 2014, p. 29).

(Yagüe, 2016 pp. 4-5) menciona que los cerdos de engorde tienen la capacidad de consumir más energía hasta alcanzar la necesaria para un máximo de deposición proteica. Cuando el consumo de energía se incrementa por encima de este punto, la deposición de proteína y las necesidades de aminoácidos se mantienen constantes. Los requerimientos de aminoácidos expresados en unidad de energía declinan, por lo que en esta situación es importante considerar los requerimientos diarios de los aminoácidos.

Los requerimientos energéticos en cerdos de engorde se conjugan en la suma de las necesidades de mantenimiento más las de producción. Las necesidades de mantenimiento incluyen las de todas las funciones corporales y la actividad moderada del cerdo, expresándose usualmente en base a peso vivo metabólico (0,75). Los valores de energía de varios ingredientes son variables dependiendo de la calidad de los mismos. Así es realmente difícil conocer el valor real de piensos completos a pesar de tener la fórmula precisa y las especificaciones de energía. El principal punto

de partida para determinar la densidad energética de una dieta es la selección de los ingredientes disponibles.

### ***1.6.3. Necesidades vitamínicas-minerales***

(Yagüe, 2016, p. 5) menciona que las estimaciones en necesidades de vitaminas y minerales están basadas en datos empíricos sobre estudios de investigaciones, siendo en muchos casos su interpretación a nivel práctico difícil y confusa; más teniendo en cuenta que se han ido reduciendo los índices de conversión y el porcentaje de magro de las diferentes líneas genéticas es variable; así como la capacidad de consumo voluntario por líneas muy disperso. La adición de excesivos niveles de vitaminas A y D3 se han demostrado tóxicos, por lo que no solo debemos estar pendientes de las deficiencias, sino también de las sobredosis que tienen un mayor coste productivo.

Dentro de las vitaminas liposolubles, las necesidades en cerdos de engorde las podemos estimar en:

- **Vitamina A** – se sugieren niveles de 2000 UI/día.
- **Vitamina D3** – se sugiere un mínimo de 200 UI/kg.
- **Vitamina E** – se sugieren niveles de 20 mg/kg
- **Vitamina K** – se sugieren niveles de 2 mg/kg

Dentro de las vitaminas hidrosolubles, las necesidades en cerdos de engorde las podemos estimar como:

- **Complejo B:**

**Biotina:** Necesidades poco determinadas en esta fase, entre 50-100 ug/kg de pienso. Colina - mínimos requerimientos de 300 mg/kg dieta.

**Ácido fólico:** sugieren dosis de 200-360 ug/Kg dieta. Niacina – necesidades poco determinadas en esta fase, estando sobre 10 mg/kg de pienso.

**Acido pantoténico:** recomendaciones de 5 mg/kg dieta Riboflavina (B2) - necesidades de 1-2 mg/kg de dieta.

**Tiamina (B1):** requerimientos de 1 mg/kg de dieta.

**Piridoxina (B6):** necesidades de 1 mg/kg de dieta.

**Cianocobalamina (B12):** necesidades no superiores a 10 ug/kg de dieta.

- **Vitamina C:** Los cerdos pueden sintetizarla desde la D-glucosa. Su adición no aporta beneficios claros en engorde a nivel de rendimientos productivos. No hay requerimientos conocidos de ácido ascórbico en dietas de engorde (Yagüe, 2016, p. 5-6).

### 1.7. Suero de leche

El suero lácteo es un subproducto que resulta de la coagulación de la leche, se separa la caseína y grasa durante la elaboración del queso, la parte acuosa restante corresponde al suero lácteo. Posee aproximadamente un 95% de agua y retiene alrededor de un 55% de nutrientes de la leche. Entre los más abundantes de estos nutrientes están la lactosa (4,5-5% p/v), proteínas solubles (0,6-0,8% p/v), lípidos (0,4- 0,5% p/v) y sales minerales (8-10% de extracto seco) (Zuluaga, 2020, p. 9).

El suero de quesería o lácteo es un subproducto que resulta, al someter la leche al proceso de coagulación y corresponde a la fracción acuosa que se separa de la cuajada, tras la separación de la caseína y la grasa durante la fabricación del queso. Contiene todos los componentes hidrosolubles de la leche, es decir, la lactosa, las proteínas, los minerales y las vitaminas solubles en agua (Yáñez et al., 2013, p. 25).

El suero de leche es subproducto de la industria quesera con una importante mezcla de proteínas de alto valor biológico, vitaminas, minerales, por cuyas propiedades físicas, químicas y funcionales, puede ser utilizado en el mejoramiento de la salud (Robalino, 2017, p. 32).

(Yáñez et al., 2013, p. 27-28) mencionan que un exceso de suero puede ocasionar un desbalance de nutrientes en la dieta, como el exceso de lactosa, que puede generar problemas gastrointestinales. La mayoría de los productores que utilizan suero lácteo fresco, para la alimentación de sus animales todavía no han podido apreciar lo bueno y nutritivo que es este alimento. Hoy en día se está cambiando al Suero lácteo fresco de quesería, es estabilizado, modificado, enriquecido e inoculado con un grupo de microorganismos específicos. Las fermentaciones que ocurren en éste rico medio de cultivo, generan una elevada cantidad y variedad de enzimas, vitaminas y bioproteínas. Este producto es considerado como un prebiótico y un probiótico de excelente calidad y estabilidad.

El producto biológico aplicado directamente en el comedero es capaz de ayudar a engordar a lechones con un sistema digestivo dañado, tiene la capacidad de adsorber micotoxinas, competir e inhibir la actividad y desarrollo de mohos y bacterias peligrosas para la salud animal.

#### *1.7.1.1. Producción mundial de suero de leche*

(Menchón, et al., 2016 p. 11) en su investigación citan que de acuerdo con la FAO en el año 2000 se obtuvieron 90 millones de toneladas, con una producción creciente que en el año 2011 superó los 110 millones de toneladas. Cerca del 80% de la producción de suero se obtiene de la industria quesera. El 45% se desecha en ríos, lagos y otros centros de aguas residuales, o en el suelo. La parte restante es tratada y transformada en productos alimenticios de los cuales cerca del 45% es usado directamente en forma líquida, 30% en polvo, 15% como lactosa y subproductos y el resto como concentrados de proteína de lactosuero.

La producción de suero en polvo en el año 2013 se concentró en Europa (66%), seguido por América (32,1%), Oceanía (3,5%), Asia (0,2%) y África (0,1%). Entre los países productores los de mayor importancia son Francia, Estados Unidos, Alemania, Países Bajos y Polonia.

#### *1.7.1.2. Producción de suero de leche en Ecuador*

El 31% de la producción lechera del Ecuador se destina a la producción de quesos, de los cuales entre el 80-90% de este volumen corresponde al lactosuero, que es un residual de la industria láctea y que tiene valiosas características nutricionales, estimando que retiene entre el 50-55% de todos los nutrientes de la leche. Adicionalmente, el lactosuero contiene una elevada carga orgánica, alcanzando por cada 100 litros cerca de 35 kg de demanda biológica de oxígeno y cerca de 68 kg de demanda química de oxígeno.

