



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“PROBIÓTICO NATURAL EN LA ALIMENTACIÓN DE PORCINOS EN LAS  
ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE CON DIFERENTES NIVELES DE  
SOLUTO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del título:  
INGENIERO ZOOTECNISTA

**AUTOR:**  
JOSE LUIS VILLACRES BARRENO

Este trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal

---

Ing. M.C. Manuel Euclides Zurita León.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.C. Edmundo Geovanny Granizo.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

Dr. Luis Gerardo Flores Mancheno. Ph.D.

**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 31 de Julio del 2015.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme dado la salud y la inteligencia para seguir mis estudios.

Al apoyo incondicional de mis padres que me supieron aconsejar y guiar por el camino del bien. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica que me abrió las puertas para transformarme en un hombre de bien y al servicio de mi patria.

Al Ing. Geovanny Granizo, Director del Trabajo de Investigación, Dr. Luís Flores, Ing. Manuel Zurita, quienes de manera desinteresada me guiaron pasó a paso para llegar a concluir con satisfacción el presente trabajo de investigación.

**José Luís Villacres**

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme regalado la dicha de la vida, y permitir compartir las alegrías y tristezas de una Familia.

A mi abuelitos José (+) y María Soledad, mi abuelito que no tuvo la oportunidad de estar conmigo en estos momentos de alegría pero en el lugar donde te encuentres solo quiero darte gracias por todos sus consejos y formarme en un hombre de bien.

A mis padres: Carlos y Elvira, quienes con esfuerzo y dedicación lograron que culmine mi carrera estudiantil, por su apoyo incondicional en los momentos más difíciles por su comprensión y su paciencia entregados durante toda su vida, de manera especial a mi padre ya que sin amor y apoyo este trabajo no se hubiese llevado a cabo.

A mis hermanas Karina y Paola quienes han vivido de cerca mis desiertos y triunfos que he logrado en toda mi trayectoria estudiantil, yo sé que puedo contar con ustedes, por su amor y amistad incondicional y sobre todo por ser los mejores hermanos del mundo.

**José Luís Villacres**

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. ENTORNO MUNDIAL DE LOS CREDOS	3
1. <u>Producción</u>	3
2. <u>Consumo</u>	4
3. <u>Intercambio comercial</u>	6
4. <u>Precios internacionales</u>	7
B. PRODUCCIÓN PORCICOLA EN EL ECUADOR	8
1. <u>La Industria Porcina</u>	8
2. <u>Porcicultura en el Ecuador</u>	8
3. <u>Clasificación de granjas porcinas</u>	10
a. Grupo 1:	11
b. Grupo 2:	11
c. Grupo 3:	11
4. <u>Formas de producción porcina</u>	11
a. Nivel casero – chiquero (85%)	12
b. Nivel semi – industrial	12
c. Nivel Industrial	12
5. <u>Procesos de reproducción y cría</u>	13
6. <u>Proceso de reproducción o gestación</u>	13
C. MANEJO Y ALIMENTACIÓN DE CERDOS	15
1. <u>Efecto del alimento sobre el crecimiento y el aumento de peso</u>	15
2. <u>Efecto del costo de alimentación sobre la producción</u>	15
3. <u>Clases de alimentos requeridos por los cerdos</u>	16
4. <u>Cantidad de alimento necesario</u>	16
5. <u>Nutrición animal de los cerdos</u>	17
6. <u>Diferentes Clases de Alimentos y sus Funciones</u>	19
D. CRECIMIENTO Y ENGORDE DE CERDOS	23

1.	<u>Etapa de crecimiento</u>	23
2.	<u>Etapa de engorde</u>	24
E.	LOS PROBIÓTICOS	26
1.	<u>Materiales para el probiótico</u>	27
a.	Melaza	27
b.	Suero de leche	27
c.	Sales minerales	28
d.	Urea	28
2.	<u>Selección de bacterias probióticas</u>	28
3.	<u>Diferencia entre Probiótico, Antibiótico y Prebiótico.</u>	29
4.	<u>Principales funciones de los Probióticos</u>	30
5.	<u>Mecanismos de acción de los probióticos</u>	31
6.	<u>Producción de sustancias antimicrobianas</u>	32
7.	<u>Actividad probiótica de los ácidos orgánicos</u>	33
8.	Efecto de los probióticos en la absorción y utilización de nutrientes	33
9.	Empleo de los probióticos en los cerdos	35
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	37
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	37
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	37
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	38
1.	<u>Materiales</u>	38
2.	<u>Equipos</u>	39
3.	<u>Instalaciones</u>	39
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	39
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	40
1.	<u>Periodo de crecimiento</u>	40
2.	<u>Periodo de engorde</u>	41
F.	ANALISIS ESTADISTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	41
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	42
1.	<u>De campo</u>	42
a.	Preparación del probiótico	42
b.	Adecuaciones de las instalaciones	42
2.	<u>De laboratorio</u>	43
3.	<u>Programa Sanitario</u>	43

H. COMPOSICIÓN DE LAS RACIONES ALIMENTICIAS	44
I. METODOLOGIA DE EVALUACIÓN	45
1. <u>Pesos de los cerdos</u>	45
2. <u>Ganancia de peso (GP)</u>	46
3. <u>Consumo de alimento (CA)</u>	46
4. <u>Índice de conversión alimenticia (ICA)</u>	46
5. <u>Porcentaje de mortalidad (%M)</u>	46
6. <u>Relación Beneficio Costo</u>	47
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</u>	48
A. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS (BACTERIAS LÁCTICAS Y LEVADURAS), DE LAS DIETAS.	48
B. CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE LAS DIETAS PARA LOS CERDOS EN LA ETAPA CRECIMIENTO ENGORDE	49
1. <u>Humedad y materia seca</u>	49
2. <u>Proteína</u>	50
3. <u>Fibra Cruda</u>	51
4. <u>Grasa</u>	51
5. <u>Cenizas</u>	52
C. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS CERDOS YORK * LANDRACE EN LA FASE DE CRECIMIENTO, POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UN PREBIÓTICO NATURAL Y DE DIFERENTES NIVELES DE SOLUTO (AFRECHO DE TRIGO) EN LA DIETA.	52
1. <u>Peso inicial, (kg).</u>	52
2. <u>Peso final, (kg).</u>	53
3. <u>Ganancia de peso, kg</u>	55
4. <u>Consumo de alimento, kg</u>	57
5. <u>Conversión alimenticia, puntos</u>	59
D. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS CERDOS YORK*LANDRACE EN LA FASE DE ENGORDE, POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UN PREBIÓTICO NATURAL Y DE DIFERENTES NIVELES DE SOLUTO (AFRECHO DE TRIGO) EN LA DIETA.	60
1. <u>Peso final, kg</u>	60
2. <u>Ganancia de peso, kg</u>	63
3. <u>Consumo de alimento</u>	67

4. <u>Conversión alimenticia, puntos</u>	67
5. <u>Costo/kg de alimento</u>	70
E. ANÁLISIS ECÓNOMICO DE LAS CERDOS YORK*LANDRACE EN LA FASE DE ENGORDE, POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UN PREBIÓTICO NATURAL Y DE DIFERENTES NIVELES DE SOLUTO (AFRECHO DE TRIGO) EN LA DIETA.	71
1. <u>Beneficio/costo</u>	71
V. <u>CONCLUSIONES</u>	75
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	76
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	77
ANEXOS	



## RESUMEN

En el Programa de Producción Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicada en la ciudad de Riobamba km 11/2, vía Panamericana Sur, provincia de Chimborazo, se estudió tres tratamientos con probiótico natural con el 50, 60, 70 % de afrecho de trigo como soluto, frente a un tratamiento testigo con el 0% de probiótico natural sin promotor de crecimiento. Para la presente investigación se utilizaron 16 lechones en la etapa post - destete de 60 días de edad, de raza mestiza York x Landrace, los cuales fueron divididos en cuatro repeticiones con una unidad experimental por cada tratamiento, distribuidos bajo un Diseño Completamente al Azar. Se ha determinado que en la etapa de crecimiento los mejores resultados en peso final (57,30 kg), ganancia de peso (38,86 kg) y una mejor eficiencia en conversión alimenticia (2,24), se obtuvo con la utilización del probiótico natural más el 50 % de soluto (T1); de igual forma se obtuvieron resultados favorables en la etapa de engorde en cuanto a peso final (103,76 kg), ganancia de peso (46,38 kg), el menor costo/ kg de alimento (1,20 USD) y una eficiente conversión alimenticia (2,72). El mayor índice de beneficio /costo en la etapa crecimiento - engorde fue de 1,38 USD es decir se obtuvo una rentabilidad del 38%. Por lo tanto se sugiere incluir en la dieta el probiótico natural con la adicción del 50 % de soluto (T1), ya que se registraron los mejores parámetros productivos y económicos.

