

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



**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.**

**POR:**

**Br. Rodolfo Daniel Aguilar Quijada  
Br. Hugo Francisco Aníbal Bolaños Bonilla  
Br. Juan Antonio Sánchez Campos**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**SAN SALVADOR, OCTUBRE DE 2017**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**LIC.MSC ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

**SECRETARIO GENERAL:**

**LIC. CRISTOBAL HERNAN RIOS BENITEZ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

**ING. AGR. MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA**

**SECRETARIO:**

**ING. AGR. MSC. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA.**

**F. \_\_\_\_\_**

**ING. LUDWING VLADIMIR LEYTON BARRIENTOS**

**DOCENTES DIRECTORES**

**F. \_\_\_\_\_**

**ING. AGR. DAVID ERNESTO MARÍN HERNÁNDEZ**

**F. \_\_\_\_\_**

**ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION**

**F. \_\_\_\_\_**

**ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA**

## **TITULO**

Evaluación de tres niveles de suero de leche adicionada a la ración alimenticia de cerdos de la línea topigs c-40 en la fase de desarrollo y engorde.

## **RESUMEN**

El presente trabajo se realizó en el Caserío Los Cerritos, Cantón Veracruz, Ciudad Arce, El Salvador en el periodo de abril a septiembre del 2015. Se utilizaron 4 tratamientos, evaluando la ganancia de peso de 24 cerdos de engorde de la línea topigs c-40 en la fase de desarrollo y engorde. Los tratamientos en la etapa de desarrollo se suministro un concentrado con 16% de proteína, T1 es el testigo que se alimentó únicamente de concentrado; T2 concentrado y 4 litros de suero; T3 concentrado y 7 litros de suero; T4 concentrado y 12 litros de suero. Para la etapa de engorde se suministro un concentrado con 15% de proteína, T1 es el testigo que se alimento únicamente de concentrado; T2 concentrado y 6 litros de suero; T3 concentrado y 10 litros de suero; T4 concentrado y 14 litros de suero. El diseño estadístico fue Bloques Completamente al Azar. Los datos arrojados por la investigación con  $P < 0.05$ , demuestran que el T2 en las fases de desarrollo y engorde, mostro los mejores resultados en ganancia de peso, peso vivo y conversión alimenticia, seguido de los T1 y T3, obteniendo que el T4 produjo lo menores resultados lo cual puede adjudicarse a que es el tratamiento que posee menos concentrado y mayor cantidad de suero de leche.

Se controló el estado físico de los animales y el consumo de alimento en forma grupal, se registraron las ganancias de peso semanal de cada uno de los animales, las variables a evaluar en la investigación son: peso, ganancia de peso, conversión alimenticia y como análisis económico se realizó, presupuesto parcial, relación beneficio-costos, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal.

**Palabras claves:** Alimentación alternativa, suero de leche, porcicultura, ganancia de peso, conversión alimenticia.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas las personas que se involucraron en este proyecto:

- Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García e Ing. Agr. David Ernesto Marín Hernández. Gracias por tomar un papel importante en el desarrollo de esta tesis para poder sacarla adelante y así poder terminar de formarnos profesionalmente.
- A las personas involucradas en el proceso de obtención del suero de leche que muy amablemente nos brindaron ayuda.
- A nuestras familias por ayudarnos a dar lo mejor en todo este proceso para poder desarrollarlo.
- A mis compañeros de tesis por emprender juntos este proceso.
- A Dios que nos sostiene para salir adelante día a día y por quien estamos acá.

**Daniel Aguilar  
Hugo Bolaños  
Juan Sánchez**

## **DEDICATORIAS**

- A DIOS Y LA VÍRGEN MARÍA, por brindarnos sabiduría para culminar nuestra carrera.
- A NUESTROS PADRES, HERMANOS, HIJOS Y DEMÁS FAMILIA, por apoyarnos día a día con nuestras carreras.
- A NUESTROS AMIGOS, que siempre han estado presentes para darnos una mano profesionalmente y cuando más lo necesitamos.

**Daniel Aguilar**

**Hugo Bolaños**

**Juan Sánchez**

## INDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
RESUMEN	iv
AGRADECIMIENTOS	v
DEDICATORIAS	vi
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE ANEXOS	ix
INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE GRÁFICOS	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Historia de Porcinocultura en El Salvador	3
2.2 Situación actual de Porcinocultura en El Salvador	4
2.3 Sistema de Producción Tecnificado	4
2.4 Alojamiento para animales de engorde	6
2.5 Aparato digestivo del cerdo	6
2.6 Alimentación de los cerdos en desarrollo y engorde	7
2.7 Alimentos proteicos	9
2.8 Subproductos para alimentación de cerdos	9
2.8.1 Subproductos lácteos	10
2.8.2 Calidad de suero de leche	10
2.9 Fuentes de Vitaminas y Minerales	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1 Descripción del estudio	12
3.1.1 Localización de la investigación	12
3.1.2 Duración de la investigación	12
3.1.3 Ubicación del experimento	13
3.2 Metodología de campo	13
3.2.1 Fase experimental	13
3.2.2 Manejo del alimento	15
3.2.2.1 Obtención y manejo de suero de leche	15

3.2.3 Toma de datos	15
3.3 Metodología de laboratorio	16
3.3.1 Balanceo de raciones	16
3.4 Variables en estudio	17
3.4.1 Peso	17
3.4.2 Ganancia de peso	17
3.4.3 Conversión alimenticia	17
3.5 Metodología estadística	17
3.5.1 Descripción de diseño	18
3.6 Comparación Económica	19
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1 Peso vivo bajo las variables sexo y tratamientos	19
4.2 Ganancia de peso bajo las variables sexo y ración	21
4.3 Conversión alimenticia según sexo y ración	23
4.4 Análisis económico	25
4.4.1 Costo de los cerdos y alimentación	25
4.4.1.1 Costo de T1	26
4.4.1.2 Costos de T2	26
4.4.1.3 Costos de T3	26
4.4.1.4 Costos de T4	26
4.5 Presupuesto parcial	26
4.6 Análisis de dominancia	27
4.7 Curva de beneficios netos	28
4.8 Tasa de retorno marginal	28
5. CONCLUSIONES	29
6. RECOMENDACIONES	30
7. BIBLIOGRAFIA	31
8. ANEXOS	35



## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Página</b>
A-1 Ficha de registro semanal de peso de peso vivo	35
A-2 Tabla de ganancia de peso por cerdo a la semana	35

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
1. Índices de Productividad en Porcinos	5
2. Requerimientos Nutricionales de los cerdos	8
3. Contenido del suero de leche	11
4. Descripción de los tratamientos	14
5. Composición nutricional de la dieta	14
6. Distribución espacial de los tratamientos	14
7. Formulación de concentrados de acuerdo a los tratamientos en la etapa de desarrollo	16
8. Formulación de concentrados de acuerdo a los tratamientos en la etapa de engorde	16
9. Peso vivo por sexo de los cerdos al final de las fases de estudio	20
10. Peso vivo de los cerdos según la ración de alimento al final de cada fase	20
11. Ganancia de peso según el sexo al final de las fases de desarrollo y engorde	22
12. Ganancia de peso según la ración alimenticia	22
13. Índice de conversión alimenticia según sexo para el final de las fases	23
14. Índice de conversión alimenticia según la ración alimenticia	23
15. Presupuesto parcial	26

### Lista de cuadros en anexos

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
• A-1 Costo de T1 (Tratamiento testigo)	36
• A-2 Costos de T2 (Tratamiento con la adición de 4 lt fase de desarrollo y 6 lt de suero de leche en fase de engorde)	37
• A-3 Costos de T3 (Tratamiento con la adición de 7 lt en fase de desarrollo y 10 lt de suero de leche en fase de engorde)	38
• A-4 Costos de T4 (Tratamiento con la adición de 12 lt en fase de desarrollo y 14 lt de suero de leche en fase de engorde)	39
• A-5 Tasa de retorno marginal	40

### INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Curva de beneficios netos de los tratamientos no dominados	27

### Lista de figuras en anexos

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
• A-1. Anva de peso vivo, tratamiento y sexo fase de desarrollo semana 18	41
• A-2 prueba de tukey para sexo semana 18	41
• A-4. Anva de peso vivo, tratamiento y sexo fase de desarrollo semana 24	42
• A-5 prueba de tukey para sexo semana 24	42
• A-6 Prueba de tukey para tratamiento semana 24	42
• A-7 Anva de ganancia de peso, tratamiento y sexo fase de desarrollo semana 18	43
• A-8 prueba de tukey para sexo semana 18	43
• A-9 Prueba de tukey para tratamiento semana 18	43

• A-10 Anva de ganancia peso, tratamiento y sexo fase de desarrollo semana 24	44
• A-11 prueba de tukey para sexo semana 24	44
• A-12 Prueba de tukey para tratamiento semana 24	44
• A-13 Anva de índice de conversión alimenticia, tratamiento y sexo fase de desarrollo semana 18	45
• A-14 prueba de tukey para sexo semana 18	45
• A-15 Prueba de tukey para tratamiento semana 18	45
• A-16 Anva Índice de conversión alimenticia, tratamiento y sexo fase de desarrollo semana 24	46
• A-17 prueba de tukey para sexo semana 24	46
• A-18 Prueba de tukey para tratamiento semana 24	46
• A-19. Coordenadas geográficas, Ubicación de proyecto, localizado en Ciudad Arce, La Libertad, El Salvador	47
• A-20. Limpieza de los corrales para llevar a cabo el ensayo	48
• A-21. Azarización de los cerdos para el estudio	48
• A-22. Elaboración del concentrado	49
• A-23. Obtención del suero de leche	49
• A-24. Cerdo en etapa de adaptación	50
• A-25. Distribución de los tratamientos	50
• A-26. Pesaje de raciones	51
• A-27. Pesaje de los cerdos	51
• A-28. Cerdos en etapa final de engorde	52
• A-29. Venta de los cerdos en pie	52
• A-30. Exámenes bromatológicos de los concentrados	53
• A-31. Análisis Bromatológico del suero de leche	54

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico</b>	<b>Página</b>
1. Peso vivo y sexo	55
2. Peso vivo y tratamiento	55
3. Ganacia de peso y sexo al final de cada fase	56
4. Ganacia de peso y racione de cada fase	56
5. Indice de conversion aliementicia y sexo	57
6. Indice de conversio alimenticia y racion	57

## 1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad los altos costos de las materias primas necesarias para la elaboración de concentrado en la alimentación de cerdos de engorde 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 en el departamento de La Libertad 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 adquirir y de alto valor nutricional (ASPORC 2014).

Los sueros lácteos son productos que, gracias al contenido en lactoalbúminas, lactoglobulinas y lactosa, además de aportar una parte importante de las necesidades proteicas de la dieta, suponen una importante fuente energética. La lactosa, además, favorece la acidificación gástrica y el mantenimiento de la flora láctica intestinal, mejorando además la solubilidad y digestibilidad de la proteína, así como del calcio (Mahan y Newton, 1993).

El suero de leche contiene aproximadamente 70% de lactosa, de 10 a 12% de proteína, de 1 a 1.2% de lisina, 0.90% de calcio y 1.10% de fósforo. En contenido de energía digestible varía de 3.1 a 3.2 Mcal/kg (Campabadal 2009).

El suministrar una fuente alternativa de alimentación contribuye a la disminución de los costos de producción, ya que representa una fuente constante de nutrientes y fácil de adquirir, aportando nutrientes esenciales a la dieta normal del cerdo en fase de desarrollo y engorde sin sustituir la alimentación con concentrado. Tal es el caso del suero de leche que contiene un poco más del 12% de las proteínas de la leche, cerca del 12% de la materia grasa y cerca del 70% de lactosa (CNPML 2003).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del sexo y el uso de suero de leche en las dietas de cerdos en las fases de desarrollo (semana 11-18) y engorde (semana 19-24) sobre las variables peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

En El Salvador la producción porcina se ha desarrollado logrando un crecimiento en producción mediante la adopción de tecnificación; esto ha significado mayores exigencias en los requerimientos nutricionales y por lo tanto una mayor dependencia en volúmenes de materias primas para la alimentación, principalmente en maíz amarillo y soya, estos reflejan en los últimos cinco años un incremento de precios internacionales del 47% y 26% respectivamente (FAO 2014) sin observarse que el valor del cerdo en pie haya aumentado en el mismo periodo por lo que se ha mantenido entre \$0.90 y \$1.10 (ASPORC 2014). Este estancamiento de precios y costos de producción atraído como consecuencia que muchos porcicultores no alcanzan a cubrir sus costos de alimentación principalmente los medianos y pequeños productores. (ASPORC 2014).

En algunas zonas del país existen subproductos de la agricultura e industria alimenticia los cuales se utilizan en la alimentación de cerdos, con la finalidad de disminuir costos en la alimentación y en algunos casos sin tener conocimientos técnicos del manejo de los mismos, sus contenidos nutricionales, ni los rendimientos que se pueden obtener al proporcionar dichos subproductos (Gonzales 1989).

Algunos subproductos que destacan en El Salvador son vísceras de pollo y de res sometidas a proceso de cocción, yuca, plátano sin valor comercial, desperdicios de boquitas de la industria alimenticia (Romero et al 1995).

Se destaca en la actividad agroindustrial en el caso de las plantas industrializadora de lácteos el sub producto del procesamiento de la leche denominado suero de leche que en su mayoría no tiene un manejo adecuado ya que son descargados en drenajes y cuerpos de agua, por lo que causan una contaminación al medio ambiente. Cada 1,000 litros de suero de leche genera cerca de 35 kg. de demanda biológica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 kg. de demanda química de oxígeno (DQO). Esta fuerza contaminante es equivalente a las aguas servidas producidas en un día por 450 personas según la Comisión nacional de producción más limpia (CNPML 2003).

El suministrar una fuente alternativa de alimentación contribuye a la disminución de los costos de producción, ya que representa una fuente constante de nutrientes y fácil de adquirir, aportando nutrientes esenciales a la dieta normal del cerdo en fase de desarrollo y engorde sin sustituir la alimentación con concentrado. Tal es el caso del suero de leche que contiene un poco más del 12% de las proteínas de la leche, cerca del 12% de la materia grasa y cerca del 70% de lactosa (CNPML 2003).

Las características fisiológicas del cerdo por ser omnívoro le permite la asimilación de nutrientes a partir de diferentes tipos de sub productos o alimentos que son derivados de la industria alimenticia como es el caso del suero de leche ya que es un sub producto en el procesamiento de lácteos, el cual bien manejado puede utilizarse para la alimentación animal y reducir con esto la carga contaminante que genera el subproducto en el cuerpo receptor final (ríos quebradas, lagos, etc.) (CNPML 2003).

A nivel nacional existe muy poca investigación sobre estudios que recomiende los niveles más adecuados en la adición de suero de leche en la alimentación de cerdos en su fase de desarrollo y engorde (Gonzales 1989).

La elaboración de una dieta alternativa es una buena opción y forma de aprovechar este subproducto. El suero es un desperdicio de la industria láctea el cual no es aprovechado por ningún tipo de agroindustrias, por lo que en muchas producciones de queso lo elimina, por esa razón se regala o se adquiere a un bajo costo (Campabadal 2009).

Con la disposición de estos subproductos como el suero de leche se puede sustituir nutrientes, principalmente energía, lo cual supondría la disminución en el costo de alimentación y aumentar la utilidad (Gonzales 1989).

## **2.1 Historia de Porcinocultura en El Salvador.**

Los primeros cerdos de raza pura fueron traídos al país hace más de 45 años, desde los Estados Unidos, la introducción de las razas Landrace, York, y Duroc, fue el primer paso de la porcicultura o crianza de cerdos. En El Salvador fueron introducidos al país por el señor Max Fernández, con el objetivo de establecer tres proyectos porcícolas en el oriente del país, específicamente en el departamento de Usulután, en tres haciendas vecinas llamadas La Carrera, El Tercio y El Joval. Sin embargo al llegar la reforma agraria estos proyectos fueron

descuidados y eventualmente liquidados, quedando solamente en el mercado algunos rasgos de las razas traídas y estableciéndose algunas granjas (ASPORC 2014).

No fue hasta 1984 en medio del conflicto armado, que Doña Gertrudis de Murray, nutricionista y especialista en animales, quien con el fin de reactivar la porcicultura nacional trae cerdos de raza nuevamente al país, con destino a la granja el Cimborro, ubicada contiguo al Boquerón. En esa época también fueron traídos algunos cerdos de raza al CEGA Izalco, donde se impartían cursos de capacitación por medio de una extensión agrícola dedicada a la producción de cerdos, estos cursos tocaban temas variados desde reproducción hasta alimentación entre otros. Fue en esa época que la asociatividad de los porcicultores salvadoreños tuvo su origen, con el establecimiento de la primera cooperativa de porcicultores; pero por falta de sostenibilidad financiera tuvo que cerrar operaciones cinco años después (ASPORC 2014).

A finales de los 80's el Ministerio de Agricultura y Ganadería impulsó programas para modernizar el sector a través de asistencia técnica, tales como: el programa de cerdo mejorado, la importación de verracos (sementales) y reproductoras de razas puras, el programa de inseminación artificial que distribuyó semen fresco en todo el país, fueron algunas de las iniciativas más importantes del MAG (ASPORC 2014).

## **2.2 Situación actual de Porcinocultura en El Salvador.**

La población porcina en El Salvador se estima en 300,000 cabezas, los cuales pertenecen a sectores tecnificados o semi-tecnificados, destacándose el crecimiento en los últimos 10 años del número de granjas tecnificadas (65 granjas); el resto son desarrollados en sistemas familiares o de traspatio (Alvarenga 2005).

En el sector tecnificado la población porcina para el 2010 fue de 9,820 vientres con un promedio de dos parto son camadas de 9 lechones, lo que permite obtener una producción de 160,400 cabezas anuales. La mayor parte de población porcina comercial está en la región occidental y central en cuanto a la mayor cantidad de cerdos de traspatio en la región oriental y paracentral (ASPORC 2014).

## **2.3 Sistema de Producción Tecnificado.**

Son sistemas de producción intensivos, disponen de instalaciones adecuadas y de un hato con un excelente encaste, rendimientos excelentes en relación a índices de productividad.



Las instalaciones de las granjas están diseñadas para controlar las diversas condiciones de trabajo; pisos elevados, de metal o plástico, para manejo de cerdas lactantes y lechones, jaulas parideras para manejo de partos, corrales especiales para manejo de verracos; corrales con piso de cemento para animales en engorde, todos equipados con comederos y boquillas para suministro de agua, adaptados para el tipo específico de animales que albergarán, según las edades y tamaño de los mismos (Espinosa y Cataño 2005).

En el sector tecnificado por el sistema de producción empleado las empresas porcícolas pueden clasificarse en dos tipos: Granjas de ciclo completo, producen sus lechones, engordan parte o toda su producción para destace y Granja de engorde, adquieren lechones de una granja de ciclo completo y los desarrolla hasta alcanzar el peso de rastro (ASPORC 2014).

Las razas utilizadas en el sistema de producción tecnificado, son principalmente Landrace, Yorkshire, Duroc y cruces entre ellas. Los niveles de productividad de las hembras: número de partos por año es de dos, y el número de lechones cerdas/parto es de nueve (Cuadro 1) (Espinosa y Cataño 2005).

**Cuadro 1. Índices de Productividad en Porcinos.**

<b>Índices</b>	<b>Tecnificado</b>
No. de partos/cerda/año	2
No. de lechones/cerdas/parto	9
Lechones destete/cerda/parto	8.7
Peso lechón al nacer	1.5 Kg
Peso lechón al destete	6.8 Kg.
Días de lactancia	21-28 días
No. Servicios por concepción	2
No. cerdas/verraco	20
Edad al Mercado	6 meses
Peso al Mercado	95.3 Kg.

Fuente: Espinosa y Cataño (2005).

## **2.4 Alojamiento para animales de engorde.**

De preferencia las instalaciones de engorde deberán estar lo más lejos posible de las otras áreas de producción. Las galeras o galpones son más largas que anchas y serán construidas a lo largo en forma perpendicular a la salida y puesta del sol. La distancia mínima entre galeras es de 12 a 15 metros. En el interior dos filas de corrales y un pasillo central (Espinosa 2005).

El pasillo central con un mínimo de 80 centímetros de ancho, los corrales más largos que anchos, aquí se recomienda utilizar densidades de un metro cuadrado por cerdo, los corrales con un mínimo de 15 cerdos y un máximo de 20 para optimizar espacio, comederos y bebederos (Espinosa 2005).

Los pisos bien acabados con una pendiente mínima de 5% y paredes de 120 centímetros de alto, una baranda metálica en la parte más baja del corral donde está ubicada área de regulación de temperatura corporal, el bebedero también estará ubicado en el área de regulación de temperatura corporal. Las medidas estándar que recomiendo son tres metros de ancho por siete de largo incluyendo el espacio este espacio (Castellanos 2013).

## **2.5 Aparato digestivo del cerdo.**

En la boca una vez que se forma en bolo alimenticios ciertas encimas que ayudan a desdoblar algunos componentes del bolo como lípidos o carbohidratos. El bolo alimenticio viaja por la faringe y el esófago con la ayuda de unos movimientos que impide que el bolo alimenticio se regrese, estos movimientos se conocen como movimientos peristálticos.

Las paredes del estómago secretan sustancias ácidas (ácido clorhídrico, pepesinigenos) y una hormona llamada gastrina, el estómago se contrae rítmicamente para mezclar las sustancias con el bolo alimenticio. El moco recubre las paredes del esófago para protegerlos de los daños que les puede causar las sustancias ácidas (Suárez Pájaro 2012).

Las proteínas son digeridas en el estómago donde son descompuestas por la acción de la pepsina producida por el jugo gástrico y son transformadas en proteasas y peptosas, dichos prótidos en el intestino delgado a su vez son transformados por acción de enzimas del jugo gástrico. Los aminoácidos resultan de los péptidos, dichos aminoácidos son el resultado final del metabolismo o descomposición de las proteínas, las cuales son incorporadas al torrente sanguíneo cuya función es la formar y reparar tejidos (Romero et al 1995).

Esta acidez del estómago también actúa como una barrera ante las infecciones ya que elimina la mayoría de bacterias. Después de que el alimento se ha mezclado con las secreciones gástricas, la mezcla resultante que pasa al intestino recibe el nombre de Quimo. Al duodeno llegan encima del páncreas y la bilis del hígado (Suárez Pájaro 2012).

Estos líquidos llegan al duodeno a través del esfínter de oddi y contribuyen de forma importante a los procesos de digestión u adsorción. El peristaltismo contribuye a la digestión y a la absorción. Revolver los alimentos y mezclarlos con las secreciones intestinales, las enzimas digestivas son liberadas desde las células de los ácidos y llegan al conducto pancreático a través de varios canales (Suárez Pájaro 2012).

La enzima que digiere los carbohidratos es la amilasa pancreática. Las tres hormonas producidas por el páncreas son: la insulina, que disminuye el valor de azúcar (glucosa) en sangre, el glucagón que por el contrario la aumenta, y las somostatina que impide la liberación de las otras dos hormonas (Romero et al 1995).

El contenido intestinal es líquido cuando alcanza el intestino grueso, debido a la adsorción de agua, se solidifica a medida que alcanza el recto. Las bacterias del intestino grueso también fabrican algunas sustancias importantes como la vitamina K, estas bacterias son importantes para el funcionamiento normal del intestino. El recto es una cámara que comienza al final del intestino grueso, inmediatamente a continuación del colon sigmoide acabando en el ano. Cuando el colon descendente se llena las heces pasan al recto estimulando la defecación (Suárez Pájaro 2012).

## **2.6 Alimentación de los cerdos en desarrollo y engorde.**

El período que comprende el desarrollo y el engorde del cerdo es una de las etapas más importantes de la vida productiva del animal, pues aquí se consume entre el 75 y 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. El período de desarrollo y engorde empieza cuando los cerdos tienen un sistema digestivo capaz de utilizar dietas simples y responder adecuadamente a situaciones de estrés calórico e inmunológico. Este período ocurre cerca de los 20 kg de peso y termina cuando el cerdo es enviado a matadero (Campabadal 2009).

Tradicionalmente, el período de desarrollo y engorde para los cerdos de razas puras tradicionales y algunos híbridos comprende pesos entre los 30 y 50 kg para la etapa en desarrollo y de 50 kg a un peso de mercado (90-100 kg), para la etapa de engorde. La duración de la etapa de desarrollo es de unos 30 días; mientras que la de engorde varía de 50 a 60 días. Para las nuevas líneas genéticas, estos valores cambian según las etapas en que se dividan y el peso final a mercado. Cada línea genética tiene su propia división. Sin embargo, con cualquiera de las fases de alimentación que se utilice, es importante considerar que en la etapa de crecimiento es donde existe una mayor síntesis de tejido magro y en la de finalización donde prevalece la deposición de grasa, por lo que las dietas deben estar bien balanceadas para obtener una conversión de alimento eficiente (Cuadro 2).

Existe una gran variación en los criterios sobre los requerimientos de nutrimentos para obtener máximos rendimientos en el período de desarrollo y engorde. Estos requerimientos están afectados por el ambiente, el tipo de dieta, el propósito del animal, la genética y el sexo (Campabadal 2009).

**Cuadro 2. Requerimientos Nutricionales de los cerdos.**

<b>CICLO DE VIDA</b>	<b>CRECIMIENTO</b>	<b>FINAL</b>
<b>Peso corporal, Kg.</b>	35-60	60-100
<b>Ganancia diaria, Kg.</b>	0.75	0.9
<b>Consumo diario, Kg.</b>	1.8-2.4	2.4-3.0
<b>Energía digerible Kcal. por Kg.</b>	3300	3300
<b>Proteína cruda, %</b>	14	13
<b>Calcio %</b>	0.5	0.5
<b>Fósforo %</b>	0.4	0.4
<b>Consumo diario, gr.</b>	10	14.48
<b>Fibra cruda, % Máximo</b>	7	7
<b>diario, gr.</b>	126-168	168-210
<b>Grasa, % Máximo</b>	6	6
<b>diario, gr</b>	150	210

Fuente: Espinosa y Cataño (2005).

## **2.7 Alimentos proteicos.**

Dos son los tipos de fuentes de proteína utilizadas en la elaboración de alimentos balanceados para cerdos.

Las fuentes de proteína de origen vegetal, que incluye principalmente a la harina de soya. Existen dos tipos de harina de soya, la que contiene 48% de proteína y la de 44% de este nutrimento. Normalmente la que se utiliza en la alimentación de cerdos es la del 48%, por su excelente patrón de aminoácidos, especialmente el contenido de lisina (3.2%). La harina de soya contiene bajos niveles de calcio (0.30%) y de fósforo aprovechable (0.30%) y el nivel de energía digestible varía de 3.1 a 3.2 Mcal/kg. La otra categoría de fuentes de proteína son las de origen animal, donde se incluyen las harinas de pescado, la harina de carne y hueso, los subproductos de la leche, el plasma porcino, las células sanguíneas y rara vez subproductos avícolas. La harina de pescado es la fuente de proteína animal que contiene el mejor balance de nutrimentos. Sin embargo, por su procesamiento, el material utilizado, las adulteraciones, contaminaciones y su precio, en muchos casos limitan su uso en la alimentación de cerdos (Campabadal 2009).

La harina de carne y hueso aunque se le considera una fuente de proteína, pues contiene niveles de entre 40 y 42%, se utiliza más bien como fuente de calcio (12%) y fósforo (6%). Sus proteínas pueden ser de muy variada calidad, pues en su elaboración se utilizan constituyentes como pelo, cuernos, pezuñas y tejidos conectivos con una baja calidad de aminoácidos (Campabadal 2009).

## **2.8 Subproductos para alimentación de cerdos.**

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, trigo y caña de azúcar. También están los llamados fuentes energéticas altas en humedad donde el banano y la yuca son las principales fuentes utilizadas (Campabadal 1989).

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 supe varía de 1 a 1,5 kg por cerdo por día. Para una mejor utilización del suplemento éste debe suministrar fraccionado, mitad en la mañana y mitad en la tarde a cerdos con pesos superiores a los 30 kg y a las cerdas gestantes. Las cerdas lactantes no deben recibir este tipo de alimentación. La cantidad de banano y yuca que comen los cerdos varía de 4 a 6 kg/día. Es importante que la yuca sea cocinada o secada al sol para evitar problemas de intoxicación (Campabadal 1989).

### **2.8.1 Subproductos lácteos.**

Los subproductos lácteos que se encuentran en nuestra área, el suero de leche y la leche descremada son productos de la industria quesera y láctea. El suero de leche contiene todos los componentes de la leche solubles en agua, que incluye la lactosa, las proteínas lactoalbúminas y lactoglobulinas, minerales y vitaminas solubles en agua (Leibbrandt y Benevenga 1991).

El contenido de sal puede ser un factor limitante, pues de acuerdo al tipo de queso de donde provenga, su contenido puede fluctuar de 1 hasta 5%. El nivel de cloro en un suero puede variar desde 1 hasta 2% con un valor medio de 1.3%; mientras que el sodio desde 0.5 hasta 2.5%. El valor medio es 0.70%. El suero de leche o queso contiene aproximadamente 70% de lactosa, de 10 a 12% de proteína de 1 a 1.2% de lisina, 0.90% de calcio y 1.10% de fósforo. En contenido de energía digestible varía de 3.1 a 3.2 Mcal/kg (Campabadal 2009).

### **2.8.2 Calidad de suero de leche.**

Cuando el suero es sobrecalentado, resulta un producto de color café, causado por la caramelización del azúcar de la leche (lactosa). Este producto tendrá un valor nutritivo menor, pues la lactosa y la lisina se ligan químicamente (reacción de Maillard), haciendo que ambos componentes sean menos digestibles. El color óptimo para un suero bien procesado debe ser blanco, donde la lactosa y la lisina son altamente digestibles (Mahan 1993); sin embargo, se pueden encontrar sueros de buena calidad de color rosados o amarillos, provenientes de ciertos quesos especiales (Goodband y Nelssen 1991).

Un cuidado que también debe tenerse con la calidad del suero, es su clasificación en grado comestible y grado alimenticio industrial, que está basado no en diferencias químicas, sino en contaminación con salmonella (Mahan 1993).

También existen sueros que son parcialmente deslactosados, desmineralizados o ambos. La cantidad de lactosa o de minerales que se remuevan del suero afectarán su valor nutritivo. No es recomendable el uso del suero deslactosado en dietas para lechones (Goodband y Nelssen, 1991).

El suero también puede ser clasificado en suero dulce y suero ácido (Leibbrandt y Benevenga 1991).

El suero dulce es el afluente de leche entera, proveniente de la manufactura de quesos naturales o procesados como el Cheddar, Suiso, Monterey, etc. El suero ácido es producido a partir de caseína acidificada proveniente de leche descremada como es el caso del queso cottage. El suero dulce es más alto en proteína y lactosa, pero más bajo en calcio y fósforo. La leche descremada contiene menos lactosa (50%) que el suero, pero contiene niveles mayores de proteína (33%), lisina (2.54%). El nivel de calcio es de un 1.3% y el de fósforo 1.02%. Sin embargo, su precio es más elevado. Por lo tanto el uso de leche descremada se recomienda en las dietas de lechones con pesos menores a 10 kg. (Campabadal 2009).

### Cuadro 3. Contenido del suero de leche.

Contenido del suero de leche	%
Lactosa	70%
Proteína	10 a 12%
Lisina	1 a 1.2%
Calcio	0.90%
Fósforo	1.10%
Energía Digestible	3.1 a 3.2 Mcal/kg
Fósforo	1.10%
Energía Digestible	3.1 a 3.2 Mcal/kg

Fuente. Campabadal (2009).

## **2.9 Fuentes de Vitaminas y Minerales.**

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. En el caso de las fuentes de calcio y fósforo, se utilizan los fosfatos mono y dicálcicos cuyos contenidos de estos dos minerales depende de la fuente. Uno de los más utilizados es el fosfato monocálcico 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 según la fuente varía de 28 a 38%. El nivel de cloro y sodio se satisface por medio de la sal. Los niveles dependen de la etapa productiva y del contenido de las materias primas (harina de pescado, subproductos lácteos, etc.) (Campabadal 2009).

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **3.1 Descripción del estudio.**

#### **3.1.1 Localización de la investigación.**

La investigación fue realizada en el Caserío Los Cerritos, Cantón Veracruz, Ciudad Arce, Departamento de La Libertad, El Salvador.

Ciudad Arce tiene una extensión territorial de 195.84 km<sup>2</sup> y se ubica geográficamente en las coordenadas 13°48'17" Latitud y 89°26'56" Longitud, a una elevación de aproximadamente 575 m.s.n.m., con una población de 75000 habitantes. La temperatura del municipio varía de 20°C de temperatura mínima y 31°C de máxima, con una humedad relativa (HR) que puede alcanzar el 80% y la velocidad del viento es de 3 Km/h a 9.7 Km/h (Fig. A-15, A-16) (Ciudad Arce 2015).

#### **3.1.2 Duración de la investigación.**

La fase de campo de la investigación dio inicio el día 13 de septiembre y finalizando el día 27 de diciembre del 2015. La cual fue desarrollada durante quince semanas, una semana de adaptación a la nueva dieta y catorce semanas de la dieta recomendada para cada bloque de la investigación.



### **3.1.3 Ubicación del experimento.**

Los cerdos fueron albergados bajo condiciones adecuadas las cuales consisten en una galera con una dimensión de 25 m de largo por 11.5 m ancho, el cual se encuentra dividido en diez corrales con dimensión de 4.6 m de largo por 2.5 m de ancho cada uno. La galera se encuentra orientada de este a oeste. Impermeabilizada con piso de cemento.

El techo es de dos caídas, de lámina galvanizada con altura al centro de 3.5 m y en los laterales 3 m de altura, con columnas y vigas de hierro.

Los corrales que están dentro de la galera, tienen un área funcional para seis cerdos equipados con un comedero con una dimensión de 0.30m de ancho, 0.20m de alto y 2 m de largo; un bebedero automático tipo niple, ubicado a una altura del piso de 0.70m. La división de los corrales tiene una altura de 1.25 m y está construida con una combinación de ladrillo concreto tipo saltex y rejas de hierro, el piso con una pendiente del 2%, para el buen drenaje de los líquidos.

## **3.2 Metodología de campo.**

### **3.2.1 Fase experimental.**

Para el desarrollo del estudio se trabajó con 24 cerdos, 12 machos y 12 hembras, de ocho semanas de edad con un peso promedio de 35kg, estos se manejaron hasta la etapa final de engorde. Los cerdos tuvieron un periodo de adaptación de una semana, en esta fase se alimentaron con una ración balanceada elaborada con base a los requerimientos nutricionales de acuerdo a su edad en la fase de desarrollo con un 16% de proteína; posteriormente en la fase de engorde 15% de proteína. El agua era suministrada a libre consumo.

Después del periodo de adaptación, los cerdos fueron alimentados con dietas formuladas para el experimento según los requerimientos de nutricionales (TOPIGS s.f.). Los tratamientos fueron formados por la combinación de diferentes cantidades de suero líquido de leche más concentrado. Los nutrientes ofrecidos en el suero, fueron restados al concentrado de manera que las cantidades de nutrientes en los tratamientos fueron los mismos (Cuadro 3), la composición nutricional de las dietas (Cuadro 4) y la asignación de los animales en los tratamientos (Cuadro 5).

**Cuadro 4. Descripción de los tratamientos.**

Tratamientos	Fase de desarrollo.		Fase de engorde.	
	Concentrado (kg/día)por cerdo	Suero (l/día) por cerdo.	Concentrado (kg/día)por cerdo	Suero (l/día) por cerdo
T1	2.18	0	3.43	0
T2	1.95	4	3.06	6
T3	1.8	7	2.68	10
T4	1.65	12	2.30	14

La duración de la fase de inicio fue ocho semanas y de la finalización de seis semanas.

**Cuadro 5. Composición nutricional de la dieta.**

Nutrientes balanceados	Desarrollo %	Engorde %
Proteína	16.00	15.00
Lisina	0.75	0.60
Metionina	0.20	0.16
Calcio	0.50	0.45
Fosforo	0.45	0.40
Energía digestible	3400 mcal/kg	3400 mcal/kg

**Cuadro 6. Distribución espacial de los tratamientos.**

Tratamientos	Sexo		Total
	Machos	Hembras	
T1	3	3	6
T2	3	3	6
T3	3	3	6
T4	3	3	6

La división de los tratamientos quedaron de la siguiente forma: T1 solamente ración con concentrado para etapa de desarrollo con un 16% de proteína y un 15% proteína en la etapa final engorde; T2 para etapa de desarrollo con un 16% de proteína y 4 litros de suero y un

15% proteína en la etapa final engorde y 6 litros de suero; T3 para etapa de desarrollo con un 16% de proteína y 7 litros de suero y 15% proteína y 10 litros de suero en la etapa final engorde. T4 para etapa de desarrollo con un 16% de proteína y 12 litros de suero y 15% proteína y 14 litros de suero en la etapa final engorde.

### **3.2.2 Manejo del alimento.**

El alimento fue proporcionado a los diferentes tratamientos en dos tiempos el primero a las 7:00 am y el segundo a las 3:00pm. Para el tratamiento T1 fueron proporcionado dos raciones un con el 50% de su ración por la mañana y la segunda ración fue proporcionada por la tarde; para los tratamiento T2,T3,T4 se proporcionara 50% de concentrado y 50% de suero por la mañana y por la tarde.

Para los tratamientos que contenían suero, se proporcionó a la misma vez formando una ración semilíquida (Cuadro 3).

#### **3.2.2.1 Obtención y manejo de suero de leche.**

El suero de leche liquido dulce era recolectado en la planta procesadora de lácteos diariamente, el cual estaba siendo procesado durante el transcurso del día y era transportado hacia la granja en recipientes plásticos con capacidad de 200 litros debidamente higienizados en las horas previas a su uso (6 am y 2 pm). Con la finalidad de conservar sus propiedades físico químicas y que no entre en proceso de descomposición.

#### **3.2.3 Toma de datos.**

La toma del peso se realizó por medio de una báscula de piso con capacidad de 227kg. Los días domingos a las 10:00am. Durante la toma de peso se realizó un examen clínico físico del animal para observar posibles problemas de salud de cada unidad experimental tales como problemas de piel, pesuñas y diarreas. Posteriormente se realizaba la limpieza de cada uno de los corrales, utilizando mangueras a presión para la remoción completa de los desechos de los animales. Se mantuvo un horario fijo para la recolección de datos y la alimentación, esta se realizaba llevando un registro semanal de peso para cada bloque(A-1).

### 3.3 Metodología de laboratorio.

#### 3.3.1 Balanceo de raciones.

Para poder balancear las raciones por etapa se tomó en cuenta los requerimientos nutricionales de los cerdos de la línea topigs C-40 para cada una de las etapas de desarrollo y engorde (Cuadro 4) (TOPIGS s. f.).

Para realizar el cálculo de raciones se utilizó el software de balanceo de raciones Brill® de la Universidad de Cornell (Feed Magement Systems 2013). Combinando para definir la cantidad de concentrado y suero a suministrar en las raciones para la etapa de desarrollo (Cuadro 7) y etapa de engorde (Cuadro 8).

**Cuadro 7. Formulación de concentrados de acuerdo a los tratamientos en la etapa de desarrollo.**

Materias primas	T1 Desarrollo %	T2 Desarrollo %	T3 Desarrollo %	T4 Desarrollo %
Maíz amarillo	75.86	65.92	55.98	39.56
Harina de soya	19.90	18.91	17.92	18.08
Afrecho de trigo	0.00	0.00	0.00	4.78
Sal yodada	0.30	0.30	0.30	0.30
Suero de leche	0.00	11.00	22.00	33.00
Grasa Animal	1.44	1.36	1.29	1.77
Núcleo	2.50	2.50	2.50	2.50

Fuente (propia)

**Cuadro 8. Formulación de concentrados de acuerdo a los tratamientos en la etapa de engorde.**

Materias primas	T1 Engorde %	T2 Engorde %	T3 Engorde %	T4 Engorde %
Maíz amarillo	78.62	69.16	62.85	56.54
Harina de soya	17.33	16.38	15.76	15.13
Sal yodada	0.30	0.30	0.30	0.30
Suero de leche	0.00	10.48	17.46	24.45
Grasa Animal	1.25	1.18	1.13	1.08
Nucleo	2.50	2.50	2.50	2.50

Fuente (propia)

### **3.4 Variables en estudio.**

VARIABLES DEPENDIENTES: peso, ganancia de peso y conversión alimenticia

VARIABLES INDEPENDIENTES: tratamientos y sexo.

#### **3.4.1 Peso.**

Consistió en llevar el registro semanal de pesos vivos de cada uno de los cerdos en estudio.

#### **3.4.2 Ganancia de peso.**

Para obtener esta variable, se realizó la toma de los pesos de los cerdos cada semana restándole al peso actual, el peso anterior. Esto se llevó a cabo cada siete días, en las mañanas antes de brindarles el alimento para evitar error de manejo. Con la toma de estos datos se elaboró una tabla de ganancia de peso por cerdo a la semana (Anexo A-2).

Fórmula utilizada:

**IP**= Peso actual - Peso anterior

Dónde: IP = Incremento de peso

#### **3.4.3 Conversión alimenticia.**

Esta variable se calculó con los kilogramos de alimento consumidos por los cerdos en relación con la cantidad de peso ganado en kilogramos. Para estimar la cantidad de peso ganado se realizaba el pesaje de los cerdos semanalmente por bloque y tratamiento.

Fórmula utilizada para el cálculo:

**CA** = Consumo de alimento / Ganancia de peso

### 3.5 Metodología estadística.

#### VARIABLES EN ESTUDIO.

**Peso vivo (kg).** Los pesos vivos se tomaron semanalmente y se graficaron, se realizaron comparaciones al final de las fases en las semanas 18 y 24 de edad.

**Ganancia diaria de peso durante las fases de desarrollo y engorde (gr/día).** Se estimó restando el peso inicial al peso al final de la fase y dividiéndola entre el número de días del período.

**Conversión alimenticia durante las fases de desarrollo y engorde.** Estimada por la división de la ganancia de peso durante el período entre el consumo acumulado de alimento.

Los datos de las variables en estudio se analizaron por medio de un modelo general lineal considerando como factores en estudio el sexo de los cerdos y los tres niveles de suero utilizados en las dietas

La expresión matemática del modelo fue

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde :

$\mu$  = Media General

$\alpha_i$  = Efecto de las dietas

$\beta_j$  = Efecto del sexo

$E_{ij}$  = Error experimental

Se utilizó un nivel de significancia del 95% ( $P= 0.05$ ) para declarar las diferencias estadísticas como significativas, se consideró una tendencia entre a una  $0.05 > P < 0.01$ . Los datos se procesaron en el Software Estadístico InfoStat, de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

### **3.6 Comparación Económica.**

Para el análisis económico se determinó lo siguiente: presupuestos parciales, relación beneficio-costo, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal. El análisis del presupuesto parcial permitió organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y los beneficios de los diferentes tratamientos. Para referenciar el estudio económico se basó en los precios de venta del kilogramo de carne de cerdo en pie para poder determinar la relación beneficio-costo. Se utilizó para ello los costos variables de los concentrados en cada tratamiento. En el análisis de dominancia se utilizaron los costos que varían de menor a mayor de cada uno de los tratamientos y se les colocó a la par su respectivo beneficio neto para determinar cuál de los tratamientos es dominado.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.**

Para una comprensión de los hallazgos en la investigación, se presenta un análisis individual de las variables en estudio, incorporando estadística descriptiva e inferencial a modo de explicar los efectos producidos por el concentrado y el suero de leche en la ganancia de peso y la conversión alimenticia de los cerdos. Además, también se incorporan algunos análisis adicionales relacionados con las etapas de desarrollo (series de tiempo) y sexo.

### **4.1 PESO VIVO BAJO LAS VARIABLES SEXO Y TRATAMIENTOS.**

#### **3.1 Peso vivo.**

Los pesos vivos de los cerdos en las fases de desarrollo (semana 11-18) y engorde (semana 19-24), se presentan en las figuras 1 y 2. Como se nota, los cerdos aumentaron de peso de forma continua a lo largo del estudio, pudiéndose notar que sobresalen los pesos en el tratamiento 2 que es el nivel más bajo de suero (4 lt/día en desarrollo y 6 lt/día en el engorde).

Los promedios de peso al final de las fases de desarrollo y engorde (18 y 24 semanas respectivamente) según el sexo de los cerdos se presentan en el cuadro 5. Se encontraron diferencias estadísticas significativas por efecto del sexo ( $p < 0.05$ ) sobre los pesos vivos. Puede notarse que hay una diferencia de 4.85 kg en desarrollo ( $p=0.012$ ) y 5.68 kg en el engorde (0.020) en favor de los machos.

**CUADRO 9. Peso vivo por sexo de los cerdos al final de las fases de estudio.**

SEXO/ SEMANA	Semana 18	Semana 24
Machos	70.15	103.37
Hembras	65.3	97.69
Probabilidad	0.0122	0.0195

Fuente: Propia.

El cuadro 9. Muestra que los machos al final de cada fase, poseen un promedio de 33.22g de diferencia con respecto a las hembras (grafico 1).

Pokniak *et al* (1980), analizo el comportamiento del suero de quesería en la alimentación de 15 machos y 15 hembras, y demostró que existen diferencias significativas en cuanto a la relación de los pesos vivos de los cerdos con  $P < 0.001$ , obteniendo que los machos poseen un promedio 99.7 kg de peso contra un 92.2 kg de las hembras, estos resultados fueron superados con la investigación ya que los cerdos machos poseen promedio en la etapa de engorde de 103.37 kg y las hembras con un promedio de 97.69 kg. Sin embargo Calderón *et al* (2010), no encontraron diferencia en cuanto al peso vivo con respecto al sexo en los pesos finales y utilizaron la agrupación de los cerdos por tratamiento.

Los efectos de los tratamientos (niveles de suero) sobre los pesos vivos de los cerdos, al final de las fases de desarrollo (semana 18) y engorde (semana 24) se presentan en el cuadro 6. Durante la fase de desarrollo, los tratamientos produjeron diferencias estadísticas significativas ( $p=0.034$ ) siendo mayores los pesos de T2 (4 lt/día de suero). Mientras que durante la fase de engorde se encontró una tendencia ( $p=0.094$ ) siendo el T2 (6 lt/día de suero) el que tiene el promedio de peso vivo más alto

**CUADRO 10. Peso vivo de los cerdos según la ración de alimento al final de cada fase.**

TRATAMIENTOS/ SEMANAS	Semana 18	Semana 24
T1	66.74	100.23
T2	72.27	104.85
T3	68.68	101.59
T4	63.21	95.45
Probabilidad	0.0213	0.0527

Fuente: propia



La investigación realizada por Almaguel *et al* (2004), describe que al suministrar alimento a los cerdos en forma de papilla se aumenta la digestibilidad de la ración la cual contiene mayor cantidad de proteínas, lo cual constituye una mejor el desarrollo orgánico de cerdos en crecimientos. Al igual que Sarchizar *et al* (1996), probaron varias dietas llegando a iguales resultados; los datos del presente estudio son similares a las experiencias antes descritas, debe notarse que los pesos disminuyeron cuando las cantidades de suero se aumentaron en los tratamientos T3 y T4

En estudio reciente, Yáñez y Montalvo (2013), mostraron que los pesos finales de los cerdos en la fase de engorde muestran diferencias positiva con el uso de suero, ya que con (1.9 kg de concentrado más 14 litros de suero de leche) y el (con 1.8 kg de concentrado más 16 litros suero de leche), se obtuvo 97.6 kg y 97 kg.

En México en la investigación de M. López, *et al* (2010), encontraron que el tratamiento con 6 litros de suero obtuvo 99.0 kg y con 12 litros de 98.5 kg de peso vivo en la fase de engorde, es decir que una mayor cantidad de suero no aumento el peso. Estos resultados se comparan a nuestra investigación ya que los pesos encontrados tienden a disminuir cuando se aumento las cantidades de suero de 6 a 10 y 14 lt/día (104.85, 101.54 y 95.45 kg respectivamente)

#### **4.2 GANACIA DE PESO BAJO LAS VARIABLES SEXO Y TRATAMIENTO.**

Los objetivos de la investigación era ver el comportamiento de la ganancia de peso de los cerdos bajo las variables sexo y ración proporcionada, para esto se estudió en la última semana de cada fase.

El efecto del sexo sobre la ganancia diaria de peso fue significativo en la fase de desarrollo ( $p= 0.05$ ) pero no en la fase de engorde ( $p=0.48$ ), ver cuadro 7. Las ganancias promedio encontradas fueron 561.66 gr/día en la fase de desarrollo y 764.91 gr/día en engorde independientemente del efecto del sexo y del tratamiento.

**Cuadro 11. Ganancia de peso según el sexo al final de las fases de desarrollo y engorde.**

SEXO/ FASE	DESARROLLO Semanas 11- 18	ENGORDE Semanas 19- 24
Machos	590.03	774.41
Hembras	533.3	755.41
Probabilidad	0.0491	0.4784

Fuente: Propia

El cuadro 11 nos indica cómo se comportó la ganancia de peso durante las fases, se observa como los machos superaron a las hembras en ambas fases. (Grafico 4).

**Cuadro 12. Ganancia de peso según tratamiento.**

TRATAMIENTOS/ SEMANAS	SEMANAS 10-18	SEMANA 19-24
T1	554.63	797.22
T2	599.33	775.58
T3	577.48	745.22
T4	515.22	741.62
Probabilidad.	0.1863	0.4108

Fuente: Propia.

El cuadro 11 Nos muestra que los promedios de cada ración alimenticia fueron similares la última semana de cada fase, observamos que en la fase de desarrollo la ración T2 posee el mejor promedio de ganancia de peso, mientras que en la fase de engorde la ración T1 posee la mejor ganancia de peso.

Pokniac et al et al (1980), en su análisis de suero de quesería con relación al concentrado, utilizando las proporciones el T1 (100% concentrado), T2 (concentrado más suero de quesería en relación 1:1) y T3 (concentrado más suero de quesería en relación 1:3), se obtuvo que la mejor ganancia de peso ocurrió en los tratamientos con suero de leche, con  $P < 0.001$ , obteniendo la mejor ganancia la relación del T3. Cabe señalar que en el estudio actual, las cantidades crecientes de suero incluido se restaron de su equivalente nutricional dentro de las raciones de concentrado (Cuadros 1 y 2) de manera que las cantidades

crecientes de suero, disminuyeron el desempeño. Lo cual no ocurrió en el estudio de Poniac et al et al (1980) porque ellos adicionaron suero al concentrado.

Por otra parte, Yáñez y Montalvo (2013), reportaron que en la etapa de engorde no se encuentra diferencia en la ganancia de peso con un  $P > 0.05$  y valor de 0.08 por el uso de suero. Esto concuerda con nuestra la investigación ya que en la etapa de engorde no se encontraron diferencias significativas en los pesos vivos ni las ganancias de peso por efecto de la adición de suero a la dieta. Lo cual es aun un resultado positivo del estudio ya que se consiguió alimentar a los cerdos con una fuente más económica sin perjudicar el desempeño.

#### 4.3 CONVERSION ALIMENTICIA SEGÚN SEXO Y RACIÓN.

El efecto del sexo en cuanto a la conversión es no significativa ( $p=0.069$ ) en la fase de desarrollo, de igual manera se comporto en la fase de engorde presentando un resultado no significativo en cuanto al sexo ( $p=0.4524$ )

**Cuadro 13 Índice de conversión alimenticia según sexo para ambas fases.**

SEXO/ SEMANA	Semanas 11-18	Semanas 19- 24
Machos	3.75	4.58
Hembras	4.15	4.45
Probabilidad	0.0691	0.4524

Fuente: Propia

El cuadro 13 nos muestra que las diferencias entre los machos y las hembras es mínima, es decir que el comportamiento durante la fase de desarrollo y engorde no presentan una diferencia significativa.

**Cuadro 14. Índice de conversión alimenticia según el tratamiento.**

TRATAMIENTOS/ SEMANAS	Semana 18	Semana 24
T1	4.02	4.31
T2	3.65	4.45
T3	3.82	4.64
T4	4.32	4.67
PROBABILIDAD	0.1594	0.4108

Fuente: propia

El cuadro 14 nos muestra que al final de las fases en estudio no hay diferencias amplias en cuanto al índice de conversión alimenticia, podemos observar que la ración T2 durante la última semana de la fase de desarrollo menos alimento para producir un kilogramo de peso, contrario a lo que sucedió en la fase de engorde que la ración de T1 (100% concentrado), el menor índice de conversión alimenticia sobre la ración T2.

Darwin Yáñez y Milton Montalvo (2013), en su investigación no se encuentran diferencias significativas en cuanto a la conversión alimenticia de los cerdos en las etapas de desarrollo y engorde con  $P > 0.05$  y un valor de 0.08, esto coincide con esta investigación, ya que no se presentan diferencias significativas en cuanto a la conversión alimenticia de los cerdos, esto puede deberse a que en dicha investigación se realizó un análisis de varianza en la última semana de la etapa de desarrollo en el cual se indica que no existen diferencias significativas y los cerdos entraron en iguales condiciones corporales y de peso a la etapa de desarrollo.

Según M. López et al (2010), los tratamientos con suero de leche, producen una mejor conversión alimenticia ya que en su investigación el tratamiento con mayor introducción de suero produjo la mayor conversión de alimento en cuanto a concentrado consumido y peso ganado., esto coincide con la investigación de Romero et al (1988), que revela que los animales con suero convierten más alimento que los que solo son alimentados con concentrado. La diferencia con esta investigación puede deberse a que el ofrecimiento de las distintas cantidades de suero a los cerdos se hizo estándar en cada fase, mientras que Calderón et al (2010) utilizaron más suero de leche en las etapas finales de cada fase.

#### **4.4 Análisis económico.**

Se analizaron los costos por cada tratamiento, detallando el costo de los concentrados formulados, obtención del suero de leche, cerdos, medicamentos, mano de obra y costos totales por cada tratamiento. Los costos de cada materia prima, se obtuvieron en base a los precios de compra en dicha fecha de estudio y el de los concentrados formulados a lo utilizado para elaborar la cantidad de alimento que se ofreció durante todo el ensayo.

Para el beneficio bruto de campo se consultaron precios de mercado en pie de un cerdo de 22 semanas de edad los cuales oscilan entre \$2.30 y \$2.42 por kilogramo, se estableció un precio de \$2.42, dejando el mismo precio de costo del producto en el campo.

#### **4.4.1 Costo de los cerdos y alimentación.**

Durante el ensayo se registraron los costos de las materias primas para la elaboración de las diferentes raciones en estudio como también la estimación de la cantidad de alimento ofrecido como también la ganancia de peso semanal de los cerdos como el precio de venta en la fase final del ensayo para poder calcular los costos variables, los beneficios netos y la tasa de retorno marginal.

##### **4.4.1.1 Costo de T1 (tratamiento testigo).**

Se calculo la cantidad de alimento ofrecido durante todo el ensayo que fue 1597 Kg. Teniendo como un gasto durante todo el ensayo de \$620.90 basados en los precios de las materias primas en el mercado (Cuadro A-1).

##### **4.4.1.2 Costos de T2 (tratamiento con la adición de 4 lt fase de desarrollo y 6 lt de suero de leche en fase de engorde).**

El total de alimento consumido durante todo el ensayo fue de 1426.28 kg. Teniendo un costo de \$532.98 basado en los precios de las materias primas en el mercado (Cuadro A-2).

##### **4.4.1.3 Costos de T3 (tratamiento con la adición de 7 lt en fase de desarrollo y 10 lt De suero de leche en fase de engorde).**

El total de alimento consumido durante todo el ensayo fue de 1280.24 kg. Teniendo un costo de \$463.26 (Cuadro A-3)

##### **4.4.1.4 costos de T4 (tratamiento con la adición de 12 lt en fase de desarrollo y 14 lt de suero de leche en fase de engorde).**

El total de alimento consumido durante las dos fases fue de 1134 Kg. Teniendo un costo total de \$413.28 durante todo el ensayo (Cuadro A-4).

#### 4.5 Presupuesto parcial.

Se realizó un ajuste del 10% de los rendimientos a cada tratamiento, multiplicando los rendimientos por 0.10 como se observa en el Cuadro 20, y estimando los beneficios brutos de campo en base al precio de venta del cerdo en pie. Los beneficios netos se obtuvieron por la diferencia de los beneficios brutos de campo y los costos que varían.

**Cuadro 15. Presupuesto parcial.**

	T1	T2	T3	T4
<b>Rendimiento en Kg</b>	601.36	629.09	609.55	572.73
<b>Rendimiento Ajustado Kg. en pie 10%</b>	541.22	566.18	548.60	515.46
<b>BBC \$</b>	<b>\$1,309.76</b>	<b>\$1,370.16</b>	<b>\$1,327.60</b>	<b>\$1,247.41</b>
<b>Costo de alimentación (Concentrado + suero de leche)</b>	\$620.90	\$532.98	\$463.26	\$413.28
<b>Costo de los cerdos</b>	\$300.00	\$300.00	\$300.00	\$300.00
<b>CV \$</b>	<b>\$920.90</b>	<b>\$832.98</b>	<b>\$763.26</b>	<b>\$713.28</b>
<b>Beneficio Parcial \$</b>	<b>\$388.86</b>	<b>\$537.18</b>	<b>\$564.34</b>	<b>\$534.13</b>

#### 4.6 Análisis de dominancia.

El análisis de dominancia se efectúa, primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos. Con esto el T3 es el que proporciona los mejores beneficios costos con \$564.34 superior en \$175.48 al T1.

#### 4.7 Curva de beneficios netos.

El tratamiento 1 queda afuera la curva de beneficios netos por ser el tratamiento dominado.

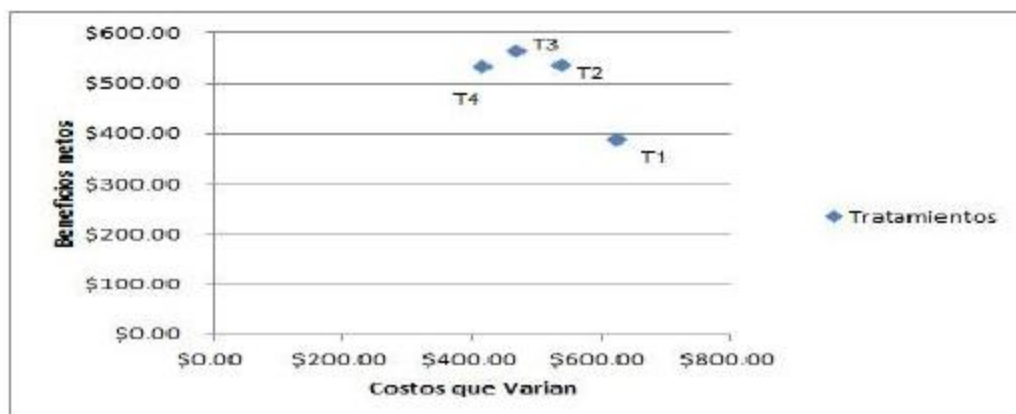


Figura 1. Curva de beneficios netos de los tratamientos no dominados.

El tratamiento 3 obtuvo los mejores beneficios con respecto a los tratamientos 2, 4, 1 respectivamente.

#### **4.8 Tasa de retorno marginal.**

Para la tasa de retorno marginal de T3 y T4, por \$1 invertido en el tratamiento 3 a comparación del tratamiento 4 se obtiene un retorno de \$30.21, por lo tanto si se cambia del tratamiento3 al tratamiento4 se obtendrá un retorno de \$0.60 al invertir \$1. Para la tasa de retorno marginal de T3 y T2 por \$1 invertido en el tratamiento3 a comparación del tratamiento2 se obtiene un retorno de \$27.16, por lo tanto si se cambia del T3 al T2 producirá una pérdida de -\$0.39 por \$1 invertido. Para la tasa de retorno marginal de T3 y T1 por \$1 invertido en el tratamiento3 a comparación del tratamiento1 se obtiene un retorno de \$175.74, por lo tanto si se cambia del T3 al T1 producirá una pérdida de -\$1.11 por \$1 invertido (Cuadro A-5)



## 5. CONCLUSIONES.

- ✓ El uso del suero como una alimentación alternativa en la producción de cerdos de engorde. Se observó un mejor consumo de alimento mejorando el peso vivo .
  
- ✓ En los tratamiento evaluados en la fase de desarrollo y correspondientes a las variables ganancia de peso, conversión alimenticia y peso vivo. Estadísticamente el tratamiento 2 con 89.42% de concentrado y 10.58% de suero de leche, reflejó los mejores resultados en dichas variables.
  
- ✓ Los tratamientos evaluados en la fase de engorde y correspondientes a la variable peso vivo, estadísticamente el tratamiento 2 con 89.42 % de concentrado y 10.58% de suero de leche reflejo los mejores resultados seguidos de los tratamientos que contenían el 17.46%, 0% y 24.45 % de suero de leche.
  
- ✓ Económicamente en el T3 se obtuvo un mejor retorno de la inversión realizada comparado con los demás tratamientos T2, T4, T1.

## 6. RECOMENDACIONES

- ✓ Adicionar suero de leche a la ración alimenticia de los cerdos de la línea genética topigs c-40 en la fase de desarrollo se obtienen mejores resultados en cuanto a ganancia de peso permitiendo al porcicultor disminuir los gastos generados por la compra del concentrado comercial y hacer un buen uso del suero de leche generado por las plantas procesadoras de lácteos disminuyendo así los focos de contaminación del entorno ambiental.
- ✓ Para pequeños productores se recomienda una alimentación semi-líquida (papilla) para obtener mejores resultados en peso vivo en la etapa de desarrollo y engorde.
- ✓ Suministrar a los cerdos 30 días después del destete la formulación de 4litros de suero de leche con el 1.95 kg de concentrado como fuente de proteína alternativa para favorecer la ganancia de peso y generar un mejor consumo de la dieta.
- ✓ Se recomienda el uso de tratamiento 3 en la fase desarrollo y engorde en la alimentación de los cerdos de la línea TOPIGS ya que produce un mejor retorno económico beneficiando a los pequeños productores.

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

1. Alvarenga, F; Ramírez Medina, D. 2005. Evaluación del uso de Clorhidrato de ractopamina incorporado en la ración diaria de cerdos en fase de finalización en la Granja San Juan. Tesis Lic. MVZ, San Salvador, SV, Universidad de El Salvador, 22p.
2. ASPORC (Asociación de salvadoreña de porcinocultores, SV) 2014. Historia de la porcinocultura en el salvador. (en línea). Consultado 24 nov. 2014. Disponible en [www.asporc.org/](http://www.asporc.org/)
3. Almaguel; Tolón, N. Camino, Y; Ramírez, M. 2004. Nota sobre el efecto del suero lácteo en la alimentación de cerditos destetados (en línea). Consultado 2 jul. 2015. Disponible en <http://cipav.org.co/RevCubana/1101/110106.html>
4. Álvarez Ordoñez, p. 1995. Utilización de suero de leche en la engorda del cerdo. Tesis Ing. Guadalajara, MX, centro universitario de ciencias biológicas y agropecuarias. 33-37 p.
5. Bauza, R; et al. 2011. Aporte nutritivo del suero de queso en la alimentación de cerdos en engorde. (en línea). Consultado 21 feb. 2016. Disponible en [http://www.iip.co.cu/RCP/184/184\\_artresRBauza.pdf](http://www.iip.co.cu/RCP/184/184_artresRBauza.pdf)
6. Campabadal, C. M. 1986. Utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación de cerdos. ASA/MEXICO A.M. No. 71p.
7. Campabadal, C. 2009, Guía de Alimentación Técnica de Cerdos (en línea). San José, CR. Consultado 4 de oct. 2014 Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00144.PDF>
8. CNPML (Centro nacional de producción más limpia). 2003. producción más limpia en el sector de los productos lácteos de El Salvador, (en línea). San Salvador, SV. Consultado 24 nov. 2014. Disponible en <http://www.cnpml.org.sv/#>
9. Castellanos E. 2012, Diseño óptimo de una Granja Porcina (en línea). S.I. Consultado 3 de Oct. 201. Disponible en

<http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Materiales/Produccion/Instalaciones/Diseno%20optimo%20de%20una%20granja%20porcina.pdf>

10. Castellanos, E. 2013, Instalaciones de Engorde. ( en línea) consultado: 5 de oct. 2013. Disponible en [www.instalacioneporcinas.com](http://www.instalacioneporcinas.com)
11. Delgado, G. 2001. Diseño en bloques completos con tratamientos aleatorizados. (en línea). Consultado 24 mar. 2014. Disponible en <http://colposfesz.galeon.com/disenos/teoria/dbcta/prog-dba.htm>
12. Espinosa, C. Cataño, G. 2005. Manual de Producción Porcícola. (en línea). Consultado 15 ago. 2013. Disponible en <https://docs.google.com/file/d/0BwFEg13UxqgoMmZmOGYyNzEtYjRhZi00YTkxLWI5NmltZjcyNmZhOTJIYmUx/edit?sort=name&ddrp=1&layout=list&pid=0BwFEg13UxqgoYzdINDU2ZWUtM2E2ZC00MDJhLWEyNjEtYjJINzRiOWFhM2Vj&cindex=13#>
13. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, SV) 2014. Estadísticas, y mercados; precios internacionales de productos Básicos. (en línea). Consultado 5 nov. 2014. Disponible en <http://www.fao.org/statistics/es/>
14. Feed Management Systems Inc. 2013. (Programa de Cómputo) Brill Formulation 2.5, US. 1 disco compacto, 8 mm
15. FISDL (Fondo de inversión social para el desarrollo local) 2014. Conoce tu Municipio. (en línea) Consultado 25 oct. 2014. Disponible en <http://www.fisdl.gob.sv/servicios/en-linea/ciudadano/conoce-tu-municipio/lalibertad/736-690>
16. Goodband, R.D.; Nelssen, J.L. 1991. Kansas Swine Nutrition Guide. Cooperative Station Service C-719. Manhattan, Kansas. 34.p.
17. Gonzales Castellanos, AA. 1989. Uso de suero crudo de leche como complemento en la Dieta Alimenticia de Cerdos Especializados de Engorde en la Etapa de Crecimiento. Tesis ing. Agr. San salvador, SV, Universidad Evangélica De El Salvador. 7 P.
18. Hernández, P. 2014. Guía de apoyo número cuatro: Diseños estadísticos con arreglos factoriales o parcelas divididas (en línea). Disponible en:

<https://onedrive.live.com/redirect?resid=82B26223B0422BC3!3956&authkey=!AJmIOrBOW7CWp0s&ithint=file%2cpdf>

19. Leibbrandt, V.D.; Benevenga, N.J. 1991. Utilization of liquid whey in swine feeding. In: Swine Nutrition. Butter-Worth-heinemann. Chp. 34 .pag 559-572.
20. Mahan, D. C. 1993. Dried whey. What is its value in pig starter diets. Ohio Swine Research and Industry Report. 1992-1993. Series 92-2 Pag 26-38.
21. Mejía, J. y Mejía, M. 1990. Manual de diseños experimentales: con aplicación a la agricultura y ganadería. San Salvador, SV. 267 p.
22. M. López, O; Calderón, A; García Valladares; V.M. Sánchez. 2010. Alimentación de cerdos con suero de queso (en línea). Consultado 21 jul. 2015. Disponible en [http://www.iip.co.cu/RCP/174/174\\_09artMLRquez.pdf](http://www.iip.co.cu/RCP/174/174_09artMLRquez.pdf)
23. NRC (National Research Council). 1998. Tabla de composición de alimentos de Estados Unidos y Canada. Hemisferio sur. 67 p.
24. Padilla P. M. 1992. Utilización del suero de queso fresco en la alimentación de cerdos. San José, CR, ministerio de agricultura. s.p.
25. Pechin, G.; Y Álvarez, H.R. 1999. El suero de queso en la alimentación de los cerdos. (en línea). Consultado 15 jul. 2016. Disponible en <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/anuavet/n1999a03pechin.pdf>
26. Pokniak, J; Cornejo, S; Bonacic, M. Suero Fresco de quesería en raciones para cerdos en engorda.(en línea). Consultado 16 jul. 2015. Disponible en <https://books.google.com.sv/books?id=0fiQYfw7xA8C&pg=PA198&lpg=PA198&dq>
27. Rivas, A.; Saz, O, 2006. Caracterización del suero lácteo y diagnóstico de alternativo de usos potencial del suero en El Salvador. Tesis Ing. Químico. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador, 10- 12p.
28. Rodríguez Estévez, V. Mata Moreno, C. 2007. El suero de quesería recurso ganadero. (en línea). Consultado 23 jun. 2016. Disponible en

[http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_Ferti/Ferti\\_2007\\_31\\_12\\_15.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Ferti/Ferti_2007_31_12_15.pdf)

29. Romero, R.C; Salamanca Arias, R.A; Saravia, J. 1995. Evaluación del uso de viseras de pollo y melaza en la alimentación de cerdos (YORKSHIRE X LANDRACE) en la etapa de Finalización. Tesis Ing. Agr. San Salvador, SV, Universidad de El Salvador. 40p.
30. Saavedra, A.P; Félix E.A. 2004. Manual de Buenas Practicas de Producción en Granjas Porcícolas. (en línea). Consultado 5 dic. 2014. Disponible en [http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20de%20Buenas%20Prcticas/Attachments/6/manual\\_porcino.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Manuales%20de%20Buenas%20Prcticas/Attachments/6/manual_porcino.pdf)
31. Sarchizian, D; Preda, C; Buliga, J. 1996. Effect of dietary protein and energy level on growth performance of growing pigs. S. C. Romsuintests, A. Peris (Rumania), pp 184
32. Suarez Pájaro, E. 2012. Anatomía y Fisiología del Sistema Digestivo de Porcinos, México, DF, s.e. 14-18p.
33. Topigs. s.f. Requerimientos nutricionales. (en línea). Consultado 25 jun. 2014. Disponible en <http://www.topigs.com.mx/files/5-050526-LW-req.nutr.TPP-T88.pdf>
34. Yáñez Avalos, D; Montalvo Lozada, M. 2013. alimentación con suero de quesería más balanceado en las fases de crecimiento y finalización, para mejorar los parámetros productivos en cerdos. (en línea). Consultado 4 oct. 2016. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/977/1/T-UCE-0014-26.pdf>

## 8. ANEXOS.

- Anexo A-1. Ficha de registro semanal de peso de peso vivo.

FECHA :															
BLOQUE 1				BLOQUE 2				BLOQUE 3				BLOQUE 4			
#	SEXO	PESO EN BASCULA	PESO	#	SEXO	PESO EN BASCULA	PESO	#	SEXO	PESO EN BASCULA	PESO	#	SEXO	PESO EN BASCULA	PESO
3	H			4	M			1	H			8	M		
6	M			5	M			2	M			9	M		
7	M			13	H			11	H			10	H		
14	M			16	M			17	M			12	H		
15	H			20	H			19	H			18	H		
22	H			23	H			24	M			21	M		

- Anexo A-2. Tabla de ganancia de peso por cerdo a la semana.

Semana del --- al ----							
t1		t2		t3		t4	
Numero	ganancia	numero	ganancia	numero	ganancia	numero	ganancia
8		1		4		3	
9		2		5		6	
10		11		13		7	
12		17		16		14	
18		19		20		15	
21		24		23		22	

## LISTA DE CUADROS

- Cuadro A-1. Costo de T1 (tratamiento testigo).

		Tratamiento 1			
		Lbs/ día	\$ día	Días de la fase	Total \$*Días fase
FASE DE DESARROLLO	Maíz Amarillo	21.83	\$3.06	56	\$171.36
	Harina de Soya	5.73	\$1.38	56	\$77.28
	Sal Yodada	0.09	\$0.01	56	\$0.56
	Grasa Animal	0.41	\$0.16	56	\$8.96
	Premezcla de Vit	0.72	\$0.53	56	\$29.68
	Afrecho de Trigo	0	\$0.00	56	\$0.00
	Suero de Leche	0	\$0.00	56	\$0.00
	<b>TOTAL FASE DESARROLLO</b>	<b>28.78</b>	<b>\$5.14</b>	<b>-</b>	<b>\$287.84</b>
FASE DE ENGORDE	Maíz Amarillo	35.6	\$4.98	42	\$209.16
	Harina de Soya	7.85	\$1.88	42	\$78.96
	Sal Yodada	0.14	\$0.01	42	\$0.42
	Grasa Animal	0.56	\$0.22	42	\$9.24
	Premezcla de Vit	1.13	\$0.84	42	\$35.28
	Suero de Leche	0	\$0.00	42	\$0.00
	<b>TOTAL FASE DE ENGORDE</b>	<b>45.28 Lbs</b>	<b>\$7.93</b>	<b>-</b>	<b>\$333.06</b>
<b>TOTAL AMBAS FASES</b>					<b>\$620.90</b>



- Cuadro A-2. Costos de T2 (tratamiento con la adición de 4 lt fase de desarrollo y 6 lt de suero de leche en fase de engorde).

		Tratamiento 2			
		Lbs/ día	\$ día	Días de la fase	Total \$*Días fase
FASE DE DESARROLLO	Maiz Amarillo	16.97	\$2.38	56	\$133.28
	Harina de Soya	4.87	\$1.17	56	\$65.52
	Sal Yodada	0.07	\$0.01	56	\$0.56
	Grasa Animal	0.35	\$0.14	56	\$7.84
	Premezcla de Vit	0.64	\$0.47	56	\$26.32
	Afrecho de Trigo	0	\$0.00	56	\$0.00
	Suero de Leche	24 lt.	\$0.24	56	\$13.44
	<b>TOTAL FASE DESARROLLO</b>	<b>25.74</b>	<b>\$4.41</b>	<b>-</b>	<b>\$246.96</b>
FASE DE ENGORDE	Maiz Amarillo	27.93	\$3.91	42	\$164.22
	Harina de Soya	6.62	\$1.59	42	\$66.78
	Sal Yodada	0.12	\$0.01	42	\$0.42
	Grasa Animal	0.48	\$0.19	42	\$7.98
	Premezcla de Vit	1.01	\$0.75	42	\$31.50
	Suero de Leche	36 Lt.	\$0.36	42	\$15.12
	<b>TOTAL FASE DE ENGORDE</b>	<b>40.39 Lbs</b>	<b>\$6.81</b>	<b>-</b>	<b>\$286.02</b>
	<b>TOTAL AMBAS FASES</b>				

- Cuadro A-3. Costos de T3 (tratamiento con la adición de 7 lt en fase de desarrollo y 10 lt De suero de leche en fase de engorde.

		Tratamiento 3			
		Lbs/ dia	\$ dia	Días de la fase	Total \$*Días fase
FASE DE DESARROLLO	Maiz Amarillo	13.3	\$1.86	56	\$104.16
	Harina de Soya	4.26	\$1.02	56	\$57.12
	Sal Yodada	0.07	\$0.01	56	\$0.56
	Grasa Animal	0.31	\$0.12	56	\$6.72
	Premezcla de Vit	0.59	\$0.44	56	\$24.64
	Afrecho de Trigo	0	\$0.00	56	\$0.00
	Suero de Leche	42 lt	\$0.42	56	\$23.52
	<b>TOTAL FASE DESARROLLO</b>	<b>23.76</b>	<b>\$3.87</b>	<b>-</b>	<b>\$216.72</b>
FASE DE ENGORDE	Maiz Amarillo	22.23	\$3.11	42	\$130.62
	Harina de Soya	5.58	\$1.34	42	\$56.28
	Sal Yodada	0.11	\$0.01	42	\$0.42
	Grasa Animal	0.4	\$0.16	42	\$6.72
	Premezcla de Vit	0.88	\$0.65	42	\$27.30
	Suero de Leche	60 Lt.	\$0.60	42	\$25.20
	<b>TOTAL FASE DE ENGORDE</b>	<b>35.38 Lbs</b>	<b>\$5.87</b>	<b>-</b>	<b>\$246.54</b>
<b>TOTAL AMBAS FASES</b>					<b>\$463.26</b>

- Cuadro A-4. costos de T4 (tratamiento con la adición de 12 lt en fase de desarrollo y 14 lt de suero de leche en fase de engorde).

		Tratamiento 4			
		Lbs/ dia	\$ dia	Días de la fase	Total \$*Días fase
FASE DE DESARROLLO	Maiz Amarillo	8.62	\$1.21	56	\$67.76
	Harina de Soya	3.94	\$0.95	56	\$53.20
	Sal Yodada	0.06	\$0.01	56	\$0.56
	Grasa Animal	0.39	\$0.16	56	\$8.96
	Premezcla de Vit	0.54	\$0.40	56	\$22.40
	Afrecho de Trigo	1.04	\$0.15	56	\$8.40
	Suero de Leche	72 lt.	\$0.72	56	\$40.32
	<b>TOTAL FASE DESARROLLO</b>	<b>21.78</b>	<b>\$3.60</b>	<b>-</b>	<b>\$201.60</b>
FASE DE ENGORDE	Maiz Amarillo	17.17	\$2.40	42	\$100.80
	Harina de Soya	4.59	\$1.10	42	\$46.20
	Sal Yodada	0.09	\$0.01	42	\$0.42
	Grasa Animal	0.33	\$0.13	42	\$5.46
	Premezcla de Vit	0.76	\$0.56	42	\$23.52
	Suero de Leche	84 Lt.	\$0.84	42	\$35.28
	<b>TOTAL FASE DE ENGORDE</b>	<b>30.36 Lbs</b>	<b>\$5.04</b>	<b>-</b>	<b>\$211.68</b>
<b>TOTAL AMBAS FASES</b>					<b>\$413.28</b>

- Cuadro A-5. Tasa de retorno marginal.

Tratamiento	Total Costos que varían	Beneficios Netos
4	413.28	534.13
3	463.26	564.34
2	532.98	537.18

	3		4				
TRM	564.34	-	534.13	30.21	0.60444178	Cambiar del 3 al 4	
	463.26	-	413.28	49.98			
TRATAMIENTOS	3		2				
	564.34		537.18	27.16	-0.38955823	Cambiar del 3 al 2	
	463.26		532.98	-69.72			
TRATAMIENTO	3		1				
	564.34		388.6	175.74	-1.11481857	Cambiar del 3 al 1	
	463.26		620.9	-157.64			
			1	620.9	388.6		

## LISTA DE FIGURAS

- **Figura A-1. Anva de peso vivo, tratamiento y sexo fase de desarrollo semana 18.**

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
peso sem 18	24	0.51	0.41	6.31

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	371.62	4	92.91	4.98	0.0064
Sexo	143.03	1	143.03	7.67	0.0122
tratamientos	228.59	3	76.20	4.09	0.0213
Error	354.17	19	18.64		
Total	725.79	23			

- **Figura A-2 prueba de tukey para sexo semana 18**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.68916**

Error: 18.6405 gl: 19

Sexo Medias n E.E.

H 65.96 12 1.25 A

M 70.84 12 1.25 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

- **Figura A-3. Anva de peso vivo, tratamiento y sexo fase de desarrollo semana 24.**

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
peso sem 24	24	0.45	0.34	5.42

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	467.48	4	116.87	3.93	0.0172
Sexo	193.63	1	193.63	6.51	0.0195
tratamientos	273.84	3	91.28	3.07	0.0527
Error	564.70	19	29.72		
Total	1032.17	23			

- **Figura A-4 prueba de tukey para sexo semana 24.**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.65832**

Error: 29.7209 gl: 19

Sexo Medias n E.E.

H 97.69 12 1.57 A

M 103.37 12 1.57 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

- **Figura A-5 Prueba de tukey para tratamiento semana 24**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=8.85037**

Error: 29.7209 gl: 19

tratamientos Medias n E.E.

T4 95.45 6 2.23 A

T1 100.23 6 2.23 A B

T3 101.59 6 2.23 A B

T2 104.85 6 2.23 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

- **Figura A-6 Anva de ganancia de peso, tratamiento y sexo fase de desarrollo semana 18.**

Nueva tabla : 8/11/2017 - 5:10:11 PM - [Versión : 10/1/2013]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Gan de peso sem 10 - 18	24	0.34	0.20	11.77

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	42568.12	4	10642.03	2.43	0.0828
Sexo	19312.03	1	19312.03	4.42	0.0491
tratamientos	23256.09	3	7752.03	1.77	0.1863
Error	83039.20	19	4370.48		
Total	125607.31	23			

- **Figura A-7 prueba de tukey para sexo semana 18**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=56.48893**

Error: 4370.4840 gl: 19

Sexo Medias n E.E.

H 533.30 12 19.08 A

M 590.03 12 19.08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Figura A-8 Prueba de tukey para tratamiento semana 18

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=107.32371**

Error: 4370.4840 gl: 19

tratamientos Medias n E.E.

T4 515.22 6 26.99 A

T1 554.63 6 26.99 A

T3 577.48 6 26.99 A

T2 599.33 6 26.99 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

- **Figura A-9 Anva de ganancia peso, tratamiento y sexo fase de engorde semana 24.**

Nueva tabla : 8/11/2017 - 5:11:07 PM - [Versión : 10/1/2013]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Gan sem 19 - 24	24	0.16	0.00	8.41

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14694.29	4	3673.57	0.89	0.4906
Sexo	2166.00	1	2166.00	0.52	0.4784
tratamientos	12528.29	3	4176.09	1.01	0.4108
Error	78691.39	19	4141.65		
Total			93385.68	23	

- **Figura A-11 prueba de tukey para sexo semana 24.**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=54.99021**

Error: 4141.6523 gl: 19

Sexo Medias n E.E.

H 755.41 12 18.58 A

M 774.41 12 18.58 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

- **Figura A-12 Prueba de tukey para tratamiento semana 24**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=104.47629**

Error: 4141.6523 gl: 19

tratamientos Medias n E.E.

T4 741.62 6 26.27 A

T3 745.22 6 26.27 A

T2 775.58 6 26.27 A

T1 797.22 6 26.27 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



- **Figura A-13 Anva de índice de conversión alimenticia, tratamiento y sexo fase de desarrollo semana 18**

Nueva tabla : 8/11/2017 - 5:11:51 PM - [Versión : 10/1/2013]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Conver 11 - 18	24	0.33	0.19	12.90

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.47	4	0.62	2.37	0.0886
Sexo	0.96	1	0.96	3.71	0.0691
tratamientos	1.50	3	0.50	1.93	0.1594
Error	4.93	19	0.26		
Total	7.40	23			

- **Figura A-14 prueba de tukey para sexo semana 18**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.43539**

Error: 0.2596 gl: 19

Sexo Medias n E.E.

M 3.75 12 0.15 A

H 4.15 12 0.15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

- **Figura A-15 Prueba de tukey para tratamiento semana 18**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.82721**

Error: 0.2596 gl: 19

tratamientos Medias n E.E.

T2 3.65 6 0.21 A

T3 3.82 6 0.21 A

T1 4.02 6 0.21 A

T4 4.32 6 0.21 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

- **Figura A-16 Anva Índice de conversión alimenticia, tratamiento y sexo fase de desarrollo semana 24.**

Nueva tabla : 8/11/2017 - 5:12:32 PM - [Versión : 10/1/2013]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Conver 19 - 24	24	0.17	0.00	8.78

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.60	4	0.15	0.95	0.4558
Sexo	0.09	1	0.09	0.59	0.4524
tratamientos	0.51	3	0.17	1.07	0.3839
Error	2.99	19	0.16		
Total	3.58	23			

- **Figura A-17 prueba de tukey para sexo semana 24**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.33876**

Error: 0.1572 gl: 19

Sexo	Medias	n	E.E.
M	4.45	12	0.11 A
H	4.58	12	0.11 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

- **Figura A-18 Prueba de tukey para tratamiento semana 24**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.64360**

Error: 0.1572 gl: 19

tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	4.31	6	0.16 A
T2	4.45	6	0.16 A
T3	4.64	6	0.16 A
T4	4.67	6	0.16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Figura A-19. Coordenadas geográficas, Ubicación de proyecto, localizado en Ciudad Arce, La Libertad, El Salvador.**



- **Figura A-20. Limpieza de los corrales para llevar a cabo el ensayo.**



- **Figura A-21. Azarización de los cerdos para el estudio.**



- **Figura A-22. Elaboración del concentrado.**



- **Figura A-23. Obtención del suero de leche.**



- **Figura A-24. Cerdo en etapa de adaptación.**



- **Figura A-25. Distribución de los tratamientos.**



- **Figura A-26. Pesaje de raciones.**



- **Figura A-27. Pesaje de los cerdos.**



- **Figura A-28. Cerdos en etapa final de engorde.**



- **Figura A-29. Venta de los cerdos en pie.**





- Figura A-30. Exámenes bromatológicos de los concentrados.


**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA**

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

Fecha: Ciudad Universitaria, 18 de mayo de 2016  
 Fecha de ingreso: 15 / Marzo / 2016  
 Tipo de Muestra: Concentrados  
 Análisis solicitado: Bromatológico, Ca y P  
 Usuario: Hugo Bolaños

No.	Tipo de muestra	Humedad %	Proteína Cruda %	Cenizas %	Grasa %	Fibra Cruda %	Carbón -dratos %	Caldo ppm	Ferroc ppm
55	Tecigo	9.04	18.61	3.47	3.69	2.23	71.98	1546.92	6002.19
56	T2	9.08	16.62	3.86	3.24	1.66	74.62	2092.18	5334.09
57	T3	9.03	21.79	3.86	3.95	1.98	68.42	1497.01	5725.29
58	T4	8.72	18.52	5.84	4.52	1.59	69.53	5994.91	6291.90
59	Tecigo	9.02	13.62	4.29	4.85	2.49	74.75	1995.12	5098.96
60	T2 engorde	8.99	15.79	4.61	4.32	2.28	73.00	1493.57	5502.57
61	T3 engorde	8.86	15.58	4.73	3.89	2.37	73.43	1296.11	5855.55
62	T4 engorde	8.90	16.25	4.35	3.97	2.43	73.00	1481.72	5655.04

Analista: Br. Mario Antonio Hernández Melgar  
 Lic. Freddy Alexander Carranza


Atentamente,

**"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"**  
  


Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Turcios  
 Jefe del Departamento de Química Agrícola

Final 25 Av. Norte, Ciudad Universitaria. Tel: 2225-1506 y 2226-2043

- Figura A-31. Análisis Bromatológico del suero de leche.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA**

---

**RESULTADO DE ANÁLISIS**



**Fecha:** Ciudad Universitaria, 18 de mayo de 2016  
**Fecha de ingreso:** 15 / Marzo / 2016  
**Tipo de Muestra:** Suero  
**Análisis solicitado:** Proteína Cruda, Ceniza, Ca, Na y P  
**Usuario:** Hugo Bolaños

No.	Tipo de muestra	Humedad %	Materia Seca %	Proteína Cruda %	Ceniza %	Calcio ppm	Sodio ppm	Fósforo ppm
62 A	Suero	93.32	6.68	0.96	9.08	9668.56	610	12296.3

Analista: Br. Mario Antonio Hernández Melgar  
 Lic. Freddy Alexander Carranza

Atentamente,

**"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"**

Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Turiso  
 Jefe del Departamento de Química Agrícola

---

Final 25 Av. Norte, Ciudad Universitaria. Tel.: 2225-1506 y 2226-2043

## INDICE DE GRÁFICOS.

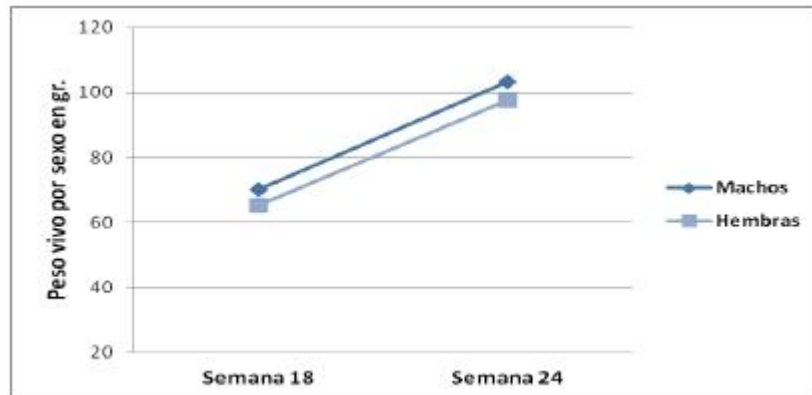
- **Grafico 1. Pesos vivos de los cerdos en la etapa de desarrollo**



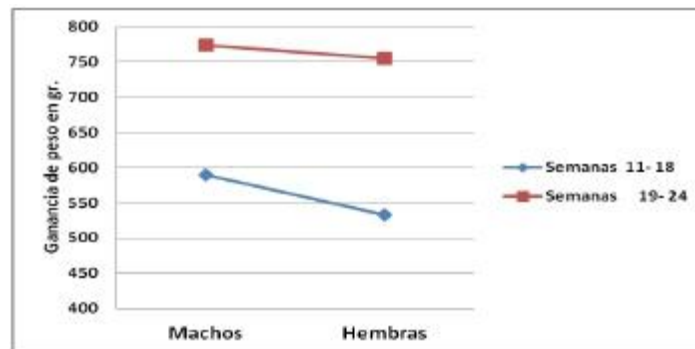
- **Grafica 2. Pesos vivos de los cerdos en la etapa de engorde.**



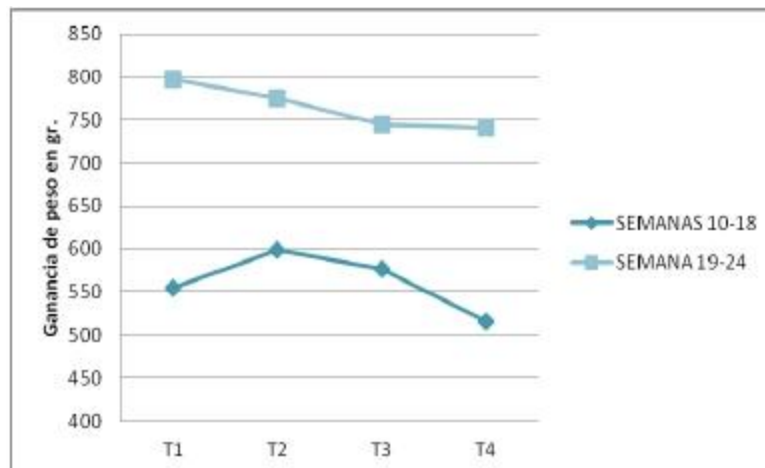
**Grafica 3. Peso vivo por sexo de los cerdos al final de las fases de estudio.**



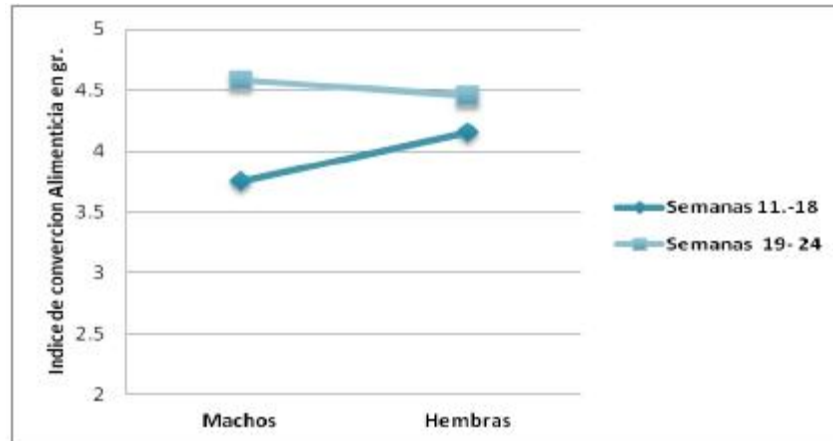
- **Grafica 4. Ganancia de peso según el sexo al final de las fases de desarrollo y engorde.**



- **Grafica 5. Ganancia de peso según tratamiento.**



- Grafico 6. Índice de conversión alimenticia según sexo para ambas fases.



- Grafico 7. Índice de conversión alimenticia según el tratamiento.