Por lo tanto, este residual requiere un tratamiento previo para que pueda ser descargado a la naturaleza, generando así, elevados costos para la industria láctea. Por su composición química, el lactosuero puede ser usado como materia prima para la elaboración de sustancias útiles para la industria en general, tal es el caso de los prebióticos (ej. ácido láctico, galacto-oligosacáridos (GOS)) y alimentos funcionales que reportan beneficios para la salud humana y animal (Oñate, 2018, p. 8).

#### *1.7.1.3. Precio del suero de quesería a nivel nacional*

El costo de los lactosueros es un juicio de valor. Algunas personas piensan que su costo debe ser muy cercano a cero, puesto que la fabricación del queso tradicionalmente absorbe el 100% del costo de la leche y los demás ingredientes. Sin embargo, se ha adoptado el criterio del que el lactosuero tiene valor monetario distinto a cero, tanto por el valor intrínseco de sus componentes,

como por la funcionalidad de los lactosueros y sus derivados. Además, siempre y cuando se le dé un uso comercial al lactosuero, el reconocimiento de que tiene valor monetario permite deducir la cifra correspondiente de 0.03 centavos del costo de la leche, haciendo que el costo de la fabricación del queso sea no solo más cercano a la realidad, sino significativamente menor (Yáñez et al., 2013, p. 23).

La fabricación de queso da inevitablemente lugar a la producción de una gran cantidad de suero, (aprox.83%); en varias Provincias del Ecuador, como Pichincha, Bolívar, Chimborazo, Cotopaxi lugares donde se fabrica una alta cantidad de quesos, expenden el subproducto de suero de quesería a un costo promedio de 0.03 centavos de dólar por litro de suero, valor que puede ser utilizado como alimento alternativo para varias especies animales (Yáñez et al., 2013, p. 23-24).

### ***1.8. Tipos de suero de leche***

Los sueros se pueden clasificar en 2 grandes grupos: el suero dulce y el suero ácido. Siendo el más usado el suero de leche dulce, pues este aporta mayor valor agregado a los subproductos. A continuación, se describen los diferentes tipos de suero (Álvarez, 2013, p. 13). Existen varios tipos de lactosuero dependiendo principalmente de la eliminación de la caseína, el primero denominado dulce, está basado en la coagulación por la renina a pH 6,5. El segundo llamado ácido resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína como en la elaboración de quesos frescos (Parra, 2009, p. 2).

(Menchón et al., 2016, p. 15) mencionan que la principal diferencia entre ambos es la concentración de calcio. El lactosuero dulce contiene entre 0,6 y 0,7% de calcio, quedando gran parte retenido en forma de paracaseinato cálcico. El lactosuero ácido contiene entre 1,8 y 1,9% debido a que el ácido láctico secuestra el calcio del complejo de paracaseinato cálcico produciendo lactato cálcico. Es por esto que el dulce posee mejores aptitudes para el procesamiento y permite la obtención de subproductos de mayor valor agregado.

#### ***1.8.1. El suero dulce***

(Álvarez, 2013, p. 13) menciona que “El suero es la fase acuosa que se separa de la cuajada en el proceso de la elaboración del queso o la caseína, de color amarillo verdoso con un pH entre 5.8-6.6”. Este presenta menor contenido de cenizas, calcio, fósforo, ácido láctico, lactosa, sólidos totales. Por medio del lactosuero dulce se obtienen los siguientes sueros:



- **Suero líquido clarificado.** - Es el suero al cual se han eliminado las partículas sólidas y de grasa. En ciertas producciones se realiza este proceso en una centrifuga a 3500rpm, obteniendo un suero más limpio, “y evitando el taponamiento en las membranas de nano y ultra filtración”.
- **Suero líquido pasteurizado.** - Es el suero líquido clarificado que ha sido sometido a la pasteurización en un proceso térmico que elimina microorganismos patógenos peligrosos para la salud humana y las enzimas que pueden causar la descomposición química de los productos, sin alterar la composición del producto.
- **Concentrado de ultrafiltración (WPC).** - Es la sustancia obtenida por la remoción de los constituyentes no proteicos del suero después de haber sido sometido por los procesos de clarificación y ultra filtración.
- **Suero líquido desmineralizado.** - Es el suero líquido el cual se le ha eliminado gran cantidad de sales inorgánicas. La desmineralización se basa principalmente en la utilización de membranas de flujo cruzado. Este tiene gran uso en la fabricación de postres, de dulces de leche, en panificación, galletería, en la industria animal en la utilización de concentrados.
- **Crema de suero.** - Es un producto obtenido a partir del suero, rico en grasa mediante un proceso de descremado, ya sea manual o mecánico. En la empresa la extracción de la grasa se realizó por un medio mecánico a través de una centrifuga.

### **1.8.2. El suero ácido**

Es aquel que se produce en las industrias lácteas cuando la coagulación se lleva a cabo con un ácido, disminuyendo el valor del pH hasta 5.1. Este suero contiene más del 80% de los minerales de la leche de partida por lo que para la mayoría de sus aplicaciones debe neutralizarse, además su contenido en lactosa se ve reducido a causa de la fermentación láctica. El suero ácido tiene un gran contenido de ácido láctico secuestra el calcio del complejo de paracaseinato cálcico, produciendo lactato cálcico. El suero ácido tiene gran cantidad de minerales. También es rico en fósforo (unas 10-12 veces más que el que puede estar presente como promedio en un residuo acuoso) igualmente es rico en calcio (Álvarez, 2013, p. 16).

### **1.9. Composición nutricional**

El suero lácteo o lactosuero es rico en agua y lactosa, y bajo en grasa, proteínas, vitaminas y minerales, sin embargo, estas últimas, aunque escasas, son de un alto valor alimenticio (Robalino, 2017, p. 32).

(Menchón et al., 2016, p. 13) citan que el suero de leche está compuesto por un 0,6% de proteínas (0,13% corresponde a nitrógeno no proteico), 0,1% de grasa, 5,0% de lactosa, 0,003% de caseína, 0,6% de cenizas y 6,03% de sólidos totales.

Entre los minerales que componen el suero predominan el potasio, calcio, fósforo, sodio y magnesio; presenta también vitaminas del grupo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina) y ácido ascórbico. El resto de su composición es, mayoritariamente agua. (Parra, 2009, p. 2) detalla que la composición nutricional del lactosuero dulce y ácido (Tabla 1-1), observándose que el dulce tiene mayor lactosa y mayor proteína respecto al ácido.

**Tabla 1-1:** Composición del suero de leche dulce y ácido

Componentes	Suero de leche dulce (g/L)	Suero de leche ácido (g/L)
Sólidos totales	63,0 – 70,0	63,0 – 70,0
Lactosa	46,0 – 52,0	44,0 – 46,0
Proteína	6,0 – 10,0	6,0 – 8,0
Calcio	0,4 – 0,6	1,2 – 1,6
Fosfatos	1,0 – 3,0	2,0 – 4,5
Lactato	2,0	6,4
Cloruros	1,1	1,1

Fuente: (Parra, 2009, p. 2)

Es importante tener en cuenta que los componentes del suero pueden variar dependiendo de las condiciones de elaboración del queso, tipo de queso, el cultivo lácteo utilizado y el tipo de coagulante, además de las variaciones propias de la leche (Menchón et al., 2016, p. 14).