## ABSTRACT

There treatments with natural probiotic with 50, 60, 70 % of wheat bran as a solute compared to a control treatment with 0% of natural probiotic without growth promoter were studied in the pig Production Program of de Faculty of animal Sciences of ESPOCH, located in the city of Riobamba km 11/2 Sounthern Pan-American Highway, province of Chimborazo. 16 piglets were used for this investigation in the post-weaning 60 days old, of mixed breed York landrace, which were divided into four replicates with an experimental unit for each treatment, distributed under a completely random design. It has been determined that in the growth stage the best results in final weight (57,30 kg), weight gain (38,86 kg) and better feed conversion efficiency (2,24), was obtained with the use of natural probiotic plus 50 % of solute (T1); equally favorable results were obtained in the fattening phase in respect of the final weight (103,76 kg), weight gain (46,38 kg), the lower cost/ kg of food (\$ 1,20) and efficient conversion food (2,72). The highest rate of benefit/ cost in the grow-finish stage was 1,38 Usd, it means that it was achieved a profitability of 38 %. Therefore it is suggested to include in the diet the natural probiotic with the addition of 50 % of solute (T1), since the best production and economic parameters were recorded.

**LISTA DE CUADROS**

Nº		Pág.
1.	REQUERIMIENTOS DE LOS CERDOS LANDRACE-YORK SHIRE.	16
2.	CANTIDAD DE ALIMENTO A SUMINISTRAR A LOS CERDOS, POR ETAPAS.	17
3.	CONDICIONES METEREOLÓGICAS.	37
4.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	40
5.	ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANZA.	41
6.	COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO	44
7.	COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES EN LA ETAPA ENGORDE.	45
8.	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LABORATORIO	48
9.	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE LAS DIETAS.	49
10.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS CERDOS YORK * LANDRACE, POR EFECTO DE UN PROBIÓTICO NATURAL Y LOS DIFERENTES NIVELES DE SOLUTO (AFRECHO DE TRIGO), EN LAS DIETAS PARA LA ETAPA DE CRECIMIENTO.	54
11.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS CERDOS YORK * LANDRACE, POR EFECTO DE UN PROBIÓTICO NATURAL Y LOS DIFERENTES NIVELES DE SOLUTO (AFRECHO DE TRIGO), EN LAS DIETAS PARA LA ETAPA DE ENGORDE.	62
12.	ANÁLISIS ECÓNOMICO DE LAS CERDOS YORK*LANDRACE EN LA FASE DE ENGORDE, POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UN PREBIÓTICO NATURAL Y DE DIFERENTES NIVELES DE SOLUTO (AFRECHO DE TRIGO) EN LA DIETA.	73

**LISTA DE GRÁFICOS**

Nº	Pág.
1. Regresión para el peso final (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York * Landrace, en la etapa de crecimiento.	56
2. Regresión para la ganancia de peso (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York * Landrace, en la etapa de crecimiento.	58
3. Regresión para la conversión alimenticia (puntos), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York * Landrace, en la etapa de crecimiento.	61
4. Regresión para peso final (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York * Landrace, en la etapa de engorde.	64
5. Regresión para la ganancia de peso (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York * Landrace, en la etapa de engorde.	66
6. Regresión para la conversión alimenticia (puntos), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York * Landrace, en la etapa de engorde.	69
7. Regresión para el costo/kg de alimento (USD), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York * Landrace, en la etapa de engorde	72

## LISTA DE ANEXOS

1. Peso inicial (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.
2. Peso final (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.
3. Ganancia de peso (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.
4. Consumo de alimento (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.
5. Conversión alimenticia (puntos), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.
6. Costo/kg de alimento (USD), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.
7. Peso final (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de engorde.
8. Ganancia de peso (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de engorde.
9. Consumo de alimento (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de engorde.
10. Conversión alimenticia (puntos), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de engorde.
11. Costo/kg de alimento (USD), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de engorde

## **I. INTRODUCCIÓN**

La carne roja de mayor consumo mundial es la carne de cerdo, cuya demanda en las últimas décadas ha experimentado un fuerte incremento. Esto se ha debido a los cambios en los patrones de consumo derivados del aumento de ingresos en los países en desarrollo con economías de rápido crecimiento. Junto con el de las aves de corral, el porcino es el subsector pecuario de mayor crecimiento, con un número de animales que alcanzará los mil millones antes de 2015, el doble que en la década de 1970 (FAO. 2012).

El cerdo se encuentra hoy entre los animales más eficientes productores de carne; sus características particulares, como gran precocidad y prolificidad, corto ciclo reproductivo y gran capacidad transformadora de nutrientes, lo hacen especialmente atractivo como fuente de alimentación, No obstante, esta estabilidad puede ser alterada por cambios dietéticos o ambientales importantes (Conway, J. 1994).

En la etapa de crecimiento y engorde, es cuando los animales alcanzan su mayor desarrollo, además ocurren las mayores pérdidas como consecuencia de factores estresantes debido a los desequilibrios gastrointestinales, lo que ocasiona mayor incidencia de enfermedades y mortalidad, así como una disminución de los niveles de producción esperados (Álvarez, P. 2004).

Ante los indicios de la generación de resistencia antibacteriana producida por el uso de antibióticos promotores de crecimiento (APC), en animales de granja y su impacto en la salud pública, la OMS sugirió su prohibición y retiro del mercado a nivel mundial (WHO, 2001). Sobre los aditivos en la alimentación animal, estableciendo que a partir del 1 de enero de 2006 los antibióticos, coccidiostatos e histomoniatos no pueden ser usados en alimentos para animales (FAO/ OMS, 2005).

En las últimas décadas, la biotecnología también ha tratado de colaborar para mejorar la salud de los animales (Mejía, S. 2007), impulsando un sinnúmero de aditivos como son los probióticos (PRO), que ayudan a mantener el estado de

salud general del organismo y, a la vez, pueden tener un efecto benéfico adicional, terapéutico o preventivo en el animal (Pia, T. 2005), esto con el fin de tener mejoras en la producción y al mismo tiempo reducir el uso excesivo de antibióticos.

Dentro de los principales efectos del uso de probióticos en la producción animal se encuentran la supresión de microorganismos patógenos, alteración del metabolismo microbiano y del hospedero, estimulación de la respuesta inmune y acción hipocolesterolémica. Actualmente, no se conocen con exactitud los mecanismos a través de los cuales los probióticos ejercen estos efectos en el hospedero (Fons, M. *et al.* 2000).

Por lo anteriormente mencionado la presente investigación se planteo los siguientes objetivos:

- Caracterizar un probiótico natural bromatológica y microbiológicamente, con diferentes niveles de soluto ( afrecho de trigo 50, 60 y 70 % )
- Caracterizar las raciones experimentales
- Evaluar la acción de un probiótico natural con diferentes niveles soluto (afrecho de trigo 50, 60 y 70 %) en el comportamiento productivo, y de salud en la etapa de crecimiento y engorde en porcinos.
- Determinar el análisis económico.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. ENTORNO MUNDIAL DE LOS CREDOS**

El mercado mundial de carne de porcino presenta una tendencia creciente durante la última década. Para este 2012 se espera el volumen de producción más alto de la década, de 104.4 millones de toneladas. De igual manera, el consumo de la carne de cerdo sigue en ascenso, ante el alto valor nutricional, y menor costo en relación a la carne de bovino. Sin embargo, el comercio mundial de la carne de cerdo se espera se estanque durante 2012, ante la reactivación en la producción de la misma en algunos países importadores, como China y Estados Unidos. Así mismo, el incremento en los precios de los insumos para la producción, así como la reducción en los hatos porcinos para sacrificio, provocada en gran medida por el prolongado periodo de sequía en el hemisferio norte, impulsan los precios de referencia internacional a niveles similares observados durante 2008, (FAO. 2012).

#### **1. Producción**

FAO. (2012), menciona que la producción mundial de carne de porcino presenta una marcada creciente durante la última década. Así, en el periodo 2001-2011 la producción de carne en el mundo creció a una tasa media anual de 1,7%. Durante 2011, la producción mundial de carne totalizó 101,7 millones de toneladas, que en su relación con 2010 representa una caída del 1,2%. Sin embargo, para este 2012, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) estima una producción de 104,4 millones de toneladas de carne de porcino, lo que representa un crecimiento del 2,7%.

El 81.2% de la producción mundial de carne de porcino se concentra en China, la Unión Europea (27) y Estados Unidos. Así, durante 2011, China produjo 49.5 millones de toneladas de carne de cerdo, que representaron 48.7% del total. Para el 2012, las expectativas de producción de China se estiman con un crecimiento anual del 4,2%, que representan 51,6 millones de toneladas. El dinamismo en la producción de China se explica por la adopción de sistemas de producción



intensivos, mismos que han permitido incrementos anuales en el peso promedio del ganado. Por otro lado, la producción en la Unión Europea (27 miembros) presenta un crecimiento sostenido durante la última década, aunque en una menor proporción a la presentada por China. Así, durante 2011 la Unión Europea totalizó 22,8 millones de toneladas, que representan 22,4% del total mundial. Para el 2012, el USDA estima una reducción marginal del 0,6% en el volumen producido por Europa, (FAO 2012).

La estructura de participación de producción de carne de porcino para el 2012, de acuerdo con estimaciones del USDA, se mantendrá sin cambios: China producirá 49,4% del total, seguido por la Unión Europea (21,7%), y los Estados Unidos, con 10,1% de participación. Destaca la posición de México como 10° productor mundial, con una participación de 1,2% en 2012, (FAO 2012).

## **2. Consumo**

La carne de porcino es la carne de mayor consumo en el mundo, con un volumen de 100.9 millones de toneladas durante 2011. Del volumen total de las carnes más consumidas (bovino, porcino, ave), el consumo de carne de cerdo representó 43%. Asimismo, éste presenta una tasa de crecimiento media anual de 1,3%, para el periodo comprendido en 2005 y 2011, tasa menor al 3,7% que promedia el crecimiento del consumo de carne de ave, pero mayor al 0,1% que presenta la carne de bovino, (FAO 2012).

Así, el consumo mundial de carne de porcino registró un leve descenso durante 2011, de 1,7% en relación a 2010. Lo anterior, ocasionado por disminuciones generalizadas en China, la Unión Europea, Estados Unidos y México, entre otros, ante el debilitamiento de la economía mundial. Sin embargo, estimaciones del USDA muestran un incremento del 2,0% para el 2012, para situar el consumo en 103,8 millones de toneladas, nivel histórico. El incremento en el consumo para este año es impulsado por países en desarrollo, y parcialmente nivelado por reducciones marginales en algunos países desarrollados, particularmente los que conforman Unión Europea, (Álvarez, P. 2004).

Geográficamente, y similar a la producción, el consumo de carne de cerdo está altamente dominado por China, donde la gastronomía local y regional depende altamente de este producto. Así, el consumo en el país asiático presenta un crecimiento sostenido en el periodo 2000-2011, para situarse en este último año en 50,0 millones de toneladas. Las expectativas de consumo en China para 2012 son crecientes, toda vez que se estima un consumo de 52,0 millones de toneladas, un crecimiento anual de 4,0%. En la Unión Europea (27 miembros), el consumo de carne de porcino presenta una tendencia inversa, pues para el 2012 se estima encadene su segundo año con una pequeña disminución en su consumo, pues el volumen esperado se ubica en 20,5 millones de toneladas, una reducción marginal del 0,3%, (Álvarez, P. 2004).

El estancamiento del consumo en la Unión Europea se explica por los altos precios de la carne, provocado a su vez por bajas en la producción local ante disminuciones en los hatos ganaderos de la región, por la disminución en los márgenes para los productores. En Estados Unidos, el tercer productor y consumidor mundial, el consumo de carne de cerdo se encuentra prácticamente estancado, como lo muestra la evolución del volumen consumido en la última década que presenta una tasa cero de crecimiento, (Álvarez, P. 2004).

Durante 2012, el volumen de consumo en el país norteamericano se ubicará en 8,5 millones de toneladas, comparable con las 8,4 millones de toneladas consumidas en 2011. La neutral evolución del consumo de carne de cerdo en Estados Unidos se explica por los incrementos generalizados en el precio del mismo, el enfriamiento de la economía norteamericana, así como por cambios en los patrones de consumo hacia carnes más saludables, (Álvarez, P. 2004).

El consumo per cápita más alto en el mundo se ubica en países asiáticos y europeos, donde Hong Kong se ubica con el nivel más alto, con 72,1 kilogramos de carne de porcino por persona por año. Le sigue Macao, con 62,3 kilogramos por persona por año. El volumen de consumo per cápita anual en México se ubica en 15,4 kilogramo, de acuerdo a información del USDA, (Álvarez, P. 2004).

### **3. Intercambio comercial**

El comercio mundial de carne de porcino ha crecido constantemente durante la última década; sin embargo, para el 2012 se observa un estancamiento en el mismo. Durante el periodo comprendido entre 2000 y 2011 las exportaciones mundiales de carne de cerdo crecieron a una tasa promedio anual de 8,0%, para situarse en este último año en 7,0 millones de toneladas. Para el año 2012 las 9 estimaciones del USDA muestran un volumen prácticamente igual al presentado en 2011. Esto se explica por la reactivación en la producción de países importadores como China, Rusia y Corea del Sur, que a su vez disminuirán su volumen de importación, (Bague, A. 2011).

El mercado de exportación de carne de cerdo es dominado por Estados Unidos y la Unión Europea, toda vez que durante 2011 el volumen exportado de estas dos regiones totalizó 65,3% del total mundial. Así, durante 2011 Estados Unidos exportó 2.4 millones de toneladas, es decir, 33,7% del total, mientras que la Unión Europea participó con 2,2 millones de toneladas, equivalente a 31,6%. El tercer jugador en el mercado de exportaciones porcinas es Canadá, al totalizar 1.2 millones de toneladas en 2011, o 17,1% del total. Para el 2012 las estimaciones más recientes del USDA muestran que la participación de Estados Unidos en las exportaciones se incrementará en 2,0%, para exportar 2,4 millones de toneladas. Mientras tanto, en la Unión Europea y Canadá se esperan reducciones en las exportaciones en el orden del 3,6% y 1,8%, respectivamente, (Bague, A. 2011).

Por otro lado, los principales países importadores de carne de porcino se concentran en el continente asiático, excepto México. Así, el principal país importador de carne de cerdo es Japón, que presenta una tasa de crecimiento media anual de 2,1%, entre 2001 y 2011. Para 2012 se estima que Japón continúe siendo el principal comprador de carne de cerdo, al importar 19,4% del total mundial, lo que se traduce en 1,3 millones de toneladas. El mercado japonés es deficitario y 50% de su consumo doméstico proviene de las importaciones. Por otro lado, el segundo importador mundial en términos de volumen es Rusia, mismo que presenta una tasa de crecimiento medio de 6,0% en los últimos diez

años. Para 2012, las importaciones rusas se ubicarán en 900 mil toneladas, una reducción a tasa anual del 4.9%, (Bague, A. 2011).

El mercado ruso disminuye su participación para este año, ante planes gubernamentales de promoción de la producción local de la carne. El tercer comprador mundial es China, mismo que ha incrementado sus importaciones en 25,9% promedio durante la última década. Para este año, las importaciones chinas totalizarán 650 mil toneladas, una reducción de 14,2% en relación a 2011, (Bague, A. 2011).

La reducción es consecuencia del plan del gobierno chino para reactivar la producción de carne de cerdo en el país. México destaca como el cuarto comprador a nivel mundial, al participar durante 2011 con el 10,1% del total global importado. Para 2012 las expectativas son crecientes, al importar 650 mil toneladas, mismo volumen que China, lo que representa un aumento del 9.4% en relación al 2011, (Bague, A. 2011).

#### **4. Precios internacionales**

Los precios internacionales de las carnes de mayor consumo (bovino, porcino, ave), han presentado una marcada tendencia alcista a partir de mediados del 2009, ante disminuciones en la disponibilidad de las mismas e incrementos en los insumos para la producción. El reporte más reciente de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), sobre los precios de los alimentos muestra que el incremento generalizado en los precios de las carnes es consecuencia de los altos costos de los insumos para la producción de la misma, el bajo número de animales vivos para sacrificio y la competencia en la producción en países en desarrollo, (FAO. 2012).

De esta manera, el subíndice del precio de la carne de porcino, reportado por la FAO se ubicó en febrero 2012 en 151,6 puntos, es decir, registró un crecimiento a tasa anual del 7,4%. La FAO estima que durante 2012 la presión en los precios de la carne de porcino disminuya, ante incrementos en la producción de países desarrollados, particularmente China y Estados Unidos, mismo que impactará a la

baja las exportaciones por parte de países en desarrollo. Sin embargo, esto estará en función de la evolución de los precios de los insumos y la evolución de la economía global, estrechamente relacionada con el consumo de carnes, (FAO 2012).

El precio de la carne en Estados Unidos, publicados por el Servicio de Investigación Económica (ERS) del USDA, presentó incrementos significativos a partir de mediados de 2010. Así, el precio en rastros del país norteamericano se situó durante mayo de 2012 en \$2206,8 dólares por tonelada. Lo anterior, se traduce en una reducción anual de 15.4%. En contraste, el precio al consumidor final (menudeo) se ubica en \$7513,3 dólares por tonelada, lo que representa una caída anual de 2,2%. No obstante que el precio en rastros presenta una marcada tendencia bajista, esto no se ha traducido en una reducción similar en el precio al consumidor, donde si bien el precio detuvo su escalada, se mantiene todavía en niveles altos, (FAO. 2012).

## **B. PRODUCCIÓN PORCICOLA EN EL ECUADOR**

### **1. La Industria Porcina**

El Ecuador como se conoce es un país con altos estándares de progreso en cuanto al agro; sin embargo cuando se trata del ganado porcino es considerada un área en proceso de desarrollo. Esto ocurre porque no todos los individuos implicados en esta actividad cuentan con un nivel alto hablando tecnológicamente a fin de obtener un producto en óptimas condiciones. A pesar de que ha existido una gran evolución en este sector; desde la crianza de cerdos de manera primitiva hasta el uso de tecnología avanzada para el mejoramiento del producto como es el caso de PRONACA; ciertos gobiernos no han dado mayor importancia e incentivo para un eficaz y rápido desarrollo, (Bague, A. 2011).

### **2. Porcicultura en el Ecuador**

Para el 4 de Octubre del 2010 la Agencia Ecuatoriana para el Aseguramiento de la Calidad (AGROCALIDAD), el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura

y Pesca (MAGAP) y la Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE), llegaron a un acuerdo mediante un convenio de cooperación con la finalidad de realizar el primer censo de granjas porcícolas para poder obtener la información tales como construir la línea base de la industria, conocer el estatus actual del sector, definir programas de prevención para erradicar enfermedades, (Chávez, J. 2006).

Algunos de los aspectos que determinaban una “granja porcina” ,aquellas granjas constituidas por un mínimo de 5 madres o 20 animales para proceso de engorde, así también se necesitó corroborar que la granja funciona como motor económico, criadero y comercializadora para aprovechar la carne porcina. Para llevar a cabo este proceso censal se necesitaron de 61 investigadores de campo, 7 supervisores y 1 coordinador nacional, (Chávez, J. 2006).

Los resultados del censo indicaron más tarde que en el Ecuador (gráfico 1), existen para este tiempo 1737 granjas porcinas con un total de 310,607 cerdos entre animales de engorde y cerdas madres. El mayor porcentaje de granjas y de animales las ubicamos entre la región Sierra y la región Costa con un 79% de granjas registradas y un 95% correspondiente a la población porcícola; mientras que en la región Amazónica y Galápagos sólo se encuentran registradas un 21% de las granjas y un 5% de los porcinos, (Chávez, J. 2006).

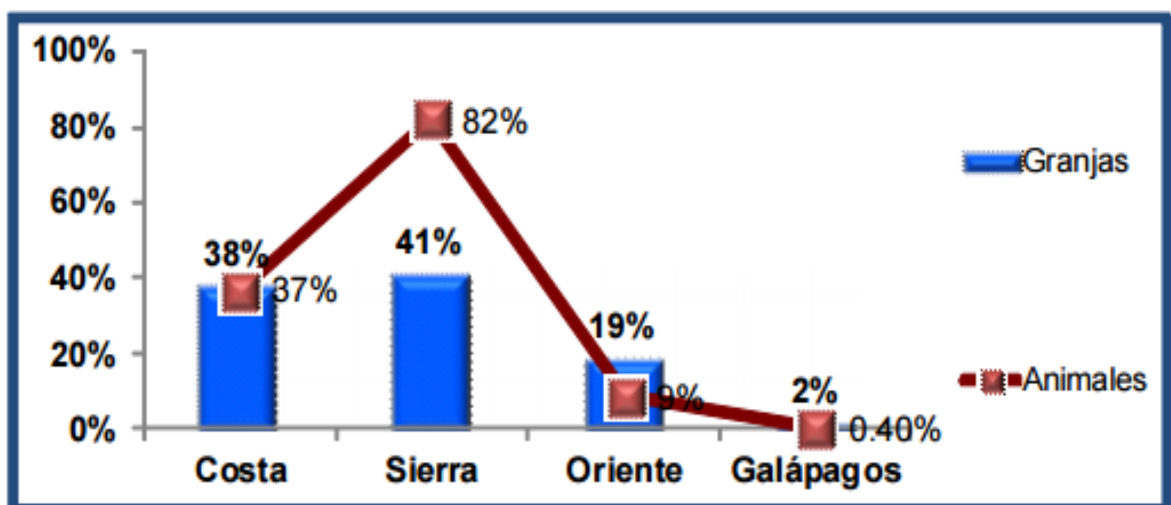


Gráfico 1. Porcentaje Total de Granjas vs. Porcentaje Total de Cerdos por Región.

Fuente: ASPE. (2010).

Si se comparan los resultados obtenidos en el III Censo Agropecuario en el año 2000 con respecto a este sector se puede decir que hay una disminución del 46% en cuanto a las granjas sin embargo existió un incremento en cuanto al número de animales lo que representa un 19%. Esto representa una tasa neta de 1.7% anual en la población porcina y respecto a las granjas al menos 6 de cada 100 dejaron de funcionar en los últimos 10 años, (Chávez, J. 2006).

Además se indica que el 15% de los cerdos (48.163 cerdos), son animales destinados para la producción; de los cuáles la categoría de las madres representan un 74%, las chanchillas un 22% y los verracos sólo el 5%. De esta información obtenida se puede deducir que el 16,83% es la producción de cerdos anualmente por parte de las madres, (Chávez, J. 2006).

Enfocándose en la cantidad de madres que albergan las granjas se puede concluir de acuerdo al censo que al menos el 13% de las granjas cuentan con el 73% de cerdos en esta categoría (censadas) y un 5% de granjas contienen el 63% total. Esto significa que las fincas que cuenta con más de 20 madres y que representarían un total de 25.646 existentes aportan con 430000 cerdos anualmente con un peso promedio de 109 kilos; es decir, 47'000000 de kilos de carne anualmente, (Devi, S. 2006).

Para calcular el consumo anual de carne de cerdo se tomó en cuenta los siguientes aspectos: producción tecnificada que produjo 47.000 Toneladas métricas y la producción de cerdo traspatio fue de 88,91; además de añadir las importaciones de acuerdo a subpartidas aprobadas representaron 13610 Tm y corresponde a un total de 149,52 Tm; es decir un consumo per cápita de 10,68 Kg de carne de cerdo por cada persona anualmente, (Devi, S. 2006).

### **3. Clasificación de granjas porcinas**

Las granjas de ganado porcino se dividen en grupos:

**a. Grupo 1:**

Este grupo lo conforma el ganado porcino completo y se dedica a la producción y crianza de cerdos hasta su engorde final, (Devi, S. 2006).

**b. Grupo 2:**

Este grupo lo constituye la granja de ganado porcino productor; es decir, mantiene a los animales reproductores y vende los lechones destetados para cría o engorde, (Devi, S. 2006).

**c. Grupo 3:**

Este grupo lo integran el ganado porcino de crecimiento y engorde, sólo se dedica a la compra de cerdos destetados y se los alimenta hasta que logren el peso ideal para el mercado. Dentro del ganado porcino se encuentra la siguiente clasificación, (Devi, S. 2006):

- Reproductores (as).
- Lechones (desde que nacen a los siguientes 56 días de edad).
- Chanchillas (desde los 56 días a los siguientes 7 meses de edad).
- Cerdos de levante o de crecimiento (desde los 56 días a los siguientes 5 meses de edad).
- Cerdos de engorde ceba (desde 5 meses a los 7 1/2 meses o más de edad).

**4. Formas de producción porcina**

La producción de cerdos tiene la finalidad de que el porcicultor logre satisfacer las necesidades del consumidor presentando un producto de excelente calidad de manera eficiente y a costos de producción bajos, (Devi, S. 2006).

Las formas de producción porcina en el Ecuador la podemos dividir de la siguiente manera:



### **a. Nivel casero – chiquero (85%)**

Esta forma de producción porcina consta de instalaciones rudimentarias; no hay mucha inversión de capital y no hay asistencia técnica. Generalmente, este tipo de producción lo adoptan los pequeños productores campesinos; se basa en una alimentación con desperdicios, la explotación se dan con 2 a 5 cerdos y no hay control en el comportamiento reproductivo de la manada y menos en la producción. En este tipo de producción cuando el porcino ha alcanzado entre los 25 a 40 Kg se lo comercializa; llevándose a cabo su matanza en condiciones poco salubres, (Fuller, R. 2002).

### **b. Nivel semi – industrial**

En esta forma de producción porcina el productor cuenta con prácticas de tecnificación y existe el cruce de razas entre los animales. En esta producción existe una pequeña inversión de capital y la infraestructura cuenta con mejores construcciones; algunos equipos son de fabricación artesanal, la alimentación de los animales es mejorada y se puede dar con productos de la localidad, (Fuller, R. 2002).

### **c. Nivel Industrial**

En esta forma de producción porcina existen técnicas avanzadas, la alimentación del ganado porcino es balanceada y la mayoría de los animales son de raza pura. Para esta producción la asistencia sanitaria es un punto muy importante pues se lleva a cabo las prácticas adecuadas y hay una inversión de capital alto, pues los equipos son costosos y se invierte en la mejor tecnología para el desarrollo del ganado porcino. Los cerdos que pasa por esta forma de producción son orientados a los camales de las ciudades más importantes o a las industrias cárnicas, (Fuller, R. 2002).

Se considera así que la producción porcina se encuentra dividida en un pequeño grupo de fincas tecnificadas y que representan el 3% del total de granjas teniendo a su disposición un 73% de la población porcina; así también cuentan con un gran

grupo de pequeñas y medianas granjas que equivalen al 97% del total de granjas y sólo un 27% de la población porcina lo que hace deficiente tanto la calidad del producto y la decreciente oferta del mismo ante un mercado dispuesto a demandar este tipo de carne, (Fuller, R. 2002).

## **5. Procesos de reproducción y cría**

Para obtener resultados eficaces con respecto a la reproducción del ganado porcino se debe adecuar las instalaciones puesto que estas permitirán que se obtenga un producto de excelente calidad; además de disminuir los costos de producción ante una inversión significativa. Las unidades de producción se conforman de la siguiente manera:

## **6. Proceso de reproducción o gestación**

La cerda doméstica es poliéstrica cada año con períodos de al menos 21 días. Este se clasifica en proestro durante 2 días, estro 2 a 3 días, el metaestro 1 a 2 días y el diestro que ocupa el resto del ciclo. Los cuerpos lúteos son eficaces por al menos 16 días luego de la ovulación. La ovulación se da de forma natural, 36 a 44 horas luego de haberse iniciado el estro o luego de la mitad del estro. La pubertad se da cuando la cerda tiene entre 6 a 7 meses y cuenta con un peso de 100 a 110 Kg; se presenta casi a la misma edad para el macho, (Estebez, B. 2005).

El proceso de gestación es al menos de 114 días, y produce al menos una camada de 8 a 10 lechones por cerdas cuando se trata del primer parto y de 10 a 16 lechones en cerdas multíparas. En el proceso de lactancia, la cerda puede tener un corto estro luego del parto pero este por lo general no cicla y no se cruza hasta que se realiza el destete de los lechones, (Estebez, B. 2005).

Varios factores influyen en el inicio de la pubertad en la cerda joven y la continuación de los ciclos 63 menstruales. Los más importantes incluyen: raza, tiempo mientras ocurre el desarrollo sexual, exhibición al cerdo, estancia y nivel de aislamiento, nutrición y salud general, (Estebez, B. 2005).

Con respecto a la raza y la selección idónea de la misma influyen al principio de la pubertad. Por lo general, las razas Large White y Landrace tienen un estro más pronto en referencia a otras razas. Luego del parto, se presenta otro ciclo llamado anestro que es cuando los ovarios se encuentran en reposo y esta inactividad se presenta en el período de lactancia. Después del destete, que se da entre 2 a 4 semanas luego del parto existe un rápido crecimiento en los folículos ováricos; seguido por estro y ovulación en los siguientes 3 a 7 días, (Estebez, B. 2005).

Es importante dar monta a la cerda para este tiempo pues su involución uterina está completa a los 21 días luego del parto y su fertilidad es la adecuada. Los productores por lo general vuelven a montar a la cerda en cuanto esta ya se encuentre en óptimas condiciones y así dar paso al mismo proceso. Las cerdas en monta de 5 a 10 días luego del destete se considera producirán una camada cada 5 meses o una media de 2,4 camadas al año, (Estebez, B. 2005).

El tamaño de la camada de la marrana depende del origen (raza), edad, días posparto, cuando se monta, condición nutricional y, en menor grado, uso del entorno y del cerdo en el período de monta. La tasa de ovulación y el tamaño de la camada van en aumento con la edad y se estabiliza luego de 6 a 7 camadas, (Esminger, J. 2005).

La tasa de nacidos muertos aumenta a partir de la cuarta parición de tal forma que mantener cerdas viejas disminuye con el pasar del tiempo. Así también se considera que una alta temperatura ambiental puede afectar la tasa de ovulación y puede existir un crecimiento en la mortalidad embrionaria; de igual forma la fertilidad del verraco puede verse afectado por cambios ambientales excesivamente altos o bajos, (Esminger, J. 2005).

Otro factor muy importante por el cual la reproducción se puede ver afectada es por una mala programación de apareamiento por lo cual los apareamientos múltiples ayudan a evitar este problema, (Esminger, J. 2005).

## **C. MANEJO Y ALIMENTACIÓN DE CERDOS**

### **1. Efecto del alimento sobre el crecimiento y el aumento de peso**

Gálvez, B. (2005), manifiesta que en experimentos de nutrición en los que se ha usado una ración mal equilibrada, han dado resultados en los cuales los puercos sólo aumentaron media libra al día, mientras que aquellos que recibían una ración bien equilibrada en todos sus principios nutritivos, obtenían aumentos diarios de libra y media. En todas las comunidades del Sur existen cerdos, que requieren de 12 a 14 meses, para obtener un peso de 90 kilos. Estos mismos animales, mediante prácticas adecuadas de alimentación, pueden llegar a los 90 kilos, en un lapso menor a los seis meses.

Una ración equilibrada se define como el suministro de todos los elementos nutritivos necesarios para alimentar adecuadamente a un animal o grupo de animales. Sin embargo, en la práctica no hay ninguna ración única, sino que la ración varía con la edad y el peso del cerdo, (Gálvez, B. 2005).

Es probable que un costo extra en complemento sea económicamente beneficioso en el caso de marranas de preñez y marranos de engorde (Gálvez, B. 2005).

### **2. Efecto del costo de alimentación sobre la producción**

Gálvez, B. (2005), explica que algunos alimentos cuestan más que otros, mientras que otro; requieren más trabajo en las labores agrícolas y la cosecha. Esto significa que el ganadero para poder tener éxito debe considerar minuciosamente el costo del alimento que va a comprar o producir.

El alimento más barato no siempre es el que produce más ganancia. Los alimentos y el programa de alimentación que producen las mayores ganancias en un rancho dado, son los que se deben usar. Estos factores se pueden determinar por medio de un estudio adecuado, (Gálvez, B. 2005).

### **3. Clases de alimentos requeridos por los cerdos**

Chávez, J. (2006), afirma que el rápido crecimiento del cerdo, así como la pequeñez de su tubo digestivo, hace necesario que reciba alimentos altamente concentrados. Los cerdos no pueden consumir tanto forraje como otros animales, su capacidad estomacal es diferente de la de otros animales. Los cerdos aprovechan bien los pastos y estos son necesarios. Sin embargo, se podrá ver la mayor parte de la ración del cerdo debe ser energéticamente alta, usando alimentos concentrados como el maíz.

A continuación se da a conocer los requerimientos nutritivos requeridos por los cerdos de acuerdo al peso de los mismos, (cuadro 1).

Cuadro 1. REQUERIMIENTOS DE LOS CERDOS LANDRACE-YORK SHIRE.

CICLO DE VIDA	ETAPAS CRECIMIENTO – ACABADO				
	5 -10	10 – 20	20 – 35	35 – 60	60 - 100
Peso corporal	5 -10	10 – 20	20 – 35	35 – 60	60 - 100
Energía dig. Kcal.	3500	3500	3500	3500	3500
Proteína cruda %	22	18	16	14	13
Calcio %	0,80	0,65	0,65	0,50	0,50
Fosforo %	0,60	0,50	0,50	0,40	0,40
Fibra cruda %	----	----	5	7	7
Grasa %	5	5	5	6	6

Fuente: NRC – National Research Council. (2005).

### **4. Cantidad de alimento necesario**

Flores, R. (2005), plantea que para entender la alimentación del cerdo es necesario tener conocimiento sobre el total de alimento requerido y el tipo de alimento en las diferentes etapas del crecimiento. La alimentación, por importante que sea, no lo es todo. Otros factores de la explotación son también muy importantes, así como la necesidad de tener buenos animales. Si después de haber llevado a cabo buenas prácticas en la alimentación, el ganadero no puede producir cerdos de buena calidad deberá revisar otros factores. Esta revisión

deberá incluir su pie de cría, y programa sanitario. Cerdos de alta calidad y el combate de parásitos y enfermedades, son factores muy importantes para obtener una eficiente utilización del alimento.

Puesto que las prácticas de alimentación que se lleven a cabo tienen un efecto importante sobre el aumento diario de peso y consecuentemente sobre las ganancias netas que produzcan los cerdos, es fácil apreciar la importancia que tiene el que cada ganadero desarrolle y lleve a cabo un buen programa alimenticio para su piara. Las ganancias en la producción de cerdos en una forma beneficiosa, depende directamente de un programa adecuado en la alimentación.

La alimentación de los cerdos, es un problema vital en su explotación y está relacionada íntimamente con la época de venta, que a su vez depende de la fecha de la parición. Todos estos factores unidos y el alimento pueden ser la clave del negocio (Flores, R. 2005), lo cual se observa en el siguiente (cuadro 2).

Cuadro 2. CANTIDAD DE ALIMENTO A SUMINISTRAR A LOS CERDOS, POR ETAPAS.

Edad (días)	Etapas	Consumo alimento (kg/cerdo/día)	Consumo acumulado
60	Crecimiento	1004	23,72
120	Crecimiento	2540	131,42
121	Engorde	2560	133,98
180	Engorde	3134	307,85

Fuente: Manual de Porcicultura. PRONACA. (2011).

## 5. Nutrición animal de los cerdos

Hidalgo, W. (2008), manifiesta que los cerdos les gusta comer y comer bastante. Generalmente esto es cierto, pero los cerdos crecen mejor alimentados con una ración bien equilibrada lo mismo que una ternera, un perro o un niño. Los cerdos requieren alimentación para dos propósitos:

- Para el sostenimiento del organismo.
- Para crecimiento.

Los alimentos ingeridos sufren varios cambios químicos, y finalmente son convertidos en sustancias que pueden ser asimiladas por el animal y utilizadas para su sostenimiento y crecimiento. Por ejemplo, cuando el cerdo consume maíz, la celulosa y el almidón son convertidos en azúcares y estos azúcares en una sustancia que puede ser rápidamente utilizada por el animal. Algunos alimentos son de más fácil digestión que otros, por ejemplo, la celulosa, es difícilmente digerible, mientras que el almidón y los azúcares son de fácil digestión. Los tipos y cantidades de los diferentes alimentos necesarios para el sostenimiento de los animales, son distintos de los relativos al crecimiento y al engorde (Hidalgo, W. 2008).

En la forma en que los animales domésticos se alimentan generalmente, la mitad del alimento consumido es utilizado para mantener la vida, de manera que el cuerpo no pierda los principios nutritivos que tiene acumulados. La cantidad de alimento consumido por encima de las necesidades para el sostenimiento es toda la que puede considerarse, para la producción de carne magra y la carne grasa, (Hidalgo, W. 2008).

En el caso de los cerdos, nos interesa principalmente la utilización del alimento para crecimiento y producción de tejidos. El por ciento de alimento consumido por los cerdos que es necesario exclusivamente para el sostenimiento del cuerpo, es algo menor en ellos que en otros animales domésticos. Existen dos maneras de determinar la cantidad de cada principio alimenticio necesaria para el sostenimiento y el crecimiento del cerdo; la manera más práctica, es alimentarlo con diferentes piensos y cantidades, observando sin efectos en el animal. Se pueden hacer estudios químicos y análisis de los diferentes alimentos y usarlos como base para calcular raciones equilibradas. El primer método es usado comúnmente en las estaciones experimentales; es el más práctico y deberá usarse siempre que sea posible (Hidalgo, W. 2008).

## **6. Diferentes Clases de Alimentos y sus Funciones**

Estébez, B. (2005), expresa que, los alimentos difieren tanto en su composición química como en sus funciones en el crecimiento de los animales. En esta parte del libro es nuestro propósito presentar los conocimientos básicos sobre los principios nutritivos y algunos de sus usos en los programas de alimentación de los cerdos.

Los hidratos de carbono son compuestos orgánicos cuyos elementos son carbono, hidrógeno y oxígeno, su proporción de hidrógeno a oxígeno es semejante a la del agua, o sea, dos hidrógenos a un oxígeno. Algunos ejemplos de hidratos de carbono de utilidad en la nutrición de los cerdos son los siguientes: maíz, cereales menores, semillas de leguminosas, tubérculos tales como las papas y algunas partes fibrosas de ciertas plantas. Los hidratos de carbono incluyen diferentes grupos de compuestos; algunos bastante complejos como la celulosa, otros menos como el almidón y los de fácil digestión como son los azúcares. Los hidratos de carbono son primordialmente principios nutritivos, productores de energía y grasa.

Estébez, B. (2005), cuando únicamente se desea el sostenimiento del animal, la energía necesaria es poca y por lo tanto se necesita tan sólo una pequeña cantidad de combustible o alimento energético. Por el contrario, cuando se desea crecimiento y acumulación de grasa, como en el caso de los cerdos, se requiere una gran cantidad de energía y por lo tanto se necesita mucho combustible o alimento rico en energía. La principal fuente de hidratos de carbono para los puercos es el almidón.

Hidalgo, W. (2008), establece que en la nutrición animal, tanto la celulosa como el almidón tienen que ser convertidos en azúcares, antes de que puedan ser absorbidos por el animal. Podemos notar que las proteínas contienen todos los elementos de los hidratos de carbono, pero aparte también contienen nitrógeno y se debe a esta composición el que las proteínas tengan dos funciones en la nutrición animal. Debido a que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, son alimentos energéticos y por su contenido de nitrógeno también proporcionan



material constructivo. Las proteínas son constituyente importantes de todas las células del cuerpo y toman una parte importante en la formación de músculos en los tejidos animales. También son importantes en la formación de la piel y del pelo. La necesidad de proteína es una ración de sostenimiento, es mucho mejor que en una ración para crecimiento y reproducción.

Cuando las proteínas se están utilizando como material constructivo, el elemento nitrógeno tiene una importancia primordial, ya que es utilizado por todas las células, para su conservación y para la formación de nuevos tejidos. Las proteínas que son suministradas en exceso de la cantidad necesaria para suministrar el nitrógeno preciso, no se desperdician completamente, debido a que cuando se proporciona mayores cantidades de las necesarias para la reparación y formación de los tejidos, el sobrante pierde su nitrógeno y se transforma en grasa.

Algunas veces se realizan estudios químicos del balance del nitrógeno, pues tiene bastante importancia que exista un buen equilibrio entre las proteínas, los hidratos de carbono y las grasas, para obtener la mejor utilización de estos principios nutritivos desde el punto de vista económico, para obtener así una producción porcina beneficiosa (Hidalgo, W. 2008).

Los más importantes de estos minerales en los tejidos animales y en el esqueleto son el calcio y el fósforo. La gran mayoría de los alimentos contienen algunos de estos minerales esenciales. Generalmente es necesario dar a los cerdos minerales aparte de los que obtienen de las plantas, especialmente cuando los puercos no tienen acceso a una gran variedad de plantas. La piedra caliza y el hueso molido, son ejemplos de alimentos minerales ricos en calcio y fósforo. La falta de elementos minerales durante el crecimiento de los cerdos, producirá esqueletos débiles, así como quebraduras de las patas y la columna vertebral, y la presencia constante de animales baldados durante el engorde, a causa de deficiencias minerales (Ensminger, J. 2005).

Durante los últimos años se ha prestado suma atención a las vitaminas A, B, C, D, E, y G para el ganado, ya que cualquier deficiencia de ellas producirá trastornos. Muchas de estas vitaminas se encuentran en la mayoría de los alimentos

comúnmente usados para los cerdos. La vitamina A es de mucha importancia en la nutrición animal debido a que es esencial para el mantenimiento adecuado de los animales adultos y causa la muerte a los jóvenes cuando no la pueden obtener. Esta vitamina se encuentra en abundancia en el heno de alfalfa, la alfalfa verde, los pastos verdes y en cierto grado en los camotes amarillos y en algunos otros alimentos. Aquellos cerdos que tengan acceso a pastos verdes, tienen la seguridad de obtener suficientes cantidades de vitamina A (Ensminger, J. 2005).

Los animales domésticos son capaces de sintetizar la vitamina C a partir de otras sustancias de sus alimentos cosa que no pueden hacer los seres humanos. La cría de cerdos en el Sur de los Estados Unidos se lleva a cabo principalmente al aire libre, donde los animales reciben suficiente sol para obtener toda la vitamina D que necesitan. La vitamina E que afecta a los órganos reproductores, se encuentra en abundancia en los cereales y en los aceites de otras semillas y granos, que son utilizados en la alimentación de los cerdos. Cuando el aceite de germen de trigo se extrae por presión en frío, se ha probado que es muy útil para corregir la falta de apetito sexual, tanto en la marrana como en el verraco. La vitamina G también se encuentra en cantidades suficientes en los alimentos y raciones comúnmente usados (Hidalgo, W. 2008).

Hidalgo, W. (2008), manifiesta que a partir del año 1950, se ha oído hablar mucho acerca del uso de antibióticos en la alimentación del ganado y algunos hasta la han llamado "la droga milagrosa" en la nutrición animal. Aunque es necesaria una mayor investigación para saber si son válidos algunos de los efectos atribuidos a ellos, se ha aceptado la importancia de suministrar antibióticos en la alimentación de los animales. Por lo que el ganadero progresista deberá estar alerta e informado de los rápidos cambios que se están llevando a cabo en materia de alimentación. Se han establecido los siguientes términos tipo:

- Suplemento a base de vitamina B12. Los alimentos deberán contener un mínimo de 3 mg. de vitamina B12 por kilo de suplemento. Este material se usa para, el complemento de raciones en que la proteína se derive principalmente de cacahuates, soja u otras plantas.

- Suplemento antibiótico. Deberá contener un mínimo de 30 mg. de antibiótico por kilo de suplemento, igual puede ser uno solo o una combinación de antibióticos que promuevan el crecimiento. Este material deberá proporcionarse como complemento cuando las proteínas del alimento provengan de carne, pescado, leche u otros productos animales, junto con el suplemento de la vitamina B12.
- Suplemento antibiótico y de vitamina B12. Este producto es una combinación de los dos anteriores y debe contener un mínimo de las dos concentraciones anteriores. Este suplemento se puede usar cuando los productos que dan la proteína sean de origen animal, en vez de utilizar la combinación señalada en el número 2. El costo de estos productos deberá determinar cuál debe usarse.

Ensminger, J. (2005), basándose en los conocimientos actuales, hace un resumen del efecto de los antibióticos en la alimentación de los cerdos, en la forma que se expone a continuación:

- Mejora el aumento de peso, en un 5 a un 20 por ciento al nacimiento hasta los 91 kilos.
- Un mayor apetito y mayor consumo de agua. Incremento en el consumo de alimentos de un 10 a un 20 por ciento.
- Aumento en la eficiencia del uso de los alimentos de aproximadamente un 10 por ciento para cerdos en confinamiento, lo que significa un ahorro de 40 kilos de alimento por cada 100 de aumento de peso en el engorde de los cerdos.
- Menor número de animales atrasados, lo que produce carnadas más uniformes.
- Menos diarreas y enteritis no específicas.
- Mejores resultados para cerdos en confinamiento, pero también de utilidad para marranos en pastoreo.

El agua está compuesta de hidrógeno y oxígeno y es el compuesto que se encuentra en mayor abundancia en los tejidos animales, por lo que es necesario un constante abastecimiento de agua para mantener la vida animal. Las funciones del agua en la nutrición animal son las siguientes:

- Actúa como reguladora de las temperaturas del cuerpo.
- Es de importancia en las reacciones químicas que se llevan a cabo cuando los alimentos son cambiados en su estado original a sustancia que puedan ser absorbidas por el animal.
- Actúa como sostén de los tejidos.
- Actúa como disolvente y vehículo de los productos alimenticios y de desperdicio.
- Facilita la función osmótica que es esencial para la asimilación por los animales.

Los cerdos deberán tener acceso a agua limpia y fresca en todo tiempo. Gálvez, B. (2005), considera que cada categoría animal necesita un sistema de alimentación capaz de satisfacer requerimientos nutricionales que incluyen las necesidades para el mantenimiento, crecimiento y su finalidad productiva. El cerdo necesita una dieta balanceada, con un contenido adecuado de materia seca, proteínas, energía, vitaminas y minerales que cubran sus necesidades y pueda expresar su potencial productivo.

## **D. CRECIMIENTO Y ENGORDE DE CERDOS**

### **1. Etapas de crecimiento**

El período que comprende el desarrollo del cerdo es una de las etapas más importantes de la vida productiva del animal, pues aquí se consume entre el 75 y el 80% del total del alimento necesario en su vida productiva. Siendo este rubro el principal costo de producción, la utilización eficiente del alimento repercutirá en la rentabilidad de la operación porcina. Esta etapa comienza con el destete de las crías y termina cuando los cerdos alcanzan entre 25-30 kg (54-65 lbs.), lo que debe ocurrir antes de los 96 días de nacidos. Se caracteriza por un rápido crecimiento con una alta demanda de nutrientes, para edificar músculos y una adecuada mineralización del esqueleto (Rillo, M. 2008).

Rillo, M. (2008), considera que para una correcta atención del crecimiento, es

oportuno establecer una primera etapa que va desde los 34 días con un peso aproximado de 7 kg (15 lbs.), hasta los 42 días con 11,5 kg promedios. En este período se le mantiene el suministro de pienso de inicio y es una etapa sumamente importante para el posterior desarrollo del animal. Los cuidados y el manejo a proporcionar a las crías durante esta etapa incluyen entre otros, la agrupación, preferiblemente por camadas de hermanos y una correcta higiene en los corrales.

La otra etapa concebida dentro del crecimiento es aquella que se inicia a los 43 días y que debe concluir a los 95 días de edad, con un peso mínimo de 30 kg. El manejo de los animales es similar a la etapa anterior, aunque la alimentación varía. La primera semana es una fase de adaptación a la nueva dieta, se les comienza a mezclar el pienso de inicio con el de crecimiento hasta que consuman libremente la ración que les corresponde (Rillo, M. 2008).

## **2. Etapa de engorde**

De acuerdo a Easter, P. y Ellis, J. (2007), el período de desarrollo y engorde empieza cuando los cerdos tienen un sistema digestivo capaz de utilizar dietas simples, y responder adecuadamente a situaciones de estrés calórico e inmunológico. Este período ocurre cerca de los 30 kg de peso y termina cuando el cerdo es enviado a mercado. Los rendimientos productivos de los cerdos en estas etapas dependen de la genética, de la alimentación, de la salud y del manejo.

Sin embargo, con el conocimiento de nuevas líneas genéticas caracterizadas por una alta producción de tejido magro, estos rendimientos y categorías de pesos han variado y se han desarrollado fases de alimentación en cada etapa, con el fin de aprovechar la alta tasa de crecimiento de carne magra que ocurre durante la fase en desarrollo. Este período empieza desde los 96 días con 25-30 kg y que debe terminar a los 166 días en crías altamente especializadas o a los 210 días como máximo.

El peso final no debe ser inferior a los 90 kg y este se debe alcanzar en el menor tiempo posible si se desea una producción porcina eficiente. En los animales

Criollo o con una gran proporción de sangre de este genotipo, se acepta un peso igual o superior a los 70 kg en 210 días. Los grupos de animales al comenzar la engorda serán lo más uniforme posible en cuanto al tamaño, edad, peso y es importante que continúen juntos los hermanos de la misma camada. No se deben hacer intercalamientos de individuos o movimientos después que comienza la ceba y permanecerán en el mismo corral hasta que termine el ciclo productivo, excepto los animales que expresen poco desarrollo, que se separarán del grupo.

En un cuartón o corral de ceba sólo habrán 3 causas por las cuales se saquen los animales: muerte, desecho y sacrificio. La no observancia de estos postulados determina daños en los animales y reducción de la ganancia de peso. Easter, P. y Ellis, J. (2007), manifiestan que la etapa de crecimiento es en donde existe una mayor síntesis de tejido magro y en la de finalización donde prevalece la deposición de grasa.

Además que una alimentación eficiente en el periodo de desarrollo y engorde debe cumplir con tres metas importantes: maximizar la eficiencia de la producción de tejido muscular en relación al tejido graso de la canal y la producción de carne magra con características físicas, químicas y sensoriales aceptables.

Factores que se deben seguir en la elaboración de un programa de alimentación.

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

Según la FAO. (2003), en los países en desarrollo existe una creciente demanda de alimentos de origen animal (carne y leche), y para satisfacerla, es necesario incrementar las producciones por animal y por unidad de superficie en las áreas de producción comercial, debido al ritmo sostenido de crecimiento de la población y, por consiguiente, la disminución de las áreas de cultivos y ganaderas.

Según la FAO. (2003), la biotecnología es “toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos”. Esta puede aplicarse a la producción de animales de mayor valor nutritivo, a partir de recursos fibrosos bajo contenido de proteína, disponibles en la localidad o en la región.

En busca de alternativas al uso de los antibióticos como promotores del crecimiento animal (APC), se han realizado numerosas investigaciones acerca del empleo de diferentes aditivos, que suministrados en determinadas dosis, contribuyan a mejorar los indicadores productivos y de salud en los animales.

Entre los grupos de productores que más éxito han tenido como alternativos a los APC se encuentran los ácidos orgánicos, las enzimas, los aceites esenciales y los extractos de plantas, los productos de exclusión competitiva, los prebióticos y los probióticos.

## **E. LOS PROBIÓTICOS**

El concepto de probiótico como aplicación a la medicina alternativa fue originado por Metchnikoff, E. (1908), a principios de éste siglo cuando planteó la teoría sobre la disminución del efecto negativo de algunos microorganismos mediante la ingestión de otros beneficiosos. Gunther, K. (2007), descifró a los probióticos como: aditivos alimentarios y en una acepción más amplia incluir a organismos microbianos vivos o muertos de las especies *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Bacillus* y *Saccharomyces*; a sustancias derivadas de dichos microorganismos como oligosacáridos, vitaminas, nucleótidos, péptidos, ácidos láctico, cítrico, acético y fumárico, además de enzimas microbianas, principalmente, de tipo hidrolíticas, ofrece un mayor nivel de precisión de los diferentes tipos de microorganismos y sustancias capaces de producir este efecto.

Lyons, P. (2006), expresó: Los probióticos son productos naturales que utilizados como promotores del crecimiento en los animales permiten obtener mayores rendimientos, más elevada resistencia inmunológica, reducida o ninguna cantidad

de patógenos en el TGI y menores residuos de antibióticos u otras sustancias de carácter análogo en los productos finales.

Una de las definiciones más recientes y que refleja el consenso de la mayoría de los investigadores la realizaron González, F. Y Martínez, B. (2006), quienes destacaron que los probióticos son microorganismos vivos que al ser ingeridos en cantidades adecuadas ejercen influencia positiva en la salud o en la fisiología del hospedero.

## **1. Materiales para el probiótico**

- Agua.
- Melaza.
- Suero de leche.
- Sales minerales.
- Urea.

### **a. Melaza**

La denominación de melaza se aplica al efluente final obtenido en la preparación del azúcar mediante una cristalización repetida. El proceso de evaporación y cristalización es usualmente repetido tres veces hasta el punto en el cual el azúcar invertido y la alta viscosidad de las melazas ya no permitan una cristalización adicional de la sacarosa (Swan y Karalazos, 1990).

### **b. Suero de leche**

En general el suero de queso es considerado un alimento de alto aporte nutritivo por unidad de MS, teniendo un efecto mejorador de la calidad de las dietas, especialmente cuando se utiliza como suero en polvo. Estos mejores resultados de crecimiento y consumo con dietas incluyendo suero en polvo son atribuidos a su mayor digestibilidad y a la presencia de nutrientes que lo diferencian de los cereales, como lactosa y proteína de alta calidad. Se caracterizó a los sueros



lácteos en general, como alimentos que, debido a su contenido en lactoalbúminas, lactoglobulinas y lactosa, cubren una alta proporción de las necesidades proteicas de la dieta y constituyen además una importante fuente energética (Bauza, R. *et al*/2011).

### **c. Sales minerales**

Palomo, A. (2006), la nutrición mineral es una parte del todo de la alimentación en porcino. Todos los tejidos animales contienen elementos minerales, por lo que la nutrición mineral debemos entenderla como un concepto dinámico. El nivel de cenizas en materias primas y pienso nos determina el nivel de minerales totales, aunque no es un buen indicador del contenido de minerales disponibles en los alimentos, ya que parte de los mismos son volátiles. Hoy conocemos 60 minerales en los suelos, siendo de ellos esenciales 27 para los animales en base a las necesidades de mantenimiento y producción (adecuado crecimiento, sanidad y reproducción).

### **d. Urea**

Según: [www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/Fd50/urea.htm](http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/Fd50/urea.htm). (2010), la Urea granulada es un fertilizante agrícola que a partir de 1950 se usa en la dieta de animales domésticos, ya que económicamente provee de nitrógeno no proteico para la microflora digestiva del estómago.

## **2. Selección de bacterias probióticas**

Para poder considerar a un microorganismo como probiotico este debe cumplir con los siguientes requisitos (Ramos-Cormenzana et al., 2005; Saulnier et al., 2009):

- Estar depositado en una colección de cultivo internacional reconocida y ser perfectamente caracterizado a nivel de género, especie y cepa.
- Ser seguro para el hospedador, determinado mediante ensayos in vitro y/o en animales de experimentación si es necesario.

- Estar viables en el momento de su consumo, aunque se ha reconocido que las células no viables pueden mediar algunos efectos beneficiosos a nivel fisiológico.
- Ser capaces de sobrevivir a su paso por el tracto gastrointestinal, lo cual se determina mediante una serie de pruebas estándares:
- Resistencia al pH gástrico y a sales biliares. Capacidad de adhesión a la mucosa y/o células epiteliales humanas o a líneas celulares.
- Actividad antimicrobiana frente a potenciales microorganismos patógenos.
- Proporcionen algún beneficio fisiológico demostrado mediante estudios llevados a cabo en los organismos diana.

### **3. Diferencia entre Probiótico, Antibiótico y Prebiótico.**

La palabra probiótico se deriva de las voces griegas, *pro* que significa por y *bios*, que significa vida, