

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**“USO DE UN SUPLEMENTO NUTRICIONAL LÍQUIDO EN  
LECHONES LACTANTES Y SU EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO  
PRODUCTIVO POSDESTETE”**

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:

INGENIERO ZOOTECNISTA

**KIARA SOLANGE GARCÍA GARRO**

LIMA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE ZOOTECNIA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

“USO DE UN SUPLEMENTO NUTRICIONAL LÍQUIDO EN LECHONES  
LACTANTES Y SU EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO  
POSDESTETE”

Tesis para optar el título profesional de:  
**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**KIARA SOLANGE GARCÍA GARRO**

Patrocinada por:  
Ing. CARMEN ALVAREZ SACIO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

---

PhD. Carlos Vílchez Perales  
Presidente

---

Ing. Carmen Álvarez Sacio  
Patrocinadora

---

Ing. Mg Sc. José Cadillo Castro  
Miembro

---

M.V. Ivonne Salazar  
Miembro

Lima – Perú

*A mis padres por el sacrificio realizado, los bonitos momentos vividos y por ser un ejemplo a seguir*

*A mi hermana por los ánimos dados cuando me veía estresada durante el proceso*

## **AGRADECIMIENTO**

- A mi familia por sus palabras de aliento, apoyo incondicional y motivación para mi mejora continua como profesional
- A la Ing. Carmen Álvarez Sacio por sus enseñanzas, orientación académica y amistad brindada.
- A la UEC y al Ing. Julio Concha por la confianza brindada, apoyo en la orientación durante el desarrollo de la investigación y su sincera amistad.
- A los técnicos de la UEC (Sr. Joel y Sr. Carlos) quienes me apoyaron durante el desarrollo de la investigación.
- A mis amigos (Andrea Mallea, Marjorie De la O y Cristina Silva) por su linda amistad, apoyo durante la tesis, los bonitos momentos compartidos durante nuestro tiempo como bolsistas de la UEC y los recuerdos me los llevaré siempre al igual que su sincera amistad.
- A mi prestigiosa y bonita universidad Agraria, el cual fue como mi segunda casa mientras vivía lejos.
- A mi zootecnia querida por que pude aprender lo que me apasiona y ejercerlo.

# INDICE GENERAL

RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE MARRANA	3
2.2 FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN MARRANAS	3
2.3 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DE LOS LECHONES LACTANTES	4
2.4 DESTETE	6
2.5 CAMBIOS EN LA MORFOLOGÍA Y FISIOLÓGÍA DEL TRACTO GASTROINTESTINAL DEL LECHÓN DESTETADO	7
2.6 INFLUENCIA DE LA FERMENTACIÓN MICROBIANA EN EL TRACTO GASTROINTESTINAL DEL LECHÓN DESTETADO	9
2.7 SUPLEMENTO NUTRICIONAL LÍQUIDO	10
2.7.1 Composición del Suplemento nutricional líquido: .....	11
2.7.1.1 Suero seco de leche Bovino.....	11
2.7.1.2 Proteína vegetal .....	12
2.7.1.3 Vitaminas liposolubles .....	12
2.7.1.3.1 Vitamina A .....	13
2.7.1.3.2 Vitamina D .....	13
2.7.1.3.3 Vitamina E.....	14
2.7.1.3.4 Vitamina K .....	14
2.7.2 Aminoácidos en el Suplemento nutricional líquido .....	15
2.7.3 Uso de suplemento nutricional líquido .....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
3.1 LUGAR EXPERIMENTAL	21
3.2 ANMALES EXPERIMENTALES	21
3.3 INSTALACIONES Y EQUIPO	21
3.4 PRODUCTO EVALUADO	22
3.4.1 Protocolo de preparación del Suplemento nutricional líquido .....	23

3.4.2 Materiales .....	25
3.5 PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN	25
3.6 TRATAMIENTOS	28
3.7 PROGRAMA SANITARIO	28
3.8 PARÁMETROS EVALUADOS	29
3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....	32
4.1 PESOS A LOS 21, 28, 35, 56 Y 70 DÍAS DE EDAD	32
4.2 GANANCIA DIARIA DE PESO	34
4.3 CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA	35
4.4 INCIDENCIA DE DISTURBIOS GASTROENTÉRICOS	36
4.6 RETRIBUCIÓN ECONÓMICA DEL ALIMENTO (REA)	39
V. CONCLUSIONES .....	41
VI.RECOMEDACIONES.....	42
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43
VII. ANEXOS .....	52

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Promedio y rango de las concentraciones de los componentes principales de la leche en Marranas.	5
Cuadro 2	Análisis proximal del Suplemento nutricional líquido	22
Cuadro 3	Perfil de aminoácidos en el Suplemento nutricional líquido	23
Cuadro 4	Protocolo del suministro del Suplemento nutricional líquido	24
Cuadro 5	Contenido nutricional calculado del alimento suministrado a los lechones en Fase I (21- 27 días) y Fase II (28-35 días)	26
Cuadro 6	Composición porcentual y contenido nutricional calculado del alimento de la Fase III (35 – 55 días) y Fase IV (56 – 70 días)	27
Cuadro 7	Análisis proximal porcentual del alimento de la Fase I (21 – 27 días), Fase II (28-34 días), fase III (35 – 55 días), fase IV (56- 70 días)	28
Cuadro 8	Peso vivo, ganancia diaria de peso vivo, consumo diario de alimento y conversión alimenticia de los animales en la etapa de recría.	33
Cuadro 9	Incidencia de disturbios gastroentéricos de los lechones en etapa de recría	38
Cuadro 10	Retribución económica del alimento	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Consumo del suplemento nutricional líquido	49
Anexo 2	Peso vivo al destete y durante las cuatro fases de la etapa de recría	50
Anexo 3	Ganancia diaria de peso de los lechones por fases en cada una de las cinco repeticiones (g/lechón/día).	51
Anexo 4	Consumo diario de alimento de los lechones por fases en cada una de las cinco repeticiones (g/lechón/día).	52
Anexo 5	Conversión alimentaria de los lechones por fases en cada una de las cinco repeticiones	53
Anexo 6	Incidencia de disturbios gastroentéricos de los lechones en la etapa de lactación y recría.	54
Anexo 7	Consumo de Pigtech 1 durante la etapa de lactación en las cinco Repeticiones	55
Anexo 8	Coeficiente de variación de los pesos de los lechones por fases en cada una de las cinco repeticiones.	56



## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del suministro de un suplemento nutricional líquido a lechones lactantes sobre su rendimiento productivo posdestete. Se suministró durante los primeros 14 días de lactación siguiendo el protocolo del producto, empleándose 94 lechones (47 machos y 47 hembras) recién nacidos Yorkshire/Landrace, homogenizados después lactar calostro de su madre, los cuales fueron asignados a dos tratamientos: T1 (Sin SNL) y T2 (Con SNL) y cinco bloques/repeticiones; considerando como bloque cada semana de ingreso de los animales. Se empleó el diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Se observó diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) en los pesos al destete y ganancia de peso en la lactación favorable para el tratamiento 2 (Con SNL). No hubo diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) en los pesos posdestete, ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia entre ambos tratamientos, pero si se observó una diferencia numérica en el consumo de alimento, ganancia diaria de peso acumulada y C.A. a favor del Tratamiento 2 (Con SNL). Por otro lado, se demostró que existe una menor incidencias de disturbios gastroentéricos durante la etapa de lactación favorable para el tratamiento 2 (Con SNL); siendo esta diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos. Finalmente se pudo demostrar que el suministro del suplemento nutricional líquido durante los primeros 14 días en la etapa de lactancia mejoró significativamente el peso al destete a los 21 días de edad, la ganancia de peso en la lactación y disminuyó la incidencia de disturbios gastroentéricos en la lactación, por lo que se puede concluir que es una buena alternativa para emplearla cuando se tienen camadas muy numerosas a fin de lograr lechones con buen peso al destete y marranas con menos pérdida de condición corporal.

Palabras claves: lactación, efecto, mejora, suplemento nutricional líquido

## I. INTRODUCCIÓN

La etapa de lactancia en lechones es crucial para su rendimiento productivo. Los lechones nacen con pocas reservas de energía y un bajo nivel inmunológico. Por ende, un deficiente crecimiento temprano de lechones se asocia con bajos niveles de inmunoglobulinas y nutrientes (De Passillé *et al.*, 1988, citados por Souza *et al.*, 2014).

En la actualidad, la tecnología de los suplementos nutricionales líquidos funciona como un complemento durante la etapa de la lactación. El manejo adecuado en el suministro del producto puede ayudar a la supervivencia de lechones que provienen de marranas que han sufrido problemas de salud, tales como metritis-mastitis-agalactia, viremias y condiciones ambientales perjudiciales (ejm: estrés calórico). Por otro lado, en granjas comerciales donde muchas veces el tamaño de camada es superior al número de pezones funcionales, es también una opción suplementar a los lechones con un suplemento nutricional líquido de un alto nivel de energía, lo cual permite un buen crecimiento de los lechones.

A pesar de que estos suplementos nutricionales son costosos debido a su composición en base a proteínas de suero de leche, vitaminas, minerales, grasa vegetal, gluten de trigo; además de nutrientes que son esenciales y de alta digestibilidad para los lechones lactantes, existen investigaciones que reportan mejoras en la ganancia de peso en lactación de los lechones a los cuales se les suministró el suplemento nutricional líquido junto con una dieta sólida de pre inicio, durante la lactación, con la finalidad de ayudar a la adaptación de la transición del alimento líquido a sólido después del destete (Wolter *et al.*, 2002, Kuller *et al.*, 2007, Weary *et al.*, 2008; Sulabo *et al.*, 2010; Park *et al.*, 2014), pero no existen trabajos realizados bajo las nuestras condiciones.

Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar, bajo nuestras condiciones, el efecto del suministro de un suplemento nutricional líquido a lechones lactantes durante los primeros catorce días de nacidos sobre su rendimiento productivo en la Fase de Lactación y Recría medido a través del peso al destete, ganancia diaria de peso en lactación y durante la recría, consumo de alimento y conversión alimenticia en recría, incidencia de disturbios gastroentéricos y retribución económica del alimento.

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE MARRANA**

Los componentes de la leche incluyen carbohidratos, lípidos, proteínas, minerales, vitaminas (Tabla 1); siendo estos digeridos fácilmente por los lechones. El contenido total de sólidos es alto hasta el día 3 posparto; para luego establecerse en el día 7, con un 19% en la lactancia (Hurley, 2015).

La lactosa es el principal carbohidrato en la leche de la marrana (Peaker, 1983), y está presente en bajas concentraciones en el calostro en comparación con la leche que tiene una concentración de 4.3% de lactosa. La concentración de grasa se incrementa durante el periodo de 2 a 4 días posparto llegando a 10%; Sin embargo, al destete baja a 7.5%. El porcentaje de proteína de la leche al 2 día postparto es de 7.5% y va disminuyendo hasta llegar a 5% al momento del destete. La dieta puede afectar algunos componentes de la leche, también las concentraciones de grasa, vitaminas y algunos minerales (Hurley, 2015).

### **2.2 FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN MARRANAS**

Durante la lactación, la demanda de energía es alta, ya que está tiene que ser dividida entre el crecimiento y el mantenimiento de los cerdos, además, se requiere para la producción de leche (Ball et al., 2008). El consumo de alimento y la movilización de los nutrientes del cuerpo son las dos principales fuentes de energía durante la lactación (Eissen et al., 2000). Cuando los nutrientes ingeridos no son suficientes para la producción de leche, las marranas movilizan sus

reservas corporales para mantener la producción de leche. Sin embargo, el exceso de movilización de las reservas durante este periodo puede causar complicaciones de fertilidad en los futuros partos (Lundgren et al., 2014)

Las diferentes estrategias de alimentación pueden afectar la composición del calostro y la leche (Elliot *et al.*, 1971). Otros factores, tales como el manejo de la marrana, el ambiente, la energía contenida en el alimento y la genética de la marrana también pueden afectar la composición del calostro y la leche (Black *et al.*, 1993 y Farmer, 2013).

La producción de leche se incrementa del primer a segundo parto entre 11 y 26% luego se mantiene constante hasta el cuarto parto, y después comienza a decrecer. Esta diferencia en la producción de leche puede ser particularmente debido a las diferencias en el número de lechones nacidos en el primer y segundo parto (Eissen et al., 2000).

### **2.3 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DE LOS LECHONES LACTANTES**

La primera ingestión de calostro acelera el crecimiento del intestino delgado, duplicando su peso e incrementando su longitud en un 30% durante los primeros tres días de nacido (Xu et al., 1992). Asimismo, la profundidad de las criptas intestinales se incrementa en un 40% y su altura en un 35 % (Godlewski et al., 2005). El intestino delgado alcanza su máxima longitud en la segunda semana de vida (Skrzypek et al., 2005).