### **1.9.1. Lactosa**

Es el componente mayor del suero lácteo, después del agua, es el azúcar único en la leche de los mamíferos, indispensable en los primeros estadios de la vida, formado por glucosa y galactosa (Yáñez et al., 2013, p. 29). La lactosa o azúcar de la leche tiene mucha importancia desde el punto de vista nutricional. Debido a la presencia en su molécula degalactosa-constituyente de los tejidos nerviosos. Tiene un débil sabor dulce en comparación con otros azúcares. Dietéticamente esto es una cualidad pues hace más soportable las dietas lácteas (Zavala, 2014, p. 18)

### ***1.9.2. Ácido láctico***

La utilización de ácidos orgánicos en raciones de lechones es una práctica profiláctica para evitar las diarreas por enterobacterias. Si se produce una acidificación del aparato digestivo, tendrá como consecuencia el freno de la población de enterobacterias, con un aumento espectacular de los lactobacilos. Si esta acidificación procede de la presencia de ácido láctico es más favorable que si la acidificación procede de la presencia de ácidos inorgánicos (ácido clorhídrico), que dan lugar a sales no siempre deseables, como son los cloruros. La concentración de ácido láctico en los sueros lácteos es del 1- 2%, en 100 g de extracto seco. El valor nutritivo es de 3.500 calorías de energía metabolizable por kg (Álvarez, 2013, p. 18-19).

### ***1.9.3. Grasa***

La grasa de la leche está constituida por ácidos grasos de cadena corta de excelente palatabilidad y digestibilidad. Desgraciadamente, su costo no permite su utilización en la alimentación animal. Los sueros re-engrasados utilizan diversos tipos de grasa y de sistemas de emulsión y de aplicación de estas. Es clave conocer el sistema a fin de valorar adecuadamente su contenido energético y su digestibilidad (Zuluaga, 2020, p. 10).

### ***1.9.4. Proteínas del suero de leche***

(Robalino, 2017, p. 33) menciona que son un grupo de proteínas solubles con un alto valor biológico y una amplia gama de aminoácidos que incluye aminoácidos azufrados y ramificados. El 70 % del total proteico lo representan conjuntamente las  $\alpha$ -lactoalbúminas con las  $\beta$ -lactoglobulinas. Adicionalmente, están presentes las inmunoglobulinas, la lactoferrina, lactoperoxidasa, proteasapeptona y lisozima. Industrialmente, las seroproteínas se emplean en la elaboración de fórmulas infantiles y especializadas, alimentos para deportistas y como suplementos alimenticios. El suero de leche contiene además una variable proporción de vitaminas del Complejo B, especialmente Vitamina B2 (Riboflavina), B12, Ácido Fólico y minerales principalmente calcio, fósforo, potasio y magnesio (Yáñez et al., 2013, p. 30).

## **1.10. Características de las Proteínas del Suero Lácteo**

- Presentan una alta digestibilidad (93 – 95%), altamente absorbible, y fácilmente digestible; a diferencia de la caseína, el suero toma una ruta rápida de digestión ya que al tener una

- estructura más soluble no necesita una degradación en el estómago, sino que se dirige directamente al intestino delgado, siendo ahí donde se degrada.
- Su patrón de aminoácidos esenciales es muy favorable para animales jóvenes.
- No presenta factores anti nutricionales.

Contiene elementos específicos de buena digestibilidad, que presentan una función protectora del intestino (albúminas y globulinas del suero) y que tienen un efecto bacteriostático y bactericida (Lactoperoxidasa y lactoferrina). Constituyen un excelente vehículo del calcio ya que la interacción de la proteína mineral potencia la biodisponibilidad del calcio y el fósforo. La combinación calcio-proteína aumenta la solubilidad del calcio (Yáñez et al., 2013, p. 31-32).

**Tabla 1-2:** Principales Componentes de la Proteína del Suero de Leche

<b>Componente de la proteína</b>	<b>% de la proteína del suero</b>	<b>Características nutritivas y actividad biológica</b>
<b>Beta – lactoglobulina</b>	50 % a 55%	Estimula la fijación de vitaminas liposolubles Excelente fuente de aminoácidos esenciales
<b>Alfa – lactoalbúmina</b>	20% a 25%	Provee aminoácidos esenciales Niveles elevados de triptófano
<b>Inmunoglobulinas IgG1, IgG2, IgA y IgM</b>	10% a 15%	Potencial inmunológico Protege al organismo de enfermedades.
<b>Albúmina Sérica Bovina (BSA)</b>	5% a 10%	Provee aminoácidos esenciales
<b>Glicomacropéptido (GMP)</b>	2% a 5%	Efecto modulador del sistema inmunológico Actividad antibacteriana e inhibe la producción de toxinas de microorganismos.
<b>Lactoferrina</b>	1% a 2%	Promueve el crecimiento de bacterias benéficas Propiedades de fijar hierro.

Fuente: (Yáñez et al., 2013, p. 33)

Otras proteínas que se encuentran en menor cantidad como se muestra en la tabla 1-2 son: albúmina de suero sanguíneo, inmunoglobulinas, lactoferrina, transferrina, lactoperoxidasa, glicomacropéptidos, una gran variedad de factores de crecimiento, lactato de potasio ácido y la fracción proteosa-peptona (García et al., 2018).

### **1.11. El suero de leche y el medio ambiente**

Al contrario de lo que puede parecer, el gran valor nutricional del suero de leche lo convierte en un líquido altamente contaminante en caso de ser vertido en aguas y suelos. Si se deshecha en un curso de agua, la gran cantidad de materia orgánica presente en el lactosuero aumenta enormemente la demanda de oxígeno debido al crecimiento desbalanceado de ciertas bacterias que van a intentar consumir esa materia orgánica. Esta reproducción de microorganismos genera un desequilibrio del oxígeno disuelto en el medio, los peces no pueden respirar y mueren (Prolactea, 2018).

En el caso de los suelos, la descarga continua de lactosuero altera sus propiedades fisicoquímicas disminuyendo el rendimiento de las cosechas. También produce lixiviación debido al nitrógeno que contiene el suero. Esto provoca que las capas superiores del suelo pierdan sus compuestos nutritivos y se vuelvan más ácidas (Prolactea, 2018).

### **1.12. Suero de leche en la alimentación porcina**

(Robalino, 2017, p. 33) menciona que una de las formas más tradicionales de aprovechar el lactosuero desechado de las industrias, es usándolo como un sustituto de la leche en la alimentación de crías de rumiantes y porcinos y en procesos de cría y engorde. Investigaciones han demostrado que el lactosuero tiene efectos positivos en el desarrollo de los órganos del aparato digestivo de los cerdos principalmente, cuando se lo utiliza como un complemento alimentario, puesto que se ha observado un crecimiento de las vellosidades del duodeno y del yeyuno, el cual genera una mayor capacidad de absorción de los nutrientes.

El suero de leche es considerado un prebiótico y probiótico de excelente calidad y estabilidad. El suero lácteo al ser suministrado directamente en el comedero es capaz de ayudar a engordar a lechones con un sistema digestivo dañado, tiene la capacidad de adsorber micotoxinas, competir e inhibir la actividad y desarrollo de mohos y bacterias peligrosas para la salud animal. Se logra una mayor ingesta de alimento y un mejor desarrollo de la mucosa intestinal, lo cual es importante para mantener la integridad intestinal y evitar así trastornos digestivos. (Zuluaga, 2020 pp. 11-12)

El uso de suero lácteo como suplemento en la dieta de cerdos es una alternativa que no afecta los parámetros productivos y, por ende, podría ayudar a disminuir los costos de producción en una granja. • La inclusión de suero en la dieta de cerdos debe hacerse de manera controlada, suministrando las cantidades adecuadas, para evitar satisfacer la capacidad de ingesta del animal sin llegar a cumplir los requerimientos nutricionales de este, lo que hará que se afecte la ganancia de peso del animal, e incluso afectaciones por diarreas (Zuluaga, 2020, p. 22).

(Yáñez et al., 2013, p. 87) reportan que, al evaluar dietas semilíquidas combinada con balanceado en la alimentación de los cerdos en la fase de Crecimiento y Finalización, en donde los animales consumieron 12 litros de suero de quesería y 1.5 Kg de balancead /animal en Fase de Crecimiento y 18 litros de suero de quesería y 1.7 Kg de Balanceado/animal en Finalización, se alcanzó un peso similar a los demás tratamientos lo que marcó una diferencia NO significativa, sin embargo dicho tratamiento económicamente obtuvo una ganancia mayor por Kilogramo de peso a comparación de los alimentados con balanceado.

## CAPÍTULO II

### 2. METODOLOGÍA

En el presente trabajo se utilizó la metodología de tipo bibliográfica respaldándonos en ciertas plataformas previamente mencionadas y de acuerdo una investigación orientada en:

#### 2.1. Búsqueda bibliográfica

Hay varios sitios en los que se puede extraer información muy importante siendo sobre todo veraz. Se hizo una búsqueda cuidadosa de documentos que sirvan para extraer información útil, pudiendo hallar información confiable y con validez científica; aunque actualmente se disponga de una amplia información de mucho valor también existe la posibilidad de encontrarnos con información falsa que llega a dificultar la investigación.

Tomando muy en cuenta que hoy en día cualquier información puede ser dada a conocer, por ese motivo se hizo hincapié en tomar la información de la fuente principal de ese documento, también se ubicó información válida como para ser empleada en la producción de nuevos conocimientos. Esta información fue encontrada en repositorios digitales de varias universidades tanto de nuestra localidad como de fuera del país, además archivos de la zootecnia, revistas científicas y varios documentos de la producción animal. Esta información fue seleccionada por medio de una lectura crítica.

#### 2.2. Criterios de selección

Los criterios de selección no son más que criterios en los que se basa para la selección de las fuentes de información, permitiendo de tal manera elegir información útil y veraz. La selección que se tomara en cuenta en el presente proyecto de investigación consiste en la revisión de material bibliográfico existente con respecto al tema a estudiar. Donde se tomará en cuenta las variables de la investigación y la fase fisiológica de los animales para realizar sus respectivas discusiones, donde todos los documentos estarán en un rango 2013 al 2020 en idioma inglés o español.

Se tomaron en cuenta las siguientes investigaciones:

- ✓ (2017), Aguilar Quijada, R., Bolaños Bonilla, H., & Sánchez Campos, J. “Evaluación de tres niveles de suero de leche adicionados a la ración alimenticia de cerdos de la línea TOPIGS C-40 en la fase de desarrollo y engorde”.

- ✓ (2019), Ferrìn Cristian, “efecto del suero de leche en diferentes niveles para la alimentación de porcinos de raza yorkshire x landrace en etapas de crecimiento y engorde”
- ✓ (2018), Haberkorn, N. V. “Alimentación de porcinos con suero de leche para la reducción de costos alimenticios.
- ✓ (2014), INTA. “La red del campo Chacra. Obtenido de PORCINOS Engorde con suero” 2014:
- ✓ (2013), YÀNEZ D ; MONTALVO M, Alimentación con suero de quesería más balanceado en las fases de crecimiento y finalización, para mejorar los parámetros productivos en cerdos.
- ✓ (2018), YAQUIAN, F. E. “Efecto De La Suplementación Con Suero De Requesón Proveniente De Leche De Vaca, Sobre La Ganancia De Peso En Lechones Destetados”.
- ✓ (2017), Zambrano, M. Á. Tipo de Alimentación de cerdos en la etapa de Engorde. Chone: Universidad Laica Eloy Alfaro "Manabí". 2017.
- ✓ (2020), Zuluaga, Efecto del suero lácteo como suplemento de la dieta sobre el consumo de alimento concentrado, ganancia de peso y calidad de la canal en cerdos.

### **2.3. Plataformas digitales, científicas, etc.**

- Sitio porcino
- Revista boliviana de química
- Revista chacra
- Revista Complutense de Ciencias Veterinarias
- Porcicultura.com
- Researchgate



## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS DE INVESTIGACIONES Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Composición química del suero de leche

Entre las industrias alimenticias que más contaminan se encuentran las industrias lácteas, las cuales generan residuos considerables de leche diluida, leche separada, crema, suero, grasas, aceites, sólidos suspendidos y productos de limpieza. La descarga de estos sin tratamiento previo se convierte en un foco contaminante. (Haberhorn, 2018, p. 2).

El suero de queso es el subproducto de la elaboración de quesos, y su composición será tan variable como lo es la gama de quesos producida. Básicamente, es el remanente de un proceso de descremado (dependiendo del queso que se quiera producir) y de un proceso de coagulación de la caseína (Ferrín, 2019, p. 12). Es por ello que se realizó un análisis de estudios relacionados con el suero de leche, algunos autores reportan las composiciones promedio del suero. En la tabla 1-3 se muestran elementos esenciales como son el porcentaje de proteína, lactosa, grasa y cenizas.

**Tabla 1-3:** Composición química del suero de leche según varios autores

Componente	Vélez, 2020	Ferrín, 2019	Haberhorn, 2018	Zambrano, 2017	Yáñez; Montalvo, 2013
% Proteína	0,9	0,9	0,9	0,7-0,8	0,8
% Lactosa	3,57	5,1	4,9	4,8	3.8-4.2
% Grasa	0,29	0,3	0,3	0,3	0,4
% Cenizas	-	0,5	0,6	0,5-0,8	0,7-0,8
% Agua		-	93,1	93-94	94-95

Elaborado por: Oscar Cujigualpa 2022

El suero está compuesto fundamentalmente por la mayor parte de la lactosa de la leche original que seguido por las proteínas solubles (lactoalbúminas y lactoglobulinas), un pequeño porcentaje de grasa y la mayor parte de las sales minerales de la leche en los que se destacan citratos, fosfatos, calcio, potasio, etcétera, así como las vitaminas

El suero representa cerca del 90% del volumen de la leche, su contenido aproximado es de 93% de agua, 3-5 % de lactosa, el 0,8-0,9% de proteína, 0,5-0,8 % de cenizas (minerales), 0,3% de grasa. Cerca del 70% de la proteína cruda que se encuentra en el suero corresponde a proteínas con un valor nutritivo superior al de la caseína.

(Zambrano, 2017, p. 24), considera que la característica más sobresaliente del suero de queso es la de contener una fracción proteínica de alto valor biológico no obstante de encontrarse en porcentajes bajos 0,7 a 8 %. Este suero es un alimento muy voluminoso ya que su proporción de agua es muy alta con 93 a 94 %, siendo uno de los factores limitantes en la alimentación de animales sobre todo cerdos.

### **3.2. Efecto sobre la ganancia de peso al suplementar suero lácteo**

Al iniciar el proceso de investigación de estudios sobre la utilización del suero de leche en la alimentación de los cerdos, surge el primer autor (el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), en el 2014, realizó un estudio con 4 cerdos hermanos, los cuales fueron divididos en dos grupos de dos, el grupo 1 inició con un peso de 35 Kg cada uno, este fue alimentado en un inicio con 2.5 kg de alimento sólido y con 6 litros de suero de leche al día con un aumento de 3 kg de sólidos diarios, durante 57 días, obteniendo al final del experimento un índice de peso final de 86 kilos, es decir, 51 kg de ganancia. A su vez, el grupo 2 inició con un peso de 30 y 32 kilos, es decir en promedio 31 kg, este grupo fue alimentado únicamente con alimento sólido a base de maíz y soja molida, sin suero de leche, ofreciendo 2.5 kg al día, y aumentando 3 kg diarios de alimento sólido durante 57 días. Al finalizar el experimento el grupo 2 concluyó con un peso promedio de 82 kg, es decir, 51 kilos de aumento de peso (INTA, 2014).

En este caso, se puede observar que el aumento del suero de leche en la alimentación porcina, en etapa de engorde, no interviene en el aumento de peso, ya que como se pudo observar, los dos grupos recibieron la misma cantidad de alimento sólido, y los dos grupos aumentaron la misma cantidad de kilos en el peso.

Por otro lado, (Aguilar, Bolaños y Sánchez, 2017, p.20), experimentan con la cantidad de suero de leche que dan a los cerdos de prueba, teniendo así grupos de prueba, a los que racionaron al grupo T1 el 100% de balanceado, al grupo T2 el 89% de balanceado y el 11% de suero de leche es decir 6 lt/día de suero siendo este el que tiene el promedio de peso vivo más alto como se muestra en la tabla 2-3.

**Tabla 2-3:** Evaluación del peso final (kg) en cerdos alimentados con suero de leche.

Sin suero		Con suero		Autor
Peso inicial	Peso final	Peso inicial	Peso final	
35,00	84,00	35,00	86,00	(INTA,2014)
66,00	98,50	66,00	92,15	(Zambrano,2017)
50,11	100,24	50,20	100,23	(Haberhorn, 2018)
66,74	100,23	68.68	101,59	(Aguilar, 2017)
27,00	96,00	27,00	97,00	(Yáñez; Montalvo, 2013)

Elaborado por: Oscar Cujigualpa 2022

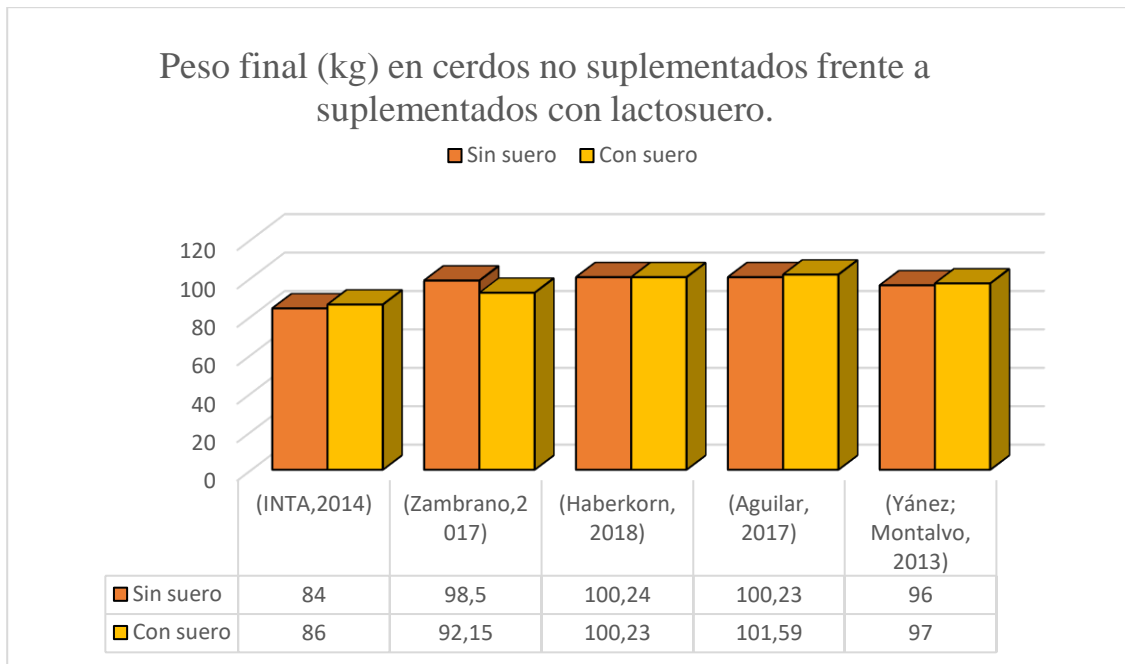
Continuando con el estudio comparativo de investigaciones, se encuentra el estudio de (Zambrano, 2017, p.30), en el que cada grupo constaba de 4 cerdos cada uno en etapa de engorde, los cuales iniciaron con un promedio de peso de 66kg. Al finalizar los 25 días de ensayo resultaron en T0 98.5kg, es decir el grupo control que fue alimentado netamente con concentrado comercial aumento 32.5 kg; y el grupo T1 92.15 kg, este grupo experimental a su vez fue alimentado con 50% de balanceado, suero de leche y yuca remojada y picada aumento 25.48 kg.

En este caso, a diferencia de muchos otros estudios se hace una comparativa entre el complemento del suero de leche, alimentación comercial y alimentación a base de yuca fresca, es llamativo observar que el balanceado comercial el cual fue utilizado aumento mucho más el peso que los otros experimentos, seguido del grupo T3 el cual tuvo una alimentación mixta, es decir la decisión de mezclar alimentación comercial, con suero de leche y alimento a base de yuca, también es una buena opción.

En la investigación de (Yáñez, et al., 2013,p. 55) revela que los promedios de pesos finales tienen una variación mínima en todos los tratamientos; mostrándonos que el Experimental 1 y el Experimental 2 contienen similares pesos finales durante el estudio, de 96 y 97 kg de peso respectivamente en donde sugieren que no se deprimió la ganancia de peso cuando se utilizó el suero, ni se encontraron efectos negativos.

Finalmente, en el estudio de (Haberhorn, 2018, p.49), se inicia con 2 grupos de porcinos, en donde al grupo A se le alimentó únicamente con el balanceado elaborado en la granja y al grupo B se alimentó con la misma cantidad de balanceado y aproximadamente 15 litros de suero de leche al día. En donde se puede observar que el peso inicial de ambos grupos es de 50 kg, sin embargo luego de los 60 días de investigación, el peso final del grupo A es de 100,24 kg y el del grupo 2 es de 100,23 kg, lo cual no resulta ser una gran diferencia, en cuanto a ganancia de peso. Es decir

el suero de leche en este particular no aportó ningún beneficio con respecto al incremento del peso de los cerdos.



**Gráfico 1-3.** Peso final (kg) en cerdos no suplementados frente a suplementados con lactosuero

**Elaborado por:** Oscar Cujigualpa 2022

En comparativa de los 5 estudios analizados que se presentan en el gráfico 1-3, se puede observar que el suero de leche aporta en forma poco significativa al peso del cerdo en las diferentes fases, y que en conjunto con una dieta balanceada y específica es posible que el cerdo adquiriera el peso esperado.

### 3.3. Ventajas de la suplementación con suero lácteo.

Los sistemas de alimentación líquida proporcionan ventajas en la utilización de nutrientes, flexibilidad y control de los programas de alimentación utilización de subproductos líquidos baratos, reducción del impacto ambiental y mejoras en la producción entre otras. Es por ello que se realizó un análisis para establecer las ventajas directas que tendría la suplementación del suero de leche las cuales se muestran en la tabla 3-3.

**Tabla 3-3:** Ventajas directas de la suplementación de suero lácteo según varios autores

<b>Ventajas</b>	<b>Autores</b>
✓ El costo de alimentación se reduciría notablemente ✓ Mejores índices de conversión	(INTA,2014)
✓ Reducir los costos de producción ✓ Mejores ganancias de pesos	(Zambrano,2017)
✓ Regularizar todo el proceso digestivo. ✓ Menor % de desperdicios de los concentrados. ✓ Mejor índice de conversión alimenticia ✓ Evitar el desarrollo de gérmenes patógenos digestivos	(Haberkorn,2018)
✓ Mejor consumo de alimento ✓ Mejor retorno de la inversión realizada	(Aguilar,2017)
✓ Disminución de los costos de producción ✓ Mayor consumo de alimento ✓ No afecta de manera negativa los parámetros	(Ferrin,2019)

Elaborado por: Oscar Cujigualpa 2022

Entre las principales ventajas mencionadas esta mayor consumo de alimento y disminucion de costos de produccion por lo que se realizo una comparacion entre estas variables.

### **3.3.1. Conversión alimenticia**

(INTA, 2014), menciona que con el estudio comparativo se pudo observar que “el desarrollo de los animales resultó parejos, con índices de ganancia similares. A su vez, una alimentación combinada entre concentrado comercial, SL y alimentación a base de yuca picada, obtuvo una conversión alimenticia de 3,50 (Zambrano, 2017 p. 39).

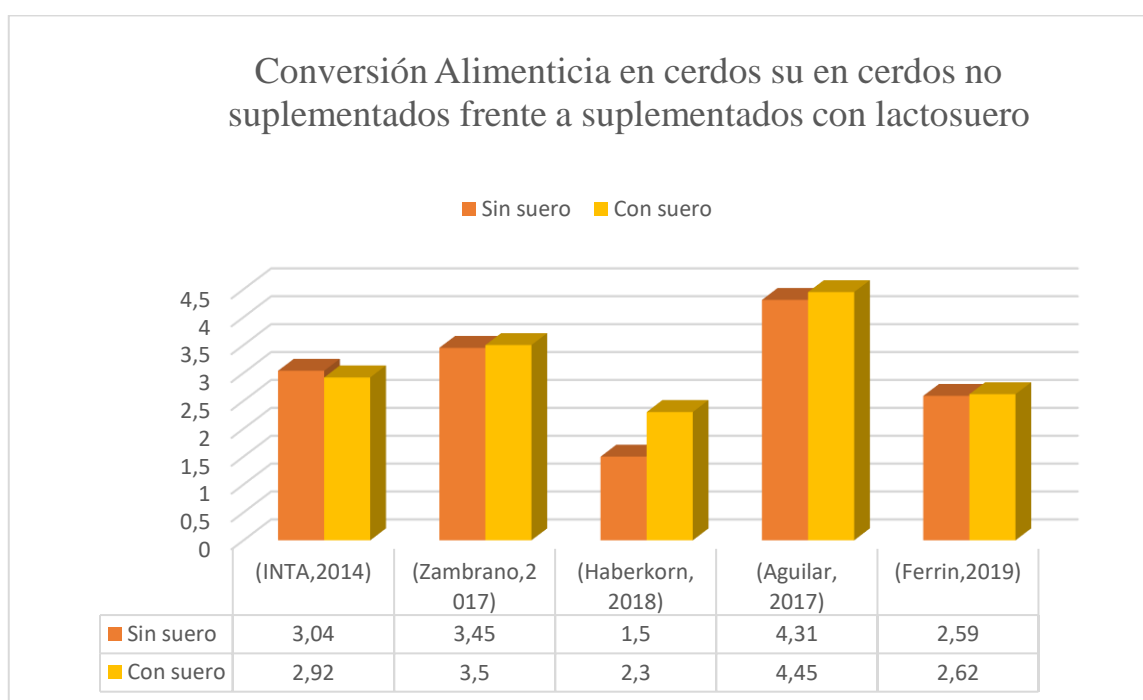
(Haberkorn, 2018, p. 50), con una alimentación a base de maíz, soja y concentrado comercial, con suplemento de suero de leche, existe una conversión alimenticia de 2,30, de igual manera (Aguilar, 2011, p. 16), nos muestra que al final de las fases en estudio no hay diferencias amplias en cuanto al índice de conversión alimenticia, obteniendo 4,45 como se observa en la tabla 4-3.

**Tabla 4-3:** Evaluación de la Conversión Alimenticia en cerdo suplementados con suero

Conversión alimenticia		Autor
Sin suero	Con suero	
3,04	2,92	(INTA,2014)
3,45	3,50	(Zambrano,2017)
1,50	2,30	(Haberkorn, 2018)
4,31	4,45	(Aguilar, 2017)
2,59	2,62	(Ferrin,2019)

Elaborado por: Oscar Cujigualpa 2022

Finalmente (ferrin, 20119, pag. 74), menciona que la comparación entre tratamientos para la variable índice de conversión alimenticia expone que si existe diferencia significativa entre los tratamientos los cuales presentaron rangos de significancia donde el tratamiento T2 (Crecimiento- B 1,81 kg + S 4 l; Engorde- B 2 kg + S 8 l) presenta un índice de conversión alimenticia promedio de 2,62 colocándose por encima del resto de tratamientos.



**Gráfico 2-3.** Comparación conversión alimenticia.

Elaborado por: Oscar Cujigualpa 2022

En una correlación entre las diferentes investigaciones se puede establecer que, el uso de suero de leche mas concentrado mantiene una conversión alimenticia similar, seguida de una alimentación mixta, es decir concentrado comercial, SL y alimentación artesanal a base de yuca picada.

### 3.3.2. Anàlisis econòmic

En la investigación de (Haberkorn, 2018, p. 51) menciona que al evaluar la suplementación de suero de leche se resume que, comparando ambas dietas se observa que los ingresos obtenidos son de un 12 % superior con la incorporación del suero lácteo en la dieta que las del grupo B obteniendo 218,39 frente a un 281,60 respectivamente. Así mismo en la investigación de (Aguilar, 2011, p. 27), menciona al suplementar 10 lt de suero de leche en fase de engorde proporciona los mejores ingresos con \$564.34 superior en \$175.48 al T1.

**Tabla 5-3:** Relación de ingresos de la suplementación con lactosuero

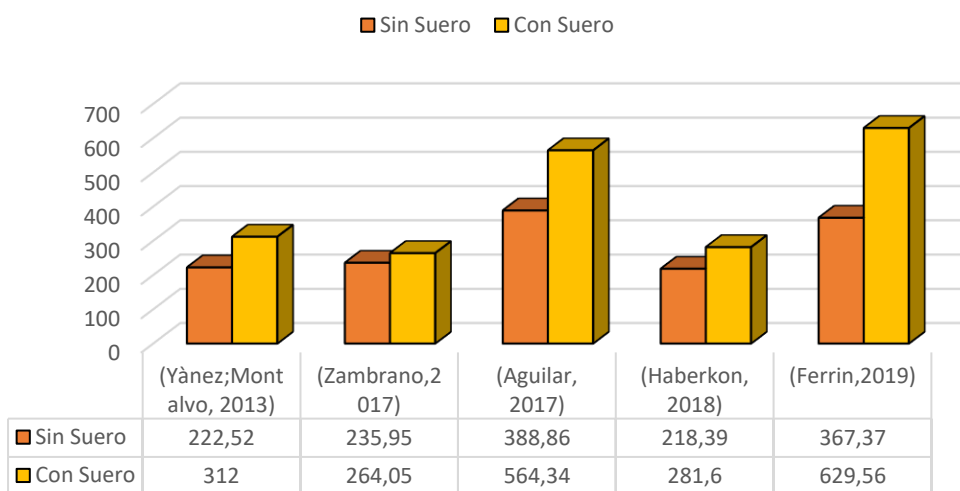
INGRESOS (dólares USA)		Autor
Sin Suero	Con Suero	
222,52	312,00	(Yáñez; Montalvo, 2013)
235,95	264,05	Zambrano,2017
388,86	564,34	(Aguilar, 2017)
218,39	281,60	(Haberkorn, 2018)
367,37	629,56	(Ferrin,2019)

**Elaborado por:** Oscar Cujigualpa 2022

(Ferrin, 2019, p. 78), menciona que el tratamiento que generó mayor ingreso fue Crecimiento con 12 litros de suero y Engorde con 16 litros de suero con \$ 629,56 obteniendo un ingreso por animal de \$ 78,69 mientras que el tratamiento T1 (Testigo) generó el menor ingreso generando un ingreso de 367,37 que corresponde a \$ 45,92 por animal como se observa en la tabla 5-3.

Haciendo referencia a la evaluación económica de (Yáñez;Montalvo,2013, p. 69) se observó que el tratamiento que consumió 12 litros de suero de quesería y 1.5 Kg de balancead /animal en Fase de Crecimiento y 18 litros de suero de quesería y 1.7 Kg de Balanceado/animal en Finalización), tuvo un ingreso de 312 dólares en comparación al grupo sin suplementación de suero de leche el cual obtuvo 222,52 siendo una diferencia de 89,48 entre estos tratamientos, sin embargo en la investigación de (Zambrano,2017) no obtuvieron diferencias significativas al solo obtener un ingreso mayor de 28,01 del grupo suplementado con suero de leche frente al no suplementado. Con base en los resultados de los análisis presentados en el gráfico 3-3, se puede proponer el uso de lactosuero en la alimentación porcina como una alternativa viable en la producción y economía además de estar relacionada con la reducción de la contaminación ambiental, en condiciones de producción de ganado porcino ecuatoriano.

### Relación ingresos en cerdos no suplementados frente a suplementados con lactosuero



**Gráfico 3-3.** Ingresos en cerdos suplementados con lactosuero.

Elaborado por: Oscar Cujigualpa 2022



## CONCLUSIONES

- El suero es un producto muy interesante por sus componentes. Sus propiedades, funciones y estructura química hacen del suero una gran base para la alimentación complementaria del cerdo.
- Se puede concluir que el suero de leche es un gran complemento para una alimentación completa y nutritiva en el cerdo, siempre y cuando esta sea racionada en manera proporcionada a la etapa del cerdo, ya que a pesar de que no se encontraron diferencias significativas en los pesos finales por efecto de la adición de suero de igual manera represento un resultado positivo ya que al parecer se consiguió alimentar a los cerdos con una fuente más económica sin afectar su desarrollo.
- Existen numerosas ventajas en la suplementación de suero de leche sin embargo al realizar la comparación se pudo notar que la mayor ventaja es la de minimizar costos por lo que se recomienda su uso.

## **RECOMENDACIONES**

- Al momento de escoger un proveedor de suero de leche, es recomendable analizar químicamente los nutrientes de dicho producto, de esta manera estaremos garantizando la efectividad como alimento en el cerdo.
- Finalmente, se recomienda optar por una alimentación mixta, es decir alimentación artesanal, concentrado comercial, suero de leche fresca, y base de yuca para cerdos en engorde y probióticos para lechones, de esta manera no solo se economizará su alimentación, sino que también se asegura un correcto desarrollo metabólico y un aumento de peso esperado y saludable.

## **BIBLIOGRAFIA**

**AGUILAR, Rodolfo; et al.** "Evaluación de tres niveles de suero de leche adicionados a la ración alimenticia de cerdos de la línea TOPIGS C-40 en la fase de desarrollo y engorde" [En línea](Trabajo de titulación).(Licenciado medicina veterinaria): Universidad De El Salvador, San Salvador 2017. pp. 1-20. [Consulta: 2020-22-12]. Disponible en: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/15245/>

**AGUILAR BRAVO, Adriana.** "Alimentación De Becerras Holstein Con Suero De Leche".[En línea](Trabajo de titulación).(Ingeniero agronomo zootecnista) Universidad Autónoma De San Luis Potosí, México. 2011. pp. 16-27. [Consulta: 2021-10-12]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3455>

**ÁLVAREZ MIRA, María Clara.** "Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos lactosueros producidos en la Cooperativa Colanta LTDA". [En línea](Trabajo de titulación).(Ingeniería de alimentos) Corporación Universitaria Lasallista, Antioquia. 2013. pp. 13-19. [Consulta: 2020-22-12]. Disponible en: <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/1036?mode=full>

**ARMENDÁRIZ TAPIA, Diego José.** "Utilización del probiótico lactobacillus bulgaricus en la alimentación de lechones en el periodo de lactancia para evitar afecciones gastrointestinales en el destete, en la ciudad de tosagua, provincia de manabí". [En línea](Trabajo de titulación).(Medico Veterinario zootecnista) Unidad académica de ciencias agropecuarias y Recursos naturales 2015. pp. 28-19-34. [Consulta: 2021-26-07]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2823/1/T-UTC-00347.pdf>

**CAMPABADAL, Carlos.** "*Guía Técnica para alimentación de cerdos*". [En línea]. Costa Rica, Edición Técnica SUNII, 2009. [Consulta: 18 octubre 2020]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>

**CONTRERAS A.C; et al.** "Alimentación práctica del cerdo", Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, [En línea],2012, (Xochimilco, México) 6(1,) pp. 5 [Consulta: 18 octubre 2020]. ISSN 1988-2688. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6283909>

**DEROUCHE, Joel.** "*Sistema digestivo del cerdo: anatomía y funciones*" [Blog] Kansas, EUA, 25 julio 2014. [Consulta: 10 septiembre 2021]. Disponible en

<http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Sistema%20digestivo%20del%20cerdo%20anatomia%20y%20funciones.pdf>.

**MACEDO ESCOBAR, Maricruz.** "Efecto del butirato de sodio en el comportamiento productivo de cerdos en fase de iniciación". [En línea] (Trabajo de titulación). (Agronomo Zootecnista), Universidad Autónoma del estado de México, Temascaltepec-Estado de México 2016. [Cited: 11 02, 2020]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65058/TESIS%20MARY.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

**GAIBOR ESPINOZA, Christopher Jorge.** "Comparación de la respuesta biológica de un probiótico comercial vs un antibiótico comercial en la etapa crecimiento-engorde en porcinos". [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero Zootecnista) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2012. pp. 26-35. [Consulta: 2020-10-08]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2146>

**GUACHAMÍN SIMBANA, Marcelo Germán.** "Determinación de la digestibilidad aparente de materia seca, proteína bruta y extracto etéreo de raciones alimenticias con intestinos cocidos de pollo en cerdos en etapa de crecimiento". [En línea] (Trabajo de titulación). (Médico Veterinario Zootecnista) Universidad Central Del Ecuador, Quito, Ecuador 2014. pp. 25-29. [Consulta: 2020-15-10] <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6665>

**GURROLA CHACÓN, Luis Ramiro; et al.** "Proteínas Del Lactosuero: Usos, Relación Con La Salud Y Bioactividades". Red de Revistas Científicas de América Latina [En línea], 2017, 42(11), pp. 25-27, [Consulta: 02 octubre 2021]. ISSN 0378-1844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33953499002.pdf>.

**HABERKORN, Natalia Verónica.** "Alimentación de porcinos con suero de leche para la reducción de costos alimenticios" [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura) Universidad siglo 21, Córdoba, Argentina. 2018. pp. 49-51. [Consulta; 2022-02-15]. Disponible en: <https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/handle/ues21/16625>

**INTA.** "*Porcinos Engorde con suero*". [En línea]. Edición 3.177. Buenos Aires- Argentina: Chacra y campo Moderno, 2014. [Consulta: 2022-01-15]. Disponible en: <https://www.revistachacra.com.ar/nota/engorde-con-suero/>.

**MENCHÓN, Carolina, et al.** "Caracterización físico-química y microbiológica de suero de queso en polvo desmineralizado y evaluación"[En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura Agraria) Universidad Nacional Del Centro De La Provincia De Buenos Aires, Argentina 2016. pp. 11-15. [Consulta: 2020-12-29]. Disponible en: <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1603/MENCHON%2C%20CAROLINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**MENDOZA CASTAÑÓN, Erick.** "Procesos fisiológicos de digestión de la proteína y producción de amoníaco en pre iniciadores". Porcicultura [en línea], 2019, (México) [Consulta: 20 octubre 2020]. Disponible en: <https://www.porcicultura.com/destacado/Procesos-fisiologicos-de-digestion-de-la-proteina-y-produccion-de-amoniaco-en-preiniciadores>.

**POZO NÚÑEZ, Martín Andrés.** "Plan de negocio para la asociación de poricultores Manantial de Chanduy de la Provincia de Santa Elena"[En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura) Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador. 2016. p. 1. [Consulta: 2022-02-15]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/4287>

**OÑATE HARO, José Miguel.** "Cadena agroalimentaria de la leche vacuna en Ecuador y sus potencialidades exportadoras". [En línea] (Trabajo de titulación). (Economista) Universidad Católica Del Ecuador, 2018. p. 8. [Consulta: 12 10, 2020-12-10]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14641/Disertaci%C3%B3n%20Jos%C3%A9%20Miguel%20O%C3%B1ate%20Haro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**PARRA HUERTAS, Ricardo Adolfo.** "Lactosuero: Importancia En La Industria De Alimentos". Redalyc.org [En línea], 2009, (Medellín- Colombia) 62(1), p. 2. [Consulta:2020 diciembre 2020]. Disponible en: [https://www.redalyc.org/pdf/1799/Resumenes/Resumen\\_179915377021\\_1.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/1799/Resumenes/Resumen_179915377021_1.pdf)

**ROBALINO PUENTE, Juan Fernando.** "Obtención de ácido láctico a partir de suero de leche mediante un proceso biofermentativo". [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero) Escuela Politécnica Nacional, 2017. pp. 32-33. [Consulta: 2020-10-05]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17484>

**SILVA BATIDAS, Humberto Arquímedes.** "Efecto delaingestión de residuos pos cosecha de theobroma cacao l. Sobre el comportamiento productivo de cerdos en la fase de engorde". [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero Agropecuario), Universidad técnica de ambato, 2016.

pp. 23-36. [Consulta: 2020-10-05]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23700/1/tesis%20002%20Ingenier%C3%ADa>

**PROLACTEA** "*Suero de leche*". [Blog] Prolactea, 2018. [Consulta: 29 julio 2021]. Disponible en: <https://prolactea.es/suero-de-leche/>.

**POVEDA, Elpidia.** "Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad". \Revista chilena de nutrición [en línea], 2013, (Colombia) 40(4), pp. 10-15. [Consulta: 20 Octubre 2020]. ISSN 0717-7518 Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182013000400011](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182013000400011)

**VAZQUEZ PEREZ, Jaime Eymar.** "Uso de probióticos en la alimentación con suero de leche en cerdos al destete". [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero Agrónomo), Universidad Autónoma De San Luis Potosí, Mexico 2013. pp. 23-36. [Consulta: 2020-10-05]. Disponible en <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3418/IAZ1USO01301.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

**YAGÜE PALOMO, Antonio.** "Necesidades nutricionales para cerdos de engorde: aspectos prácticos". Setna Nutrición S.A [en línea], 2016, (Madrid-España), 2016, pp. 3-6. [Consulta: 18 octubre 2020]. Disponible en: <https://1library.co/document/download/q265xvpz?page=1>

**YÁNEZ AVALOS, Darwin Omar & MONTALVO LOZADA, Milton Andrés.** "Alimentación con suero de quesería más balanceado en las fases de crecimiento y finalización, para mejorar los parámetros ".[En línea] (Trabajo de titulación). (Medico veterinario), Universidad central del Ecuador, 2013, pp. 23-55, [Consulta: 2020-10-05]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/977>

**YAQUIAN FUENTES, Edwin Fernando.** "Efecto de la suplementación con suero de requesón proveniente de leche de vaca, sobre la ganancia de peso en lechones destetados". [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciado), Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018, pp. 23-55, [Consulta: 2020-10-05]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8510/>

**ZAMBRANO MARCILLO, Ángel Melquiades.** "Tipo de Alimentación de cerdos en la etapa de Engorde". [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero), Universidad Laica Eloy Alfaro, Manbi, Ecuador 2018. pp. 30-39. [Consulta: 2021-05-16]. Disponible en: <https://1library.co/document/dy47peky-cantidad-optima-alimento-amarillo-sustituye-parcialmente-alimento-concentrado.htm>

**ZAVALA VELASCO, María Isabel.**"Características, formas de obtención, variedades y utilización del suero de queso". [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniero Agrónomo), Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, Mexico 2014. p. 18. [Consulta: 2021-10-6]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7130>

**ZULUAGA ZULUAGA, Juan José.** "Efecto del suero lácteo como suplemento de la dieta sobre el consumo de alimento concentrado, ganancia de peso y calidad de la canal en cerdos". [En línea] (Trabajo de titulación). (Zootecnista), Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia 2020 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, Mexico 2014. pp. 9-22. [Consulta: 2022-01-10]. Disponible en: <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/2692?mo>



Firmado electrónicamente por:  
**CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO RUIZ**



**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 20/06/2022

<b>FORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Oscar Germán Cujigualpa Ilbay
<b>FORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Cultad:</b> Ciencias Pecuarias
<b>Carretera:</b> Zootecnia
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Zootecnia
<b>Responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



Firmado electrónicamente por:  
**CRISTHIAN  
FERNANDO  
CASTILLO RUIZ**



1104-DBRA-UTP-2022