Los enterocitos son el grupo de células más abundante y son responsables de las funciones de secreción y absorción. Las células caliciformes constituyen aproximadamente el 5% y las células endocrinas el 1% de las células que cubren las vellosidades. La vida de estas células rara vez excede las 48 h y la rápida rotación se basa en el equilibrio dinámico entre la mitosis y la muerte celular programada tipo I llamada apoptosis; mantener el equilibrio entre la mitosis y la apoptosis permite la reconstrucción de los tejidos fisiológicos causado por los trastornos de muchas enfermedades (Godlewski et al., 2005).

**Cuadro 1. Promedio y rango de las concentraciones de los componentes principales de la leche en Marranas.**

	Días de Lactación						
	2	3	7	12-15	20-22	27-29	42-60
Total de sólidos%							
Promedio	22.1	22.7	19.3	20.0	19.5	18.8	19.5
Rango	18.6-27.6	19.0-27.0	18.3-20.4	18.2-22.0	17.3-23.2	17.3-20.9	17.0-21.0
Estudios	5	6	5	4	8	4	6
Total de Proteína							
Promedio	7.5	6.5	5.4	5.3	5.0	5.3	6.5
Rango	5.4-10.4	4.6-9.9	3.6-6.4	4.7-7.1	3.6-6.0	5.36-5.4	5.4-8.2
Estudios	7	10	9	12	9	3	6
Grasa %							
Promedio	10.1	9.7	7.6	7.4	7.5	7.0	7.1
Rango	6.5-12.9	5.4-13.0	4.5-8.8	5.3-10.8	5.0-11.5	5.2-9.8	5.3-8.8
Estudios	5	9	11	10	16	6	6
Lactosa %							
Promedio	4.3	4.6	5.2	5.2	5.1	5.6	5.0
Rango	4.0-4.5	3.8-5.3	4.7-5.6	5.1-6.3	4.0-6.0	4.3-6.0	4.3-5.7
Estudios	5	8	8	7	13	3	5
Ceniza %							
Promedio	0.75	0.79	0.81	0.9	0.86	0.89	1.02
Rango	0.75-0.76	0.74-0.82	0.76-0.87	0.77-1.33	0.76-0.95	0.81-1.06	0.84-1.14
Estudios	3	3	3	5	5	4	4
Energía KJ/g							
Promedio	6.5	6.0	5.4	4.9	5.0	4-4	
Rango	-	5.5-6.5	5.1-5.6	4.6-5.3	4.2-5.1	4.2-4.7	
Estudios	1	3	4	5	6	2	

Fuente: Hurley, 2015.

La fase rápida del crecimiento postnatal de las vellosidades es el resultado de la incrustación pasiva de la mucosa por la proteína del calostro y el aumento del número de células epiteliales. El intestino del recién nacido es muy dependiente de los factores de crecimiento externos procedentes del calostro y de la leche (Guilloteau *et al.*, 2002 citado por Barszcz y Skomial, 2011).

## **2.4 DESTETE**

El destete de los lechones suele tener lugar entre 3 y 4 semanas de vida, cuando la mayoría de los nutrientes es aportada por la leche. Por ello, después del destete, el ambiente intestinal cambia drásticamente debido al cambio del alimento; es decir, la leche materna altamente digerible queda reemplazada por alimento sólido, principalmente de origen vegetal (Le Dividich y Seve, 2000).

El destete se asocia con la mezcla de lechones de diferentes camadas, además del cambio de sitio en un sistema de todo dentro y todo afuera. Esto da como resultado un profundo estrés social y ambiental que también es causado por los cambios en la dieta. Influye en la ganancia de peso de los lechones, el metabolismo energético y los cambios metabólicos relacionados con la adaptación del sistema endocrino (Le Dividich y Seve, 2000). Los cambios profundos en los parámetros histológicos (atrofia vellosa, hiperplasia de las criptas) y la actividad enzimática del intestino delgado de los lechones se asocian con el período de destete (Pluske *et al.*, 1997).

Para que los procesos de digestión y absorción de los nutrimentos se den de una manera satisfactoria, es necesario que se mantenga la integridad de la mucosa intestinal, la cual depende del recambio y de la renovación de sus células. La mejor salud intestinal se traduce en un aumento de la digestibilidad de nutrientes y actúa como una barrera para microorganismos potencialmente patógenos. Los factores que pueden mejorar la salud intestinal no siempre suponen una mejora del rendimiento productivo. Sin embargo, el objetivo de un programa de nutrición debe ser mejorar la salud intestinal ya que de esta forma se reducen los riesgos de desórdenes digestivos y enfermedades. La mejora de la estructura intestinal de los lechones

después del destete ayudara a los productores a utilizar el enorme potencial de crecimiento. Esto conducirá a un aumento en la velocidad de crecimiento, la eficacia alimenticia y la composición corporal a lo largo de la fase de crecimiento y acabado (Lindberg, 2014; Fan, 2002; Allee y Touchette, 2000 citados por Ramirez, 2009).

Es muy importante mencionar que el epitelio del intestino representa la primera barrera entre el medio interno del lechón y los agentes que provienen del ambiente, principalmente por estar protegido externamente por una capa de agua y moco, e internamente por uniones estrechas de enterocitos, que en conjunto funcionan como barreras tanto externas como internas, regulando el paso de moléculas, entre las que se encuentran nutrientes y elementos nocivos como agentes patógenos. Asimismo, la capa de moco evita la entrada de macromoléculas y permanece permeable para los nutrientes, proporcionando resistencia ante la colonización de patógenos intestinales mediante la adhesión de bacterias comensales en la superficie luminal (Tseng *et al.*, 2005; Kim J. *et al.*, 2012). En torno a este punto, muchos estudios han señalado que la pérdida de peso disminuye la síntesis de anticuerpos, la inmunidad celular y provoca una disminución de la resistencia contra patógenos, principalmente cuando los lechones están expuestos a estrés ambiental, crónico o agudo. En este contexto, los glucocorticoides liberados como respuesta a un estímulo estresor tienen efectos antiinflamatorios, además retardan la cicatrización, inhiben la formación de anticuerpos, disminuyen el número de linfocitos y de eosinófilos, provocando una regresión del timo y de los órganos linfáticos (Moberg *et al.*, 2000 citado por Mota *et al.*, 2014)

## **2.5 CAMBIOS EN LA MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA DEL TRACTO GASTROINTESTINAL DEL LECHÓN DESTETADO**

En el lechón destetado el desarrollo del tracto gastrointestinal se adapta al nuevo tipo de alimento, el cual conduce a cambios en la motilidad de la capa interna del intestino delgado, la secreción, la actividad de las enzimas y la composición de la flora bacteriana (Xu *et al.*, 2000; Skrzypek *et al.*, 2005). Se observan alteraciones en la integridad de la mucosa intestinal, las cuales van de la mano con la disminución de la actividad enzimática del borde en cepillo de los



enterocitos. Las vellosidades pueden disminuir 75% de su altura durante las primeras 24 horas posdestete, debido a la pérdida de enterocitos maduros (Hampson, 1986; Jansen *et al.*, 1997; Makkink *et al.*, 1994; Efird *et al.*, 1082 citados por Reis de Souza *et al* 2012). Esta disminución se manifiesta en un cambio morfológico de las vellosidades, pasando de ser largas como un dedo en los recién nacidos y lechones lactantes, a más cortas y anchas como una hoja o una lengua, en los recién destetados. (Miller *et al.*, 1986 citado por Dong *et al.*, 2007).

La actividad de la lactasa disminuye debido a la presencia de enterocitos inmaduros en las vellosidades acortadas, las cuales no pueden expresar su máxima capacidad de síntesis de enzimas (Miller *et al.*, 1986). Las peptidasas presentes en las membranas y en el citosol de los enterocitos, y que se encargan del hidrólisis final de los péptidos, disminuyen su actividad desde el nacimiento hasta la quinta semana de edad. También se puede explicar la reducción de la actividad de las enzimas intestinales, por el consumo de alimento errático que se observa durante los primeros días posdestete, lo que provoca una baja de sustratos en la luz intestinal. Por ejemplo, la actividad de la lactasa disminuye a consecuencia de la reducción en la ingestión de lactosa. Los cambios funcionales y estructurales que se observan en el intestino delgado suceden dentro de las primeras 24 a 36 horas posdestete traen como consecuencia una disminución del 20 al 30% del peso intestinal. La recuperación del crecimiento de las vellosidades se observa desde el día tres posdestete; lo cual se ha relacionado con la presencia de alimento en el tubo digestivo (Pluske *et al.*, 1995; Hampson, 1986; Pluske *et al.*, 1997; Reis de Souza *et al.*, 2005 citados por Reis de Souza *et al.*, 2012).

La atrofia de las vellosidades resulta del aumento de la tasa de pérdida de células que conduce a una mayor tasa de mitosis en las criptas y la hiperplasia se debe a la menor velocidad de renovación celular (Pluske *et al.*, 1997). Los cambios morfológicos en el intestino delgado de los lechones después del destete se acompañan de una menor actividad de las enzimas, lactasa y sacarasa (Pacha, 2000). Debido a que los lechones no se adaptan rápidamente a estos cambios tienen menores ganancias de peso vivo, sufren diarrea e incluso mueren debido al crecimiento excesivo de las bacterias intestinales (Odle *et al.*, 1996).

El estrés del destete causa una rápida disminución de la actividad de las enzimas pancreáticas, resultando en una reducción significativa de la digestibilidad aparente de los nutrientes dentro de la primera semana después del destete (Lindemann *et al.*, 1986; Owsley *et al.*, 1986; Le Dividich y Seve, 2000 citado por Barszcz y Skomial, 2011). Se necesitan alrededor de dos semanas para restaurar la actividad de las enzimas post destete. La duración de este período depende de la fuente de proteína en la dieta y el nivel de ingesta de alimento seco (Makkin *et al.*, 1994 citados por Barszcz y Skomial, 2011).

## **2.6 INFLUENCIA DE LA FERMENTACIÓN MICROBIANA EN EL TRACTO GASTROINTESTINAL DEL LECHÓN DESTETADO**

El consumo del alimento sólido causa una mayor alteración tanto cualitativa como cuantitativa en la flora. Por lo tanto, el proceso de destete puede dejar a los animales jóvenes vulnerables a la presencia de microorganismos potencialmente patógenos (Williams *et al.*, 2001). Los carbohidratos fermentables de la dieta en lechones destetados favorecen en la diversidad bacterial y en su rápida estabilización de la microflora (Konstantinov *et al.*, 2004).

La cantidad y la composición de las sustancias que llegan al intestino grueso pueden modificarse fácilmente en función de la dieta, siendo la fracción más importante la de los carbohidratos resistentes a la digestión en el intestino delgado. Es probable que los carbohidratos puedan estimular el crecimiento de ciertos microorganismos, los cuales producen ácidos grasos volátiles (AGV) y utilizan amoniaco (NH) como su fuente de nitrógeno. Algunos compuestos específicos pueden tener efectos más precisos en especies bacterianas particulares; por ejemplo, se sabe que sustancias tales como la manosa y la galactosa, bloquean la adherencia de cepas patógenas de *E. coli* (Ofek *et al.*, 1977; Mathew *et al.*, 1995 citados por Reis de Souza *et al.*, 2012).

El colon absorbe rápidamente los AGV formados, conservando la energía y reduciendo la presión osmótica. Los AGV, especialmente el ácido butírico, son un combustible importante para los colonocitos. Todos los AGV son absorbidos, pero solamente el ácido acético aparece

en la circulación sistémica, vía hepática, en cantidades considerables, llegando a los músculos en donde puede ser metabolizado; el ácido butírico se metaboliza en los colonocitos. Así, la fermentación microbiana en el TGI repercute en la salud intestinal del cerdo pues los AGV formados durante la fermentación de los carbohidratos son importantes para el mantenimiento de la integridad morfológica y funcional del epitelio del colon (Reis de Souza *et al.*, 2012).

La producción de ácido butírico estimula el crecimiento del colon y una mayor profundidad de las criptas indica un incremento en la proliferación celular que corresponde con el aumento del peso del colon (Hedemann y Knudsen, 2007). Como las fuentes de carbohidratos (almidones y otros carbohidratos fermentables) se van reduciendo debido a la fermentación en el intestino grueso, el nitrógeno (N) en el ciego disminuye y la fermentación se vuelve más proteolítica (Piva *et al.*, 2002) Una fermentación proteolítica también puede conducir a la formación de metabolitos potencialmente tóxicos, como NH<sub>3</sub>, aminas, fenoles volátiles e índoles (Macfarlane *et al.*, 1992; Russell *et al.*, 1983 citados por Reis de Souza *et al.*, 2012). El NH<sub>3</sub> puede afectar el desarrollo de la mucosa intestinal y se ha determinado que está negativamente correlacionado con la altura de las vellosidades intestinales. El NH<sub>3</sub> absorbido debe ser excretado en forma de urea, con un costo de energía de 7% del total del gasto energético, tanto en animales no rumiantes como en rumiantes (Eisemann y Nienaber, 1990).

## **2.7 SUPLEMENTO NUTRICIONAL LÍQUIDO**

Un suplemento nutricional líquido contiene ingredientes de alta digestibilidad y palatables para los lechones. Dentro de las ventajas de su uso tenemos: a) incrementa la ingesta de materia seca y energía, b) mejora el peso al destete de los lechones, c) reduce la mortalidad predestete, c) decrece las variaciones de peso al destete y d) mejora las adaptación a los alimentos sólidos (Porcar y Caballero, 2015; Battillana, 2016). Sin embargo, dentro de las desventajas de su uso se puede mencionar: a) puede enmascarar problemas de manejo, nutricionales y de salud que afectan la producción de leche de la marrana reduciendo su desempeño, b) se necesita espacio

extra al destete, y c) el uso incorrecto aumenta los costos porque es un producto de alta calidad y costoso (Porcar y Caballero, 2015).

### 2.7.1 Composición del Suplemento nutricional líquido:

El suplemento nutricional líquido básicamente está compuesto por proteína de suero seco bovino, leche desnatada seca, proteína vegetal, lecitina, grasa vegetal, vitaminas, minerales y antibiótico (Zijlstra *et al.*, 1996; Heo *et al.*, 1999).

#### 2.7.1.1 Suero seco de leche Bovino

Las proteínas del suero de leche bovino constituido por dos grandes familias de proteínas: Las caseínas (insolubles), las cuales representan el 80% del total de proteínas y el segundo grupo son las proteínas solubles que incluyen la b-lactoglobulina (b-LG), la-lactalbúmina (a-LA), las inmunoglobulinas (IG), la albúmina de suero bovino (BSA), lactoferrina bovina (BLF) y lactoperoxidasa (LP), junto con otros componentes menores (Madureira *et al.*, 2004).

Beneficios de las proteínas del Suero de Leche Bovino:

- Mejoran el incremento de peso y la composición de la masa muscular (Hall *et al.*, 2003; Roberts *et al.*, 2002).
- Las proteínas del suero de leche contribuyen a mejorar la fuerza muscular y reducen la tendencia a la rotura ósea; Estas características están directamente relacionadas con sus perfiles de aminoácidos (Ha y Zemel, 2003).
- Refuerzan el sistema inmunológico (Beaulieu, *et al.*, 2006).
- Disminuyen el colesterol plasmático y hepático, así como los niveles de triacilglicerol plasmático en animales modelo alimentados con dietas que contienen colesterol (Beena y Prasad, 1997; Zhang y Beynen, 1993 citados por Madureira *et al.*, 2004).

- Se han obtenido resultados positivos en estudios sobre la protección en lechones contra diarreas causado por *Escherichia coli* enterotoxigénicos usando productos con suero de leche bovino (Isaacson *et al.*, 1980; Snodgrass *et al.*, 1982; Moon & Bunn, 1993 citado por Korhonen *et al.*, 2000).

#### 2.7.1.2 Proteína vegetal

La proteína vegetal usada en la composición del suplemento nutricional líquido es el gluten de trigo de alta digestibilidad con un 80 % de proteína bruta; siendo una fuente natural de glutamina (Gln), el aminoácido libre más abundante en la leche de cerdas (Wu y Knabe, 1994) y esencial en lechones con destete temprano (Wu *et al.*, 1996, Liu *et al.*, 2002, Kitt *et al.*, 2002 citados por Der-Nan *et al.*, 2003). Sin embargo, presenta un ligero déficit en lisina y treonina (Wu y col, 1996 citado por Blasco *et al.*, 2003).

Después del destete, la síntesis de glutamina endógena decrece en los lechones. Se ha demostrado que la adición de cantidades adecuadas de glutamina exógena en dietas para lechones destetados puede mejorar la estructura y función del intestino delgado, reduciendo la tasa de diarrea y el rendimiento de los lechones (Wu *et al.*, 1996, Liu *et al.*, 2002, Kitt *et al.*, 2002 citado por Der-Nan *et al.*, 2003).

Los dipéptidos de glutamina, tales como alanil-glutamina (Ala-Gln) y glicil-glutamina (Gly-Gln), que no están completamente hidrolizados en el yeyuno de lechones destetados, pueden ser absorbidos por la célula epitelial intestinal. La velocidad de absorción de la glutamina en forma unida a péptido es más rápida que en forma libre (Wang, 2010). Tanto Glutamina como alanil-glutamina pueden prevenir la muerte de los enterocitos neonatales inducidos por las endotoxinas, además de las posibles lesiones oxidativas intestinales y enfermedades inflamatorias en neonatos (Haynes *et al.*, 2009 citado por Fei Han *et al.*, 2017).

#### 2.7.1.3 Vitaminas liposolubles

El principal propósito de las vitaminas liposolubles A, D, E y K es el control de las reacciones químicas en el organismo. Estas vitaminas son absorbidas por el intestino y almacenadas como grasa en el cuerpo (Owsley, 2012).

#### 2.7.1.3.1 Vitamina A

La vitamina A se transporta unida a quilomicrones del intestino al hígado donde se almacena, (Huang *et al.*, 1968; Peterson, 1969 citado por Lars Rase, 1974). En marranas, la concentración más alta de retinol fue encontrada en el calostro, mientras que la concentración de retinol en la leche decreció al 71% durante la primera semana postparto y luego se mantuvo estable (Hakansson *et al.*, 2001).

La transferencia de vitamina A vía placentaria es limitada, y los lechones nacen con bajo nivel de vitamina A, siendo el calostro la principal fuente de vitamina A para los lechones recién nacidos y estas concentraciones no son afectadas por la ingesta de vitamina en la dieta de las marranas durante la gestación, pero sí por la ingesta de la marrana durante la etapa de lactación (Hakansson *et al.*, 2001). El déficit de vitamina A puede causar daño al sistema nervioso como la falta de coordinación, el temblor de las piernas, espasmos y parálisis; reducción del crecimiento, y problemas reproductivos. Sin embargo, la ceguera no es tan común en cerdos (McDowell, 2000).

#### 2.7.1.3.2 Vitamina D

La vitamina D entra al cuerpo de dos maneras, por exposición a los rayos ultravioleta UVB o consumiéndolo en la dieta. La exposición a los rayos ultra violeta producen el precursor de la vitamina D conocido como cholecalciferol , transportado al hígado donde se convierte en 25-hydroxi vitamina D ( 25-OHD) (Holick, 2011). Luego es convertida en su forma activa 1.25 (OH)<sub>2</sub> D por la enzima alfa- hidroxilasa (Beard *et al.*, 2011). El principal rol de la vitamina D es el control de los niveles de calcio y fósforo en la sangre y hueso. La vitamina D activa la

absorción de calcio y mejora la digestibilidad del fósforo (Soares, 1995); incluyendo el desarrollo y función del sistema inmune (Tousignant *et al.*, 2013).

#### 2.7.1.3.3 Vitamina E

La vitamina E, agrupa diferentes compuestos, dentro de los cuales se incluyen los tocoferoles y los tocotrienoles; siendo su mayor representante el tocoferol; es un componente indispensable de las membranas biológicas con propiedades estabilizadoras de membrana (Morrisey, 1994, citado por Pinelli Saavedra, 2003). Se absorbe a través de la digestión de la grasa por el proceso de emulsión de la bilis y lipasa pancreática; transportándose en la sangre mediante lipoproteínas de (Ullrey, 1981; Machlin *et al.*, 1975; Traber *et al.*, 1993 citados por Pinelli Saavedra, 2003).

La mayoría de los estudios han concluido que, antes de la lactancia, la concentración de alfa-tocoferol en el suero de los lechones neonatales es baja a pesar de que la madre se alimente con dietas que cumplen los requerimientos de los niveles de vitamina E (Young *et al.*, 1977; Loudenslager *et al.*, 1986 citados por Pinelli Saavedra, 2003). La función más importante es la de antioxidante de las membranas biológicas, donde protege los ácidos grasos poli-insaturados y otros componentes de las membranas celulares de los radicales libres. Esta función asegura la estabilidad de las membranas de células como los eritrocitos, los leucocitos, los enterocitos y las plaquetas (Surai, 2001 citado por Pinelli Saavedra, 2003).

#### 2.7.1.3.4 Vitamina K

La vitamina K, existe en dos formas naturales y múltiples formas sintéticas. La poliquinona es la forma natural sintetizada por plantas y es un componente de los cloroplastos. La Menaquinona es la segunda forma natural sintetizada por bacterias; siendo almacenadas en el hígado. La vitamina K juega un rol importante en la coagulación o trombogénesis, es el proceso por el cual la sangre forma coágulos. Los síntomas de deficiencia de vitamina K en los cerdos es sangre en la orina, hemorragia subcutánea y prolongada en el ombligo o como consecuencia de una lesión (Schendel y Johnson, 1962; Brooks *et al.*, 1973; Seerley *et al.*, 1976 citado por Monegue, 2013).

### 2.7.2 Aminoácidos en el Suplemento nutricional líquido

Existen cerca de 20 aminoácidos importantes para la nutrición animal, entre ellos 10 son considerados esenciales para los cerdos: lisina (Lys), treonina (Thr), metionina (Met), triptófano (Trp), valina (Val), isoleucina (Ile), leucina (Leu), histidina (His), fenilalanina (Phe) y tirosina (Tyr) y, otros como la glutamina y la arginina que fueron tradicionalmente considerados como no esenciales, actualmente se consideran como condicionalmente esenciales para lechones, porque la producción endógena no es capaz de atender sus necesidades nutricionales para aquella fase específica, especialmente como ocurre en el período del destete o de mayor desafío sanitario (Nogueira *et al.*, 2016) .

La arginina es el aminoácido condicionalmente esencial de los lechones recién nacidos; la leche de las marranas es deficiente en arginina, lo cual afecta la tasa de lisina: arginina en la leche que es ingerida por los lechones (Wu y Knabe *et al.*, 1994; Davis *et al.*, 1994 citado por Wu. *et al.*, 2009). El catabolismo de la arginina en enterocitos de cerdo se limita al nacimiento y durante el período de amamantamiento debido a una actividad de la arginasa. La degradación intestinal de la arginina aumenta notablemente en el destete debido a la inducción de la arginasa (Wu *et al.* 1996 citado por Wu *et al.*, 2004), que es regulada principalmente por los glucocorticoides (Flynn y Wu 1997 citado por Wu *et al.*, 2004)., que son necesarios para que el organismo resista situaciones de estrés.

La arginina mejoró el rendimiento de crecimiento de los lechones alimentados con suplementos similares a la leche a través de los siguientes mecanismos: 1) aumento de la disponibilidad de arginina para la síntesis de proteínas en los tejidos; 2) estimuló la producción de óxido nítrico dependiente de arginina (un vasodilatador principal, regulador clave de la respuesta inmune y una molécula de señalización versátil) por las células endoteliales y endocrinas, así como otros tipos de células; 3) promovió la secreción mediada por el óxido nítrico de insulina y somatotropina (hormonas anabólicas); 4) mejoró la sensibilidad a la insulina tisular; y 5) aumentó la síntesis de poliamina en diversos tejidos (Wu *et al.*, 2004).



Por ello, la deficiencia de arginina causa retraso en el crecimiento, disfunción intestinal y reproductiva, alteración del desarrollo inmunitario y neurológico, anomalías cardiovasculares y pulmonares, alteración de la cicatrización de heridas, hiperamonemia e incluso muerte en animales (Jonge W *et al.*, 2002; Wu *et al.*, 2004; Brunton J *et al.*, 1999 Wu 1998 citados por Wu *et al.*, 2004).

He *et al.* (2011) demostraron que la suplementación dietética con arginina podría contrarrestar parcialmente los cambios de los metabolitos inducidos por el estrés del destete, como los metabolismos de los lípidos y los aminoácidos. Sin embargo, la arginina no pudo restaurar el microbiota intestinal alterada. Estos resultados demuestran el papel central de la suplementación con arginina en la regulación del metabolismo de los lechones destetados.

Kim *et al.* (2004) realizaron su experimento con diferentes niveles de L-arginina (0, 0.2, 0.4%) en el suplemento nutricional líquido, siendo la tasa de lisina: arginina: histidina 1:0.346:0.221, 1:0.449:0.221 y 1:0.552:0.221, respectivamente. El suministro del suplemento nutricional líquido aseguró su disponibilidad continua a los lechones sin afectar la absorción de lisina e histidina. Al finalizar la investigación se estimó que la tasa ideal entre lisina: arginina debería ser 100:55 (g:g) para maximizar la ganancia de peso en lechones a los 21 días. Del mismo modo en el estudio de Wu *et al.* (1996) afirmó que la suplementación de arginina a través del suplemento nutricional líquido contribuyó para maximizar la ganancia de peso de los lechones. Flynn *et al.* (2000) sugieren que al suministrar arginina de manera exógena puede maximizar el desarrollo de los lechones lactantes.

La glutamina es el aminoácido que proporciona a las células epiteliales del intestino la energía necesaria, mejora la estructura del epitelio y acelera el crecimiento de las vellosidades intestinales, actúa sobre la microflora intestinal mejorando la salud de los cerdos (Hanczakowska *et al.*, 2013). En efecto, optimiza el rendimiento del crecimiento en lechones. La glutamina en la dieta de los lechones favorece la alta replicación del tracto gastrointestinal y las células del sistema inmunitario (Rhoads *et al.*, 2009). Se considera el principal sustrato energético para las células de proliferación rápida, como los enterocitos y linfocitos activados

(Watford *et al.*, 2011); además, es esencial en la síntesis de mucina y para mantener las barreras contra los ataques bacterianos (Ribeiro *et al.*, 2008).

Es también un precursor de la síntesis de prolina y arginina, los cuales son componentes de las proteínas del cuerpo. La glutamina regula negativamente la expresión de genes responsables del estrés oxidativo, la activación inmune, y aumenta la expresión de genes que son necesarios para el crecimiento celular y la eliminación de oxidantes. Debido a estas propiedades, la glutamina se considera un aminoácido condicionalmente esencial en las dietas para lechones destetados habiéndose observado que la glutamina mejora la salud intestinal de los animales destetados a los 21 días de edad y bajo condiciones de estrés (Li *et al.*, 2007 citado por Ramirez *et al.*, 2009) Se ha demostrado que la glutamina mejora la reparación epitelial en varios modelos de lesión intestinal y estimula la proliferación epitelial y la síntesis de proteínas o reduce la apoptosis en cultivos celulares (Blikslager *et al* 2001 y Xi *et al.*, 2012 citados por Cabrera *et al.*, 2013). El aumento de la captación de Glutamina en las criptas no solo podría promover un aumento compensatorio en la absorción de Na<sup>+</sup>, sino que también ubicaría este nutriente en la ubicación ideal para promover la producción de células de la cripta y la restauración de la arquitectura de las vellosidades. Esto podría explicarse por el hecho de que la glutamina está donando un grupo amida para la biosíntesis de purinas (adenina y guanina) y pirimidinas (timina y citosina), que son las bases de nucleótidos para apoyar la producción de ácido nucleico (ADN) para células que se dividen rápidamente en criptas (Cabrera *et al.*, 2013).

### 2.7.3 Uso de suplementos nutricionales líquidos en lechones

Wolter *et al.* (2002) evaluaron el efecto de la suplementación de un suplemento nutricional líquido para lechones durante la lactación sobre el comportamiento productivo en el crecimiento y el peso al beneficio; el suministro del suplemento nutricional líquido fue ad libitum a partir del tercer día de lactación hasta el destete.

Observaron mejor peso al destete en los lechones suplementados que en el control (6.6 kg vs 5.7 Kg) y tendió a mayor número de lechones destetados 11.4 vs 10.9 lechones/camada, pero

no reportaron efecto en el comportamiento productivo en recría. Sin embargo, hubo una reducción de tres días para lograr el peso al beneficio en el grupo tratamiento.

Park *et al.* (2014) evaluaron el efecto del suministro de un suplemento líquido durante la lactación sobre el comportamiento productivo post destete. El suministro fue desde el día 4 hasta el día 21. Encontraron diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) para la ganancia de peso durante la fase de 21-54 días de edad. Además, se demostró mejora en la ganancia de peso en los lechones que consumieron el suplemento líquido durante la etapa de lactación en la estación de verano, pero no durante la estación de invierno, ya que en el verano observaron una reducción en la producción de leche de las marranas.

Greeff *et al.* (2016) evaluaron el efecto del suplemento nutricional líquido con alto contenido de nutrientes sobre el desarrollo del crecimiento, estructura y función del intestino de los cerdos de recría. El suministro del suplemento nutricional líquido fue desde el primer día hasta los 21 días de edad. Observaron diferencia estadística significativa en el peso al destete con una ganancia de peso promedio de 0.51 kg comparado con el grupo control, indicando que el incremento de peso está vinculado por la ingesta de energía que aporta el suplemento nutricional líquido. Concluyen que no solo dió nutrientes adicionales para mejorar la ganancia de peso al destete, sino que también indujo cambios anatómicos y funcionales en el tracto gastrointestinal del lechón, es decir induce el crecimiento cilíndrico de las vellosidades incrementando la superficie de la mucosa, y numéricamente las vellosidades. Esta ampliación de la superficie de la mucosa volvió más eficiente la absorción de nutrientes para la etapa pos destete.

Zijlstra *al.* (1996) evaluaron el suministro del suplemento nutricional líquido desde el día 14 hasta el día 21 de edad, observaron diferencia estadística significativa en el peso a los 21 días de edad con 7.76 kg en el grupo con suplemento nutricional líquido vs 6.32 kg del grupo control; y ganancia de peso 417 gr vs 160 gr del grupo control. Sin embargo, no hubo diferencia estadística significativa en la ganancia de peso e ingesta de alimento durante la etapa de recría (21 hasta los 49 días de edad). Además, reportaron diferencia estadística significativa a los 49 días de edad en la ganancia de peso.

Pustal *et al.* (2015) evaluaron el suministro del suplemento nutricional líquido durante la lactación y su posible impacto sobre la salud y el performance de las marranas y lechones. Se observó que el consumo se incrementó entre el segundo día de lactación y el destete. El promedio diario de la ganancia de peso no difirió significativamente entre el grupo control y del tratamiento. Sin embargo, hubo un mayor número de lechones destetados en el grupo tratamiento (13.47 Vs 12.36); lo cual redujo el porcentaje de lechones enfermos. Además, se observó que el peso promedio al destete de las camadas presentó diferencia estadística significativa entre el grupo tratamiento con el control.

Novotni - Dankó *et al.* (2015) investigaron el efecto del suplemento nutricional líquido sobre el performance de las camadas durante el periodo de lactación. Observaron diferencia estadística significativa en el peso a los 14 y 28 días de edad. Además, la incidencia de problemas entéricos, la mortalidad fue significativamente menos en el grupo con suplementación de leche en comparación con el grupo control. Concluyeron que el uso del suplemento nutricional líquido sobre el comportamiento productivo en el crecimiento puede incrementar el peso al destete, reducir la mortalidad e incrementar la uniformidad de los lotes al destete.

Kim *et al.* (2004) estudiaron el efecto de la suplementación de arginina como principal componente en un suplemento nutricional líquido en lechones de 7 a 21 días de edad. La arginina es deficiente en la leche de las marranas y esta deficiencia afecta el performance de los lechones. La tasa de lisina:arginina:histidina en el suplemento nutricional líquido fue 1:0.346:0.221 , 1:0.449: 0.221 y 1:0.552:0.221 respectivamente. Concluyeron que con un 0.2% de arginina se mejora la ganancia de peso de los lechones ya que no afectó los niveles de plasma de insulina y de la hormona de crecimiento. Este resultado indica que la relación dietética ideal estimada de lisina: arginina (100:41) para lechones es baja y que debe aumentarse al menos 100:55 para maximizar la ganancia de peso en lechones antes del destete (21 días de edad).

Novotni-Dankó *et al.* (2015) observaron que el suministro del suplemento nutricional líquido redujo significativamente los disturbios gastroentéricos comparado con el grupo control, es decir presentó diferencia estadística significativa durante la etapa de lactación ( $P < 0.05$ ). Sin embargo, Pustal *et al.* (2015) en una investigación similar reportaron que no hubo diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) en incidencias de disturbios gastroentéricos durante la etapa de lactación entre los dos tratamientos. Por otro lado, se observó que durante la etapa de recría no hubo diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) en la incidencia de disturbios gastroentérico entre los dos tratamientos lo que guarda relación con la investigación de Wolter *et al.*, 2002 quienes observaron que en la etapa posdestete no presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LUGAR EXPERIMENTAL**

La etapa experimental de la presente investigación se realizó en las instalaciones de las Áreas de Maternidad y Recría de la Unidad Experimental en Cerdos (UEC), del Programa de Investigación y Proyección Social de Cerdos, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina entre los meses de Enero – Mayo del año 2017.

#### **3.2 ANIMALES EXPERIMENTALES**

Se utilizaron 94 lechones (47 hembras y 47 machos) recién nacidos provenientes del cruce Yorkshire/Landrace con un peso promedio de 1.55 Kg; los cuales fueron homogenizados al azar después de las 24 horas de nacidos luego de garantizar la ingesta del calostro de los lechones en sus respectivas camadas.

#### **3.3 INSTALACIONES Y EQUIPO**

La primera etapa de la investigación se realizó en el área de maternidad de la UEC que tiene cinco salas, con tres jaulas cada una. El área total de cada jaula fue de 4.32 m<sup>2</sup>, en el cual el espacio que le corresponde a la marrana fue de 1.26m<sup>2</sup> y para cada camada fue de 3.06 m<sup>2</sup>. Para pesar a los lechones al nacimiento se usó una balanza electrónica portátil de 150 kg de capacidad con una aproximación de 50g.

La segunda etapa de la investigación se realizó en el área de recría de la UEC, la cual tiene cuatro salas con seis jaulas cada una, con un área de 2.88 m<sup>2</sup>, con piso emparrillado (Slats), comedero lineal con 7 espacios, bebedero tipo chupón de altura graduable.

Para pesar a los animales al destete y en la etapa de Recría, se utilizó una balanza de 50 kg de capacidad con una aproximación de 100g. Para mantener la temperatura ambiental adecuada en las jaulas, se armó un microclima en base de cortinas de color blanco de polipropileno para cada sala. Dichas cortinas fueron reguladas conforme aumentaba la edad del lechón, se midió la temperatura y humedad relativa del ambiente con termómetros-higrómetros digitales, habiéndose registrado en promedio 29.1°C de temperatura de humedad relativa 73.4% del ambiente.

### 3.4 PRODUCTO EVALUADO

El producto evaluado fue un Suplemento nutricional líquido. El análisis proximal del suplemento nutricional líquido y el perfil de aminoácidos se presenta en los Cuadros 2 y 3

#### Cuadro 2: Análisis proximal del Suplemento nutricional líquido

Nutrientes	Contenido
Proteína %	18.11
Grasa %	22.47
Ceniza %	6.2
Fibra %	0.1
Energía Metabolizable (Mcal/Kg)	<b>4.461</b>
Extracto libre de nitrógeno %	34.13
Materia seca %	81.01
Humedad %	18.99
Fósforo %	0.77
Lactosa %	37.84

Fuente: Laboratorio Santa Elena, 2018

**Cuadro 3: Perfil de aminoácidos en el Suplemento nutricional líquido**

Perfil de aminoácidos	%
Proteína	18.11
Lisina	1.04
Methionina	0.26
Cystina	0.25
Treonina	0.83
Valina	0.82
Isoleucina	0.84
Leucina	1.42
Histidina	0.29
Arginina	0.63
Fenilalanina	0.73

Fuente: Laboratorio Santa Elena, 2018

#### 3.4.1 Protocolo de preparación del Suplemento nutricional líquido

La presentación comercial del suplemento nutricional es en polvo, siendo su protocolo de preparación el siguiente:

- Calentar el agua hasta una temperatura de 40- 50 ° C.
- Disolver 375 gramos del suplemento nutricional en un litro de agua caliente
- Mezclar hasta conseguir una consistencia similar al del yogurt

#### 3.4.2 Protocolo de suministro del producto

- El protocolo empleado para el suministro del suplemento nutricional líquido se presenta en el Cuadro 4



**Cuadro 4: Protocolo del suministro del suplemento nutricional líquido**

Edad	Dosis/ día	Cantidad de agua / dosis	Cantidad de agua	Ofrecido (agua + producto)	Total consumido
Día 1	Calostro durante las primeras 12 horas	N/A	N/A	N/A	N/A
Día 1 después de las 12 horas	1	75-125 ml	100 ml	120 ml	98
Día 2	2	150-200 ml	150 ml	180 ml	321 ml
Día 3	2	200-300 ml	300 ml	400 ml	528 ml
Día 4	2	200-300 ml	300 ml	400 ml	754 ml
Día 5	2	400-600 ml	600 ml	800 ml	1386 ml
Día 6	2	400-600 ml	600 ml	800 ml	1320 ml
Día 7	2	400-600 ml	600 ml	800 ml	1330 ml
Día 8	2	400-600 ml	600 ml	800 ml	1306 ml
Día 9	2	750 -1250 ml	1250 ml	1700 ml	2514 ml
Día 10	2	750 -1250 ml	1250 ml	1700 ml	2546 ml
Día 11	2	750 -1250 ml	1250 ml	1700 ml	2798 ml
Día 12	2	750 -1250 ml	1250 ml	1700 ml	2882 ml
Día 13	2	750 -1250 ml	1250 ml	1700 ml	2960 ml
Día 14	1	1000- 1500 ml	1500 ml	2050 ml	1910 ml

Fuente: Batillana, 2017

### 3.4.2 Materiales

- Hervidor eléctrico de capacidad de 1.8 litros.
- Termómetro, para regular la temperatura óptima antes de la dilución.
- Balanza portátil de mesa a batería de capacidad de 5 kg.
- Balde.
- Cuchara de metal
- Lapicero
- Registro físicos de alimento

### **3.5 PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN**

Se siguió el programa de alimentación empleado en la Unidad Experimental en Cerdos, el cual consta de 4 fases, tal como se detalla a continuación:

- Fase 1: Día 21 al 27
- Fase 2: Día 28 al 34
- Fase 3: Día 35 al 55
- Fase 4: Día 56 al 70

La composición nutricional del alimento empleado en cada fase se presenta en los Cuadros 5, 6 y 7.

**Cuadro 5: Contenido nutricional calculado del alimento suministrado a los lechones en Fase I (21- 27 días) y Fase II (28-35 días)**

Aporte nutricional	Unidad	Fase I	Fase II
		(21- 27 días)	(28- 35 días)
		Contenido	Contenido
Materia Seca	(%)	86	86
Proteína Bruta	(%)	18	17
Grasa	(%)	5	4
Fibra	(%)	5	3
Humedad	(%)	14	14
Ceniza	(%)	8	8
Colistina	Mg	40	40
Tiamulina	Mg	100	100
Clortetraciclina	Mg	400	400

Fuente: Purina, 2017

**Cuadro 06. Composición porcentual y contenido nutricional calculado del alimento de la Fase III (35 – 55 días) y Fase IV (56 – 70 días)**

<b>INSUMO</b>	<b>Fase III</b>	<b>Fase IV</b>
Maíz	55.03	67.35
Torta de Soya	23.00	22.5
Complejo proteico <sup>1</sup>	5.50	5.15
Suero de leche <sup>2</sup>	8.74	--
Complejo enzimatico <sup>3</sup>	0.10	0.10
Aceite de Soya	2.20	0.50
Premezcla de vitaminas y minerales	0.10	0.10
Colina	0.05	0.05
Antibiotico <sup>4</sup>	0.10	0.10
Bicarbonato de sodio	0.70	0.70
Carbonato de calcio	1.00	1.30
Fosfato dicalcico	1.90	1.13
Sal	0.50	0.17
DL-metionina	0.23	0.14
Lisina	0.52	0.46
Antioxidante <sup>5</sup>	0.10	0.10
Micosecuestante <sup>4</sup>	--	0.02
Treonina	0.137	0.04
Sulfato de cobre	0.05	0.05
Óxido de zinc	0.05	0.05
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Contenido nutricional calculado</b>		
EM cerdos, Kcal/Kg	3351	3321
Proteína Cruda, %	21.8	21.00
Lisina Total, %	1.50	1.37
Metionina Total, %	0.57	0.47
Treonina Total, %	0.89	0.82
Triptófano Total, %	0.25	0.24
Calcio, %	0.91	0.86
Fosforo Disponible, %	0.45	0.34

<sup>1</sup>Star Pro, <sup>2</sup>Star Lacto Premium, <sup>3</sup>Vegpro, <sup>4</sup>Starsure (Amoxicilina y Norfloxacin), <sup>5</sup>Alquerfeed,

<sup>4</sup>Milbond.

Fuente: Unidad Experimental de Cerdos

**Cuadro 07. Análisis proximal porcentual del alimento de la Fase I (21 – 27 días), Fase II (28-34 días), fase III (35 – 55 días), fase IV (56- 70 días)**

Aporte nutricional	Unidad	Fase I (21-27 días)	Fase II (28-34 días)	Fase III (35-55 días)	Fase IV (56-70 días)
Materia Seca	(%)	98.6	98.42	97.48	97.16
Proteína Bruta	(%)	20.54	18.61	20.52	20.67
Grasa	(%)	4.61	5	3.98	3.08
Fibra	(%)	1.4	1.58	2.52	2.84
Ceniza	(%)	6.08	6.08	6.65	5.29
Humedad	(%)	9.8	9.66	10.48	11.71
ELN	(%)	57.57	59.07	55.85	56.41

Fuente: Lena, 2018

### 3.6 TRATAMIENTOS

Los tratamientos consistieron en el suministro del Suplemento nutricional líquido durante los primeros 14 días de lactación, como se detalla a continuación:

- Tratamiento 1 (Sin SNL): Sin suministro del Suplemento nutricional líquido a los lechones
- Tratamiento 2 (Con SNL): Suministro del Suplemento nutricional líquido a lechones durante los primeros 14 días en la etapa de lactancia.

### 3.7 PROGRAMA SANITARIO

Los animales evaluados fueron vacunados contra el virus del Cólera Porcino a los 45 días de edad con el producto comercial ROSENBUSCH® la cual es una vacuna liofilizada, elaborada de virus vivo modificado Cepa China.

Además, los animales que presentaron incidencia de disturbios gastroentéricos fueron tratados con un antibiótico vía oral (DIARREVET® y BISMUFAR®).

### 3.8 PARÁMETROS EVALUADOS

a) Peso al Destete

Se realizó el pesaje a los 21 días de edad.

b) Ganancia Diaria de Peso

El cual se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Ganancia Diaria de Peso} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Días}}$$

c) Consumo de Alimento

El consumo de alimento balanceado se calculó diariamente, de la siguiente manera:

$$\text{Consumo de Alimento} = \text{Ofrecido} - \text{Residuo}$$

d) Pesos pos destete

Los animales fueron pesados al final de cada fase de alimento durante la etapa de cría; es decir a los 28, 35, 56 y 70 días de edad.

e) Conversión Alimenticia

La Conversión Alimenticia, se calculó de la siguiente manera; para cada fase de crianza.

$$\text{Conversion Alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso diario}}$$

f) Incidencia de disturbios gastroentéricos

Se verificó y cuantificó diariamente la presencia de disturbios gastroentéricos en cada tratamiento y repetición. Obteniendo así el número de animales que presentaron disturbios gastroentéricos durante la etapa experimental, para luego ser expresada en porcentaje (%) al relacionarlo con el total de animales por tratamiento.

g) **Retribución Económica:**

La retribución económica se obtuvo relacionando los ingresos por venta de los animales con el costo de producción del cerdo, tanto, con suministro del Suplemento nutricional líquido, como, sin suministro del Suplemento nutricional líquido.

### **3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se usó el diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con dos tratamientos, cinco repeticiones; considerando como bloque cada semana de ingreso de los animales.

El Modelo Aditivo Lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1,2,3,4,5$$

$$j = 1,2$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es la respuesta observada bajo el  $i$ -ésimo tratamiento,  $j$ -ésimo bloque.

$\mu$  = Efecto de la media general del experimento.

$\beta_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo bloque (semana)

$T_j$  = Efecto de  $j$ -ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental en el  $j$ -ésimo tratamiento,  $i$ -ésimo bloque.

Se realizó el análisis de variancia para las características de peso inicial, peso final, ganancia de peso total, conversión alimenticia total y disturbios gastroentéricos; haciendo uso del software R. Para el análisis de variancias entre los tratamientos se utilizó la prueba ANOVA y la prueba de Tukey para la comparación múltiple de las medias ajustadas ( $p \leq 0.05$ ).



## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 PESOS A LOS 21, 28, 35, 56 Y 70 DÍAS DE EDAD

Los resultados de los pesos obtenidos en el presente trabajo se detallan en el Cuadro 8 y Anexo 2. Se puede observar que al destete existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los dos tratamientos, siendo la diferencia favorable para los cerdos del tratamiento 2 (Con SNL) lo cual coincide con Azain *et al.*, 1996; Wolter *et al.*, 2002 y Park *et al.*, 2014 citado por Greeff *et al.*, 2016; quienes también observaron mejoras al suministrar a los lechones el suplemento nutricional líquido. Estos resultados podrían deberse a que los lechones que recibieron el suplemento nutricional líquido tienen un mayor aporte de nutrientes, lo cual se ve reflejado en un mejor peso al destete. Sin embargo, el peso de los cerdos a los 28,35 y 56 días fue similar para los dos tratamientos, no encontrándose diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ ), por lo tanto, se puede suponer que el efecto del suministro del suplemento nutricional líquido no ha influido en los pesos pos destete durante las diferentes etapas de recría coincidiendo con el estudio de Wolter *et al.*, 2002, quienes tampoco encontraron diferencias significativas en los pesos pos destete.

A pesar de no ser significantes, se observó una diferencia numérica en el peso a los 70 días de los lechones en ambos tratamientos 27.1 kg vs 28.53 kg para los tratamientos 1 (Sin SNL) y tratamiento 2 (Con SNL), respectivamente; resultados que concuerdan con Dunshea *et al.*, 1999 quienes también reportaron diferencia numérica en los pesos durante la etapa de recría entre los grupos evaluados.

**Cuadro 8. Peso vivo, ganancia diaria de peso vivo, consumo diario de alimento y conversión alimenticia de los animales en la etapa de recría.**

Parámetros	Tratamientos		P>F
	T1 Sin SNL	T2 Con SNL	
Peso al nacimiento, Kg	1.55	1.56	
Peso al destete (21d), Kg	5.75 <sup>a</sup>	6.32 <sup>b</sup>	0.035*
Peso a los (28d), Kg	6.86 <sup>a</sup>	7.30 <sup>a</sup>	0.13
Peso a los (35d), Kg	8.90 <sup>a</sup>	9.62 <sup>a</sup>	0.07
Peso a los (56d), kg	19.10 <sup>a</sup>	19.93 <sup>a</sup>	0.23
Peso final (70d), Kg	27.10 <sup>a</sup>	28.53 <sup>a</sup>	0.12
<b>GDP g/d</b>			
Lactación (0 – 21 d)	210 <sup>a</sup>	239 <sup>b</sup>	0.01*
Fase 1 (21 - 27 d)	150 <sup>a</sup>	140 <sup>a</sup>	0.46
Fase 2 (28 - 34 d)	300 <sup>a</sup>	330 <sup>a</sup>	0.14
Fase 3 (35 – 55 d)	480 <sup>a</sup>	490 <sup>a</sup>	0.59
Fase 4 (56 – 70 d)	530 <sup>a</sup>	550 <sup>a</sup>	0.47
Acumulado	410 <sup>a</sup>	440 <sup>a</sup>	0.23
<b>CDA g/d</b>			
Fase 1 (21 – 27 d)	221.60 <sup>a</sup>	195.80 <sup>a</sup>	0.37
Fase 2 (28 – 34 d)	449.80 <sup>a</sup>	425.80 <sup>a</sup>	0.74
Fase 3 (35 – 55 d)	798.00 <sup>a</sup>	729.80 <sup>a</sup>	0.26
Fase 4 (56 - 70 d)	1176 <sup>a</sup>	1122.80 <sup>a</sup>	0.57
Acumulado	777.40 <sup>a</sup>	717.00 <sup>a</sup>	0.30
<b>CA</b>			
Fase 1 (21 - 27 d)	1.47 <sup>a</sup>	1.62 <sup>a</sup>	0.63
Fase 2 (28 - 34 d)	1.65 <sup>a</sup>	1.32 <sup>a</sup>	0.20
Fase3 (35 – 55 d)	1.7 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	0.43
Fase 4 (56 – 70 d)	2.24 <sup>a</sup>	2.04 <sup>a</sup>	0.11
Acumulado	1.94 <sup>a</sup>	1.62 <sup>a</sup>	0.07

a, b Letras iguales en la misma fila indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos ( $\alpha = 0.05$ ).

## 4.2 GANANCIA DIARIA DE PESO

Los resultados de ganancia diaria de peso obtenidos en el presente trabajo se detallan en el Cuadro 8 y Anexo 3. Se puede observar que durante la lactación se encontró una mayor ganancia diaria de peso en el tratamiento 2 (Con SNL) ( $P < 0.05$ ); lo que guarda relación con los resultados obtenidos por Park *et al.*, 2014. Pero no concuerda con los resultados obtenidos por Pustal *et al.*, 2015 quienes no encontraron diferencias estadísticas significativas en la ganancia diaria de peso en la lactación, se puede suponer que la ganancia diaria de peso se debe a la composición del suplemento nutricional líquido, el cual induce el desarrollo anatómico y funcional del tracto gastrointestinal (Greeff *et al.*, 2016). También este resultado puede deberse a la presencia de aminoácidos esenciales que están presentes en el suplemento nutricional líquido, tales como la arginina, este aminoácido es deficiente en la leche de la marrana, y al ser suministrado de manera exógena maximiza la ganancia de peso en los lechones durante la lactación (Wu *et al.*, 1996). Ya que según lo reportado por He Q *et al.*, 2011 demostraron que la arginina podría contrarrestar parcialmente los cambios de los metabolitos inducidos por el estrés del destete.

La ganancia diaria de peso en las fases de recría (28 días; 35 días; 56 días; 70 días) no presentó diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos coincidiendo con el estudio de Park *et al.*, 2014, pero si se observó una diferencia numérica en la ganancia de peso acumulada entre los tratamientos siendo favorable para el tratamiento 2 (Con SNL), estos resultados nos hacen suponer que al dejar de suministrarse el suplemento nutricional líquido en recría, los lechones ya no tienen un suministro exógeno de nutrientes que ayuden a mejorar el performance del cerdo, pero el suplemento nutricional líquido durante la etapa de lactación ha ayudado al desarrollo del tracto gastrointestinal del lechón reduciendo así el estrés que genera el destete en la ganancia de peso diaria en la fase de recría.

### 4.3 CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA

El consumo diario del alimento y la conversión alimenticia obtenidos en el presente trabajo se detalla en el Cuadro 8 y en el Anexo 4 y 5, respectivamente. Se obtuvieron los consumos diarios de alimento durante cada fase de recría, donde se puede observar que no hubo diferencia estadística significativa ( $p>0.05$ ) entre los tratamientos, lo que guarda relación con los resultados obtenidos por Wolter *et al.*, 2002 y He *et al.*, 1999 quienes demostraron que no hay diferencia significativa en la etapa pos destete.

Además, tampoco se encontraron diferencia estadística significativa ( $P>0.05$ ) para la conversión alimenticia entre los tratamientos, pero si una diferencia numérica en la conversión alimenticia acumulada que favorece al tratamiento 2 (Con SNL); lo que concuerda con la investigación de Wolter *et al.*, 2002, quienes no evidenciaron diferencias entre los grupos de animales durante la etapa de recría.

Se observa que hay una diferencia numérica tanto en el consumo de alimento y conversión alimenticia acumulada entre los grupos siendo favorable para el tratamiento 2 (Con SNL). Estos resultados nos demuestran que a pesar del estrés del destete que ocasiona que el tracto gastrointestinal del lechón, sufra cambios que se traduce en una reducción de la absorción de nutrientes que conduce a una baja ganancia de peso, el suministro del suplemento nutricional líquido ayudó a minimizar estos cambios, pues no solo dió nutrientes adicionales para mejorar la ganancia de peso al destete sino que también indujo cambios anatómicos y funcionales en el tracto gastrointestinal del lechón, que incluso nos hace suponer que hubo una mejor digestibilidad de nutrientes durante la etapa de recría, coincidiendo con lo reportado por Greeff *et al.*, 2016 quienes demostraron que el suministro del suplemento nutricional líquido estimuló el crecimiento del intestino delgado al finalizar el destete; es decir que hubo un crecimiento cilíndrico de las vellosidades incrementando la superficie de la mucosa, y numéricamente las vellosidades. Esta ampliación de la superficie de la mucosa volvió más eficiente la absorción de nutrientes para la etapa pos destete.

#### 4.4 INCIDENCIA DE DISTURBIOS GASTROENTÉRICOS

Los resultados de la incidencia de disturbios gastroentéricos durante la etapa de lactación y la de recría se presenta en el Cuadro 9 y Anexo 6. Se observó que hubo menor incidencias de disturbios gastroentéricos durante la etapa de lactación en el tratamiento 2 (Con SNL); siendo esta diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos, coincidiendo con lo reportado por Novotni-Dankó *et al.*, 2015; Sin embargo, Pustal *et al.*, 2015 demostraron que no existe diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) en la incidencia de disturbios gastroentéricos durante la etapa de lactación. Además, no existe diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ) entre los grupos durante la etapa pos destete lo que guarda relación con la investigación de Wolter *et al.*, 2002.

Los resultados observados durante la etapa de lactación favorecen al tratamiento 2 (Con SNL) con un menor número de lechones que presentaron problemas entéricos, esto podría deberse a que el suplemento nutricional mejora la salud intestinal del lechón; es decir mejora la digestibilidad de los nutrientes. Por ello, nos hace pensar que la composición del suplemento nutricional líquido que tiene glutamina en el gluten de trigo ayuda a mejorar la respuesta inmunológica, participa en la síntesis de amino azúcares, siendo un factor en el mantenimiento de la estructura de la mucosa intestinal y mejora la función de la barrera intestinal en los lechones proporcionando resistencia ante la colonización de patógenos (García de Lorenzo *et al.*, 2003 y Li *et al.*, 2007 citado por Ramirez, 2009; Dolz, 2004; Tseng *et al.*, 2005; Kim *et al.*, 2012).

También es rico en nutrientes como la fibra que puede ser metabolizada por la microbiota colónica (Greeff *et al.*, 2016) quienes infieren que el suministro del suplemento nutricional líquido podría provocar cambios en la fermentación microbiana colónica produciendo el ácido butírico, el cual ejerce un efecto antiinflamatorio en el tracto gastrointestinal que ayuda a mejorar la salud intestinal del lechón, esto coincide con Reis de Souza *et al.*, 2012 quienes afirman que la fermentación microbiana en el TGI repercute en la salud intestinal del cerdo pues

los AGV formados durante la fermentación de los carbohidratos son importantes para el mantenimiento de la integridad morfológica y funcional del epitelio del colon.

### Cuadro 9. Incidencia de los disturbios gastroentéricos

Variables	Tratamientos		P
	T1 Sin SNL	T2 Con SNL	
<b>%IDG</b>			
Lactación (0 – 21 d)	20 <sup>a</sup>	10 <sup>b</sup>	0.025*
Fase 1 (21 – 27 d)	20	16	0.486
Fase 2 (28 – 34 d)	12	10	0.644
Fase 3 (35 – 55 d)	8	6	0.724
Fase 4 (56 – 70 d)	2.20	2	0.948
Acumulado	12	9	0.205

a, b Letras iguales en una misma fila indican que no existen diferencias significativas en los tratamientos

DG: Disturbios gastroentéricos

#### **4.6 RETRIBUCIÓN ECONÓMICA DEL ALIMENTO (REA)**

Se obtuvo la retribución económica comparando el costo de producción para ambos tratamientos en el ingreso por la venta de los animales, los resultados se detallan en el Cuadro 10.

Para estimar la retribución económica se consideró el precio de mercado tanto del suplemento nutricional líquido como de las dietas empleadas. Para el caso del kilo del cerdo se consideró un precio de S/. 13.00 nuevos soles. Se puede observar una mayor retribución económica con el Tratamiento 2 (Con SNL), la cual es 4.31% superior al Tratamiento 1 (Sin SNL).



**Cuadro 10. Retribución económica del alimento**

	Tratamientos	
	T1 Sin SNL	T2 Con SNL
<b>Ingresos</b>		
<b>Ganancia de peso</b>	25.47	26.92
<b>Precio Kg/PV</b>	13	13
<b>Ingreso Bruto Animal</b>	331.16	349.91
<b>Egresos</b>		
<i>Consumo del alimento Kg/lechón</i>		
Suplemento nutricional líquido		0.93
Fase 1 Pellet (21 - 27 días)	1.55	1.37
Fase 2 Pellet (28 - 35 días)	3.14	2.98
Fase 3 Harina (36 - 56 días)	16.38	15.31
Fase 4 Harina (57 - 70 días)	16.46	15.71
<i>Costo de Kg/ Alimento</i>		
Suplemento nutricional líquido (S/.)		16.5
Fase 1 (21 - 27 días) (S/.)	7.64	7.64
Fase 2 (28 - 35 días) (S/.)	5.9	5.9
Fase 3 (36 - 56 días) (S/.)	2.33	2.33
Fase 4 (57 - 70 días) (S/.)	2.07	2.07
<i>Costo del Alimento( S/. Lechón)</i>		
Suplemento nutricional líquido (S/.)		15.34
Fase 1 (21 - 27 días) (S/.)	11.82	10.42
Fase 2 (28 - 35 días) (S/.)	18.54	17.55
Fase 3 (36 - 56 días) (S/.)	38.23	35.73
Fase 4 (57 - 70 días) (S/.)	34.11	32.55
<b>Costo total del alimento/lechón</b>	<b>102.71</b>	<b>111.60</b>
<b>Retribución económica del alimento por cerdo</b>	<b>228.45</b>	<b>238.30</b>
<b>Porcentaje Relativo</b>	<b>100</b>	<b>104.31</b>

Precio por Kg. de peso vivo: S/. 13.00 (agosto 2017)

## **V. CONCLUSIONES**

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente trabajo se puede llegar a las siguientes conclusiones:

1. El suministro del suplemento nutricional líquido durante los primeros 14 días en la etapa de lactancia mejoró significativamente el peso al destete a los 21 días de edad, la ganancia de peso y una menor incidencia de disturbios gastroentéricos en la lactación.
2. No se observó diferencia estadística significativa en el peso vivo, ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y la incidencia de disturbios gastroentéricos durante la etapa de recría.
3. Se obtuvo una retribución económica 4% mayor con los cerdos que consumieron el suplemento nutricional líquido vs al grupo sin el suplemento nutricional líquido.

## **VI.RECOMEDACIONES**

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente trabajo se puede recomendar:

1. Continuar con el suministro del suplemento nutricional líquido durante la fase pos destete hasta los 28 y 35 días de edad para corroborar la mejora de los parámetros del cerdo al finalizar su crianza.
2. Realizar la retribución económica durante el suministro en la fase pos destete para analizar el costo-beneficio del uso del producto al extender el suministro del suplemento nutricional líquido a los 28 y 35 días de edad.
3. Realizar estudios que involucren sus efectos del suplemento nutricional sobre la morfometría de las vellosidades intestinales de los lechones.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azain, M; Tomkins, T; Sowinski, J; Arentson, R; Jewell, D. 1996. Effect of Supplemental Pig Milk Replacer on Litter Performance: Seasonal Variation in Response. *J. Anim. Sci.* 74: 2195–2202.
- Ball, R; Samuel, R; Moehm, S. 2008. Requerimiento de nutrientes de marranas prolíficas. In *advances in Pork Production* 19: 223-237.
- Barszcz, M; Skomiall, J. 2011. The development of the small intestine of piglets - chosen aspects. *J. Anim. Feed Sci.* 20: 3–15.
- Battillana.2016. Ficha técnica de PigiPro. Lima, Perú. 2p
- Beard, J; Bearden, A; Striker, R. 2011. Vitamin D and the anti-viral state. *J. Clin Virol* 50:194-200.
- Beaulieu, J; Dupont, C; Lemi P .2006. Whey proteins and peptides: beneficial effects on immune health. *Therapy* 3(1):69-78.
- Black, J; Mullan, B; Lorsch, M; Giles, L.1993. Lactation in the sow during heat stress. *Livestock Production Science*, 35: 153-170.
- Blasco, M; Fondevila, M; Guada, JA. 2003. Estudio del gluten de trigo como fuente de proteína en dietas para lechones en transición. *ITEA*. 24: 636-638.  
*British Journal of Nutrition* 84: 135:146
- Cabrera, R; Usry, L; Arrellano, C; Nogueira, E; Kutschenko, M; Moeser, A; Odle, J. 2013. Effects of creep feeding and supplemental glutamine or glutamine plus glutamate (Aminogut) on pre- and post-weaning growth performance and intestinal health of piglets. *J Anim Sci Biotechnol.* 2013; 4(1): 29 (en línea). Consultado el 22 de Abril del 2019 Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3765720/>
- Der-Nan, Lee; Yeong-Hsiang, Cheng; Fu-Yu, Wu; Hiroyuki, Sato; Izuru, Shinzato; Shih-Ping Chen; Houn-Ta, Yen. 2003. Effect of Dietary Glutamine Supplement on

- Performance and Intestinal Morphology of Weaned Pigs. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 2003. Vol 16(12): 1770-1776.
- Dolz, S. 2004. Utilización de glutamina en porcino (en línea). Consultado el 22 de Abril del 2019. Disponible en [https://www.3tres3.com/articulos/utilizacion-de-glutamina-en-porcino\\_980/](https://www.3tres3.com/articulos/utilizacion-de-glutamina-en-porcino_980/)
- Dong, G and Pluske, J. 2007. The Low Feed Intake in Newly-weaned Pigs: Problems and Possible Solutions College of Animal Science and Technology. J. Anim. Sci. 20 (3): 440 - 452
- Eisemann, J; Nienaber, J. 1990. Tissue and whole-body oxygen uptake in fed and fasted steers. Br J Nutr. 64(2):399-411.
- Eissen, J; Kanis E; Kemp, B. 2000. Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. Liv. Prod. Sci. 64: 147-165.
- Elliot, RF; Vander Noot, GW; Gilbreath, RL; Fisher, H. 1971. Effect of Dietary Protein Level on Composition Changes in Sow Colostrum and Milk. J. Anim. Sci. 32: 1128-1137.
- Farmer, C. 2013. Review: Mammary development in swine: effects of hormonal status, nutrition and management. Can. J. Anim. Sci. 93: 1-7.
- Fei Han; Yongwei, Wang; Weiwei, Wang; Fan, Cheng; Zixian, Lu; Aike, Li; Xiuheng, Xue; Qinghua, Zeng; Juhua Wang. 2017. Effects of enzymatically hydrolyzed wheat gluten on growth performance, antioxidant status and immune function in weaned pigs. (en línea). Consultado el 20 de Mayo 2017. <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/CJAS-2016-0102#.WZxZGz4jHIU>.
- Flynn; Knabe, D; Mallick, B; Wu, G. 2000. Postnatal changes of plasma amino acids in suckling pigs (en línea) Consultado el 22 de Abril 2019. Departments of Animal Science and Statistics, Texas A&M University, College Station. <https://pdfs.semanticscholar.org/cbcb/998cf3e0e6d676a3cbf1497bf78f0234e506.pdf>.
- Godlewski, MM; Słupecka, M; Woliński, J; Skrzypek, T; Skrzypek, H; Motyl, T; Zabielski, R. 2005. Into the unknown - the death pathways in the neonatal gut epithelium. J. Physiol. Pharmacol. 56(3): 7-24.

- Greeff, A; Resink, J; Van Hees, H; Ruuls, L; Klaassen, G; Rensisk, J. 2016. Supplementation of piglets with nutrient-dense complex milk replacer improves intestinal development and microbial fermentation (en línea). Consultado el 20 de abril del 2018. Disponible en [file:///C:/Users/garciagk/Downloads/Document\\_3715006\\_43536.pdf](file:///C:/Users/garciagk/Downloads/Document_3715006_43536.pdf)
- Ha, E; Zemel, M. 2003. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: Mechanisms underlying health benefits for active people. *J. Nutr. Biochem.* 14: 251–258.
- Hakansson, J; Hakkarainen, J; Lundeheim, N. 2001. Variation in vitamin E, glutathione peroxidase and retinol concentrations in blood plasma of primiparous sows and their piglets, and in vitamin E, selenium and retinol concentrations in sow milk. *Acta Agric. Scand. J Anim. Sci.* 51: 224–234.
- Hall, WL; Millward, DJ; Long, SJ; Morgan, LM. 2003. Casein and whey exert different effects on plasma amino acid profiles, gastrointestinal hormone secretion and appetite. *British Journal of Nutrition*, 89: 339–348.
- Hanczakowska, E; Niwinska, B. 2013. Glutamine as a feed supplement for piglets: a review a Department of Animal Nutrition and Feed Science, National Research Institute of Animal Production. *Ann. Anim. Sci.* 13(1): 5–15
- He, Q; Tang, H; Ren, P; Kong, X; Wu, G; Yin, Y; Wang, Y. 2011. Dietary supplementation with l-arginine partially counteracts serum metabonome induced by weaning stress in piglets. *J Proteome Res.* 10(11):14-21.
- Hedemann, M; Knusen, E. 2007. Resistant starch for weaning pigs — Effect on concentration of short chain fatty acids in digesta and intestinal morphology. *Liv. Sci.* 108(1):175-177
- Heo, K; Odle, J; Kim, J; Han, In; Jones, E. 1999. Effects of milk replacer and ambient temperatura on growth performance of 14 day old early weaned pigs. *J.Aim.Sci.* 12(6) :908-913.
- Holick, M. 2011. Vitamin D: A d-lightful solution for health. *J. Invest Med.* 59:872-880.

- Hurley, W.L. 2015. The gestating and lactating sow: Composition of sow colostrum and milk. University of Illinois. Chantal farmer (en línea). Pag: 193-230. Consultado el 30 de Mayo 2017. Disponible en [https://doi.org/10.3920/978-90-8686-803-2\\_9](https://doi.org/10.3920/978-90-8686-803-2_9)
- Kim, J; Hancen, C; Mullam, B; Pluske, J. 2012. Nutrition and pathology of weaner pigs: Nutritional strategies to support barrier function in the gastrointestinal tract. Anim Feed Sci Tech; 173:3-16.
- Kim, S; McPherson, R; Wu, G. 2004. Dietary arginine supplementation enhances the growth of milk-fed young pigs. J Nutr. 134(3):625-30.
- Konstantinov, S; Awati, A; Smidt, H; Williams, B; Akkermans, A .2004. Specific response of a novel and abundant Lactobacillus amylovorus-like phylotype to dietary prebiotics in the guts of weaning piglets. Appl Environ Microbiol 70, 3821–3830.
- Korhonen, H; Marnila, P and Gill, H. 2000. Bovine milk antibodies for health
- Kuller, W; Soede, N; Beers-Schreurs, V; Langendijk, P; Taverne, M; Kemp, B and Verheijden, J. 2007. Effects of intermittent suckling and creep feed intake on pig performance from birth to slaughter. J. Anim. Sci. 85:1295–1301.
- Lars Rase. 1974. The Vitamin A Transporting System in Porcine Plasma. Institute of Medical Chemistry, University of Uppsala. Eur. J. Biochem. 44: 1-5.
- Le Dividich, J; Seve, B. 2000. Effects of underfeeding during the weaning period on growth, metabolism, and hormonal adjustments in the piglet. Domest. Anim. Endocrinol. 18: 63-74.
- Lindberg, J. E. 2014. Fiber effects in nutrition and gut health in pigs. J. Anim. Sci. Biotechnol. 5:15–22.
- Lundgren, H; Fikse, W; Grandinson K; Lundeheim, N; Canario, L; Vangen O; Olsen, D; Rydhmer, L.2014. Genetic parameters for feed intake, litter weight, body condition and rebreeding success in primiparous Norwegian Landrace sows. J. Anim. Sci. 8: 175-183.
- Madureira, Ana R; Pereira, Claudia I; Gomes, Ana; Pintado, Manuela; Malcata, Xavier.2004. Bovine whey proteins – Overview on their main biological properties.

Escola Superior de Biotecnologia Portugal. (en línea). Consultado el 20 Mayo del 2017. Disponible en <http://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/2824/3/Bovine%20whey%20proteins%20overview%20on%20their%20main%20biological%20properties.pdf>.

- McDowell, L. 2000. Vitamins in animal and human nutrition. Iowa State University Press. 2nd ed. USA. 812 pp.
- Monegue, J. 2013. Evaluation of the effects of vitamin K on growth performance and bone health in swine. Animal and Food Sciences (en línea). Consultado el 8 de Junio del 2017. Disponible en [http://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1027&context=animalsci\\_etds](http://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1027&context=animalsci_etds).
- Moorkattukara, D. 2014. Genetic basis of lactation and lactation efficiency in pigs. Iowa State University (en línea). Consultado el 21 Mayo 2017. Disponible en <https://lib.dr.iastate.edu/etd/14217>
- Mota, D; Roldán, S; Pérez, E; Martínez, R; Hernández, T; Trujillo, M. 2014. Factores estresantes en lechones destetados comercialmente (en línea). Consultado el 15 de Marzo del 2019. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S030150922014000200005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S030150922014000200005).
- Nogueira E; Kutschenko M; Sá L; Ishikawa E. 2016. Nutrición de aminoácidos para lechones: Una visión de la industria (en línea). Consultado 22 de Abril 2019. Disponible en <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/nutricion-aminoacidos-lechones-vision-t33276.htm>
- Novotni-Dankó, G; Balogh, P; Huzsvai, L; Gyori, Z .2015. Effect of feeding liquid milk supplement on litter performances and on sow back-fat thickness change during the suckling period. Arch. Anim. Breed., 58, 229–235.
- Odle, J; Harrell, R. 1998. Nutritional approaches for improving neonatal piglet performance: Is there a place for liquid diets in comercial production. Asian-Aus.J.Anim.Sci. 11(6):774.



- Odle, J; Zijlstra, R; Donovan, S. 1996. Intestinal effects of milkborne growth factors in neonates of agricultural importance. *J. Anim. Sci.* 74: 2509-2522.
- Owsley, F. 2012. *Swine Dietetics: Basic Swine Nutrition*. The Alabama Cooperative Extension. Animal Sciences (en línea). Consultado 30 de May. 2017. Disponible en <http://www.aces.edu/agriculture/livestockpoultry/swine/documents/Swinedietetics2.pdf>
- Pacha, J. 2000. Development of intestinal transport function in mammals. *Physiol. Rev.* 80: 1633-1667.
- Park, B; Ha, M; Park, J, and Lee, C. 2014. Effects of milk replacer and starter diet provided as creep feed for suckling pigs on pre- and post-weaning growth. *Anim. Sci. J.* 85(9):872–878.
- Peaker, M.1983. Secretion of ions and water. In: Mepham, T.B. (ed.) *Biochemistry of lactation*.Elsevier Science Publishers. 285-305.
- Pinelli-Saavedra, A. 2003. Vitamin E in immunity and reproductive performance in pigs. *Reprod. Nutr.Dev.* 43: 397–408.
- Pluske, JR; Hampson, DJ; Williams, IH. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livest. Prod. Sci.* 51: 215-236.
- Porcar, L; Caballero, A. 2015. Milk replacements (en línea). Consultado 01 jun. 2017. Disponible en [https://www.pig333.com/piglet-care/milk-replacements\\_10753/](https://www.pig333.com/piglet-care/milk-replacements_10753/).
- Pustal, J; Traulsen, I; Preibler, R; Müller, K; Beilage, T; Börries and Kemper N. 2015. Providing supplementary, artificial milk for large litters during lactation: effects on performance and health of sows and piglets: a case study (en línea). Consultado el 20 de Mayo del 2018. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5382459/>
- Ramirez, D. 2009. Efecto de la suplementación con l-glutamina y ácido glutámico sobre la ganancia de peso en lechones destetados. Facultad de ciencias administrativas y agropecuarias industrias pecuarias caldas – Antioquia (en línea). Consultado el 22 de Mayo del 2018. Disponible en

<http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/392/1/EFFECTO%20DE%20LA%20SUPLEMENTACION%20CON%20LGLUTAMINA%20Y%20%20C3%81CID%20O%20GLUTAMI.pdf>

- Reis de Souza.2012. Cambios nutrimentales en el lechón y desarrollo morfofisiológico de su aparato digestivo. *Vet. Méx*, 43(2): 155-173.
- Rhoads, J; Wu G.2009. Glutamine, arginine, and leucine signaling in the intestine. *Amino Acids*. 37(1):111-22.
- Ribeiro, A; Pinheiro, C; Gianfelice, M.2008. Nutrientes que afetam a imunidade dos leitões. *Acta sci vet* 36 (1):119-124.
- Roberts, SB; McMcCrory, MA ; Saltzman, E. 2002. The influence of dietary composition on energy intake and body weight. *J. Am. Coll. Nutr.* 21: 140–145.
- San Joaquín, L. 2015. Manejo de la cerda hiperprolífica. *IVIS Suis* N° 116. pp:14 -19.
- Skrzypek, T; Valverde, J.L; Skrzypek, H; Woliński, J; Kazimierczak, W; Szymańczyk, S; Pawłowska, M; Zabielski, R. 2005 .Light and scanning electron microscopy evaluation of the postnatal small intestine mucosa development in pigs. *J. Physiol. Pharmacol.* 56 (3): 71-87.
- Soares, J. 1995. Phosphorus bioavailability. In: *Bioavailability of nutrients for animals-amino acid, minerals and vitamins*. A. Press Inc. San Diego. 257-294.
- Souza L; Fries, H; Heim, G; Faccin, J; Hernig, L; Marimon B; Bernardi M; Bortolozzo, F; Wentz, I. 2014. Behaviour and growth performance of low-birth-weight piglets cross fostered in multiparous sows with piglets of higher birth weights. *Med. Vet. Zootec.* 66(2):.510-518.
- Sulabo, R; Tokach, M; Dritz, S; Goodband, R; De Rouchey, J. and Nelssen, J. 2010. Effects of varying creep feeding duration on the proportion of pigs consuming creep feed and neonatal pig performance. *J. Anim. Sci.* 88:3154-3162
- Tousignant, S; Henry, S; Rovira, A. 2013. Effect of oral vitamin D3 supplementation on growth and serum 25-hydroxy vitamin D levels of pigs up to 7 weeks of age. *J. Swine Health Prod.* 21 (2): 94-98.

- Tseng, RJ; Padgett, DA; Dhabhar, FS; Engler, H; Sheridan, JF. 2005. Stress-induced modulation of NK activity during influenza viral infection: role of glucocorticoids and oploids. *Brain Behav Immun*; 19:153-164.
- Wang, W; Zeng, X; Mao, X; Wu, G; Qiao, S. 2010. Optimal dietary true ileal digestible threoninefor supporting the mucosal barrier in small intestine of weanling pigs. *J. Nutr.* 140: 981-986.
- Watford, M; Kutschenko, M; Nogueira, ET. 2011.Optimal dietary glutamine for growth and development. *R Bras Zootec*; 40:384-390.
- Weary, D; Jasper, J; Hötzel, M.2008. Understanding weaning distress *Appl. Anim. Behav. Sci.* 110: 24-41
- Williams, B; Verstegen, M; Tamminga, S. 2001. Fermentation in the large intestine and its relationship to animal health. *Nutr. Res. Rev.* 14 (2) :207-228.
- Wolter, B; Ellis, M; Corrigan, B; DeDecker, J. 2002. The effect of birth weight and feeding of supplemental milk replacer to piglets during lactation on preweaning and postweaning growth performance and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 80:301–308.
- Wu G; Bazer F; Davis T; Kim W; Rhoads J; Satterfield M; Smith S; Spencer T and Yin Y. 2009. Arginine metabolism and nutrition in growth, health and disease. *Amino Acids.* 37(1): 153–168.
- Wu G; Knabe D; Kim SW. 2004. Arginine Nutrition in Neonatal Pigs. *J. Nutr.* 34: 2783–2790.
- Wu G; Meier S; Knabe D.1996. Dietary glutamine supplementation prevents jejunal atrophy in weaned pigs. *J Nutr.*126(10):78-84.
- Wu, G; Knabe, D. 1994. Free and protein-bound amino acids in sow’s colostrum and milk. *J. Nutr.* 124:415–424.
- Xu, R; Mellor, D; Tungthanathanich, P; Birtles, M; Reynolds G; Simpson H. 1992. Growth and morphological changes in the small intestine in piglets during the first three days after birth. *J. Develop. Physiol.* 18, 161-172

- Xu, R; Wang, F; Zhang, S.2000. Postnatal adaptation of the gastrointestinal tract in neonatal pigs: a possible role of milk-borne growth factors. *Livest. Prod. Sci.* 66: 95-107.
- Zijlstra, R; Whang, K; Easter, R and Odle, J. Effect of Feeding a Milk Replacer to Early-Weaned Pigs on Growth, Body Composition, and Small Intestinal Morphology, Compared with Suckled Littermates. *J. Anim. Sci.* 1996 (74): 2948–2959

## VII. ANEXOS

### ANEXO 1: Consumo del suplemento nutricional Líquido

<b>CONSUMO POR DÍA EN ML</b>															<b>CONSUMO TOTAL EN ML</b>	<b>CONSUMO TOTAL EN KG</b>
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10	DIA 11	DIA 12	DIA 13	DIA 14		
REP 1	120	360	610	720	1520	1540	1600	1580	3070	2920	2950	3350	3400	2050	25670	1.203
REP 2	110	330	710	720	1580	1580	1600	1600	2200	2620	2740	3400	3400	2050	24640	1.027
REP 3	80	285	700	780	1580	1600	1600	1600	3350	2850	3300	3300	3300	2050	26295	0.986
REP4	90	270	320	750	1510	1300	1200	1150	2350	1900	2500	2100	2800	1550	19700	0.739
REP 5	90	360	300	800	740	580	650	600	1600	2440	2500	2260	1900	1850	16580	0.691
															<b>PROMEDIO</b>	<b>0.932</b>

**ANEXO 2: Peso vivo al destete y en durante las cuatro fases de la etapa de recría**

<b>Parámetro</b>	<b>Sin SNL</b>	<b>Con SNL</b>
<b>Peso vivo</b>		
<b>Destete (21 días de edad)</b>		
<b>B1</b>	6.31	6.31
<b>B2</b>	6.14	6.76
<b>B3</b>	5.17	6.15
<b>B4</b>	5.74	6.05
<b>B5</b>	5.44	6.63
<b>Promedio</b>	5.76	6.38
<b>Fase I (28 días de edad)</b>		
<b>B1</b>	7.99	8.10
<b>B2</b>	7.24	7.36
<b>B3</b>	6.13	6.75
<b>B4</b>	6.74	7.45
<b>B5</b>	6.39	7.01
<b>Promedio</b>	6.90	7.33
<b>Fase II (35 días de edad)</b>		
<b>B1</b>	10.59	10.81
<b>B2</b>	8.06	8.58
<b>B3</b>	8.24	9.13
<b>B4</b>	8.69	9.83
<b>B5</b>	8.98	9.90
<b>Promedio</b>	8.91	9.65
<b>Fase III ( 56 días de edad)</b>		
<b>B1</b>	19.49	21.69
<b>B2</b>	20.26	20.50
<b>B3</b>	16.44	18.71
<b>B4</b>	19.56	18.38
<b>B5</b>	19.51	21.05
<b>Promedio</b>	19.05	20.07
<b>Fase IV ( 70 días de edad)</b>		
<b>B1</b>	26.98	28.95
<b>B2</b>	28.39	28.27
<b>B3</b>	23.16	26.44
<b>B4</b>	29.06	29.22
<b>B5</b>	27.51	29.50
<b>Promedio</b>	27.02	28.48

**ANEXO 3: Ganancia diaria de peso de los lechones por fases en cada una de las cinco repeticiones (g/lechón/día).**

<b>Parámetro</b>	<b>Sin SNL</b>	<b>Con SNL</b>
<b>Ganancia diaria de peso</b>		
<b>Destete (21 días de edad)</b>		
<b>R1</b>	0.22	0.22
<b>R2</b>	0.23	0.26
<b>R3</b>	0.18	0.23
<b>R4</b>	0.22	0.23
<b>R5</b>	0.23	0.25
<b>Promedio</b>	0.21	0.24
<b>Fase I (28 días de edad)</b>		
<b>R1</b>	0.18	0.26
<b>R2</b>	0.16	0.09
<b>R3</b>	0.14	0.09
<b>R4</b>	0.14	0.20
<b>R5</b>	0.16	0.09
<b>Promedio</b>	0.16	0.14
<b>Fase II (35 días de edad)</b>		
<b>R1</b>	0.37	0.39
<b>R2</b>	0.14	0.17
<b>R3</b>	0.30	0.34
<b>R4</b>	0.28	0.34
<b>R5</b>	0.37	0.41
<b>Promedio</b>	0.29	0.33
<b>Fase III ( 56 días de edad)</b>		
<b>R1</b>	0.42	0.52
<b>R2</b>	0.58	0.57
<b>R3</b>	0.38	0.44
<b>R4</b>	0.52	0.42
<b>R5</b>	0.50	0.53
<b>Promedio</b>	0.48	0.49
<b>Fase IV (70 días de edad)</b>		
<b>R1</b>	0.54	0.52
<b>R2</b>	0.54	0.55
<b>R3</b>	0.45	0.52
<b>R4</b>	0.63	0.68
<b>R5</b>	0.47	0.50
<b>Promedio</b>	0.53	0.55
<b>Acumulada ( 21- 70 días de edad)</b>		
<b>R1</b>	0.40	0.45
<b>R2</b>	0.44	0.43
<b>R3</b>	0.36	0.40
<b>R4</b>	0.47	0.47
<b>R5</b>	0.34	0.46
<b>Promedio</b>	0.40	0.44

**ANEXO 4. Consumo diario de alimento de los lechones por fases en cada una de las cinco repeticiones (g/lechón/día).**

<b>Parámetro</b>	<b>Sin SNL</b>	<b>Con SNL</b>
<b>Consumo diario de alimento</b>		
<b>Fase I (28 días de edad)</b>		
R1	248	282
R2	260	206
R3	180	171
R4	210	160
R5	210	160
<b>Promedio</b>	221.6	195.8
<b>Fase II (35 días de edad)</b>		
R1	566	623
R2	359	279
R3	374	347
R4	480	480
R5	470	400
<b>Promedio</b>	449.8	425.8
<b>Fase III ( 56 días de edad)</b>		
R1	799	779
R2	837	680
R3	852	888
R4	802	712
R5	700	590
<b>Promedio</b>	798	729.8
<b>Fase IV ( 70 días de edad)</b>		
R1	1119	1109
R2	1232	1101
R3	1129	1144
R4	1410	1300
R5	990	960
<b>Promedio</b>	1176	1122.8
<b>Acumulada ( 21- 70 días de edad)</b>		
R1	872	677
R2	690	662
R3	761	784
R4	864	832
R5	700	630
<b>Promedio</b>	777.4	717



**ANEXO 5. Conversión alimentaria de los lechones por fases en cada una de las cinco repeticiones.**

<b>Parámetro</b>	<b>Sin SNL</b>	<b>Con SNL</b>
<b>Conversión alimenticia</b>		
<b>Fase I (28 días de edad)</b>		
<b>R1</b>	1.60	1.10
<b>R2</b>	1.66	2.40
<b>R3</b>	1.31	2.00
<b>R4</b>	1.45	0.82
<b>R5</b>	1.35	1.79
<b>Promedio</b>	1.47	1.62
<b>Fase II (35 días de edad)</b>		
<b>R1</b>	1.74	1.61
<b>R2</b>	2.32	1.61
<b>R3</b>	1.24	1.02
<b>R4</b>	1.71	1.40
<b>R5</b>	1.28	0.97
<b>Promedio</b>	1.66	1.32
<b>Fase III ( 56 días de edad)</b>		
<b>R1</b>	2.16	1.50
<b>R2</b>	1.26	1.20
<b>R3</b>	2.23	2.00
<b>R4</b>	1.55	1.71
<b>R5</b>	1.39	1.11
<b>Promedio</b>	1.72	1.51
<b>Fase IV ( 70 días de edad)</b>		
<b>R1</b>	2.39	2.14
<b>R2</b>	1.99	1.98
<b>R3</b>	2.52	2.22
<b>R4</b>	2.22	1.93
<b>R5</b>	2.10	1.93
<b>Promedio</b>	2.24	2.04
<b>Acumulada ( 21- 70 días de edad)</b>		
<b>R1</b>	2.16	1.50
<b>R2</b>	1.56	1.54
<b>R3</b>	2.13	1.95
<b>R4</b>	1.85	1.78
<b>R5</b>	2.02	1.36
<b>Promedio</b>	1.94	1.63

**ANEXO 6. Incidencia de disturbios gastroentéricos de los lechones en la etapa de lactación y recría.**

<b>Parámetro</b>	<b>Sin SNL</b>	<b>Con SNL</b>
<b>Incidencia de disturbios gastroentéricos</b>		
<b>Lactación (21 días de edad)</b>		
R1	0.22	0.13
R2	0.22	0.00
R3	0.22	0.13
R4	0.11	0.13
R5	0.22	0.13
<b>Promedio</b>	0.20	0.10
<b>Fase I (28 días de edad)</b>		
R1	0.11	0.00
R2	0.22	0.11
R3	0.22	0.11
R4	0.22	0.22
R5	0.22	0.33
<b>Promedio</b>	0.20	0.16
<b>Fase II (35 días de edad)</b>		
R1	0.10	0.10
R2	0.10	0.00
R3	0.10	0.20
R4	0.20	0.20
R5	0.10	0.00
<b>Promedio</b>	0.12	0.10
<b>Fase III ( 56 días de edad)</b>		
R1	0.10	0.00
R2	0.00	0.00
R3	0.10	0.20
R4	0.20	0.10
R5	0.00	0.00
<b>Promedio</b>	0.08	0.06
<b>Fase IV (70 días de edad)</b>		
R1	0.10	0.00
R2	0.00	0.00
R3	0.00	0.00
R4	0.00	0.11
R5	0.00	0.00
<b>Promedio</b>	0.02	0.02
<b>Acumulada (21- 70 días de edad)</b>		
R1	0.13	0.05
R2	0.11	0.02
R3	0.13	0.13
R4	0.15	0.15
R5	0.11	0.09
<b>Promedio</b>	0.12	0.09

**ANEXO 7. Consumo de Pigtech 1 durante la etapa de lactación en las cinco repeticiones (gr/lechón/ día)**

Días	Repetición 1		Repetición 2		Repetición 3		Repetición 4		Repetición 5	
	Sin SNL	Con SNL	Sin SNL	Con SNL	Sin SNL	Con SNL	Sin SNL	Con SNL	Sin SNL	Con SNL
Día 7	20	20	20	33	10	14	10	10	10	20
Día 8	20	30	20	30	20	20	15	15	15	20
Día 9	20	30	40	32	27	24	20	20	20	20
Día 10	20	30	58	32	27	24	20	20	22	25
Día 11	30	30	40	40	30	20	20	20	24	30
Día 12	40	40	44	48	20	20	24	24	26	34
Día 13	40	30	38	48	14	20	34	30	40	40
Día 14	40	44	40	45	20	20	48	44	50	50
Día 15	40	50	40	40	28	24	45	44	50	50
Día 16	54	55	40	40	25	26	40	44	50	44
Día 17	60	55	40	40	22	34	40	45	48	44
Día 18	60	55	40	40	38	40	40	40	50	40
Día 19	70	55	45	40	40	40	50	45	50	45
Día 20	70	60	45	40	45	45	50	45	50	45
Total	584	584	550	548	366	371	456	446	505	507

**ANEXO 8. Coeficiente de variación de los pesos de los lechones por fases en cada una de las cinco repeticiones.**

<b>Parámetro</b>	<b>Sin SNL</b>	<b>Con SNL</b>
<b>Coeficiente de variación Destete (21 días de edad)</b>		
<b>R 1</b>	13.4	18.81
<b>R 2</b>	32.54	20.06
<b>R 3</b>	28.34	20.81
<b>R 4</b>	28.53	12.15
<b>R 5</b>	18.13	10.64
<b>Fase I (28 días de edad)</b>		
<b>R 1</b>	14.41	17.89
<b>R 2</b>	27.39	19.76
<b>R 3</b>	19.33	23.48
<b>R 4</b>	23.9	13.81
<b>R 5</b>	14.99	9.96
<b>Fase II (35 días de edad)</b>		
<b>R 1</b>	15.53	16.51
<b>R 2</b>	28.28	20.16
<b>R 3</b>	20.67	21.43
<b>R 4</b>	25	15.89
<b>R 5</b>	12.27	13.34
<b>Fase III (56 días de edad)</b>		
<b>R 1</b>	13.64	17.97
<b>R 2</b>	20.74	16.14
<b>R 3</b>	21.81	13
<b>R 4</b>	17.81	13.85
<b>R 5</b>	13.25	13.11
<b>Fase IV (70 días de edad)</b>		
<b>R 1</b>	12.77	13.2
<b>R 2</b>	18.25	17.55
<b>R 3</b>	19.81	9.75
<b>R 4</b>	15.13	13.85
<b>R 5</b>	12.7	9.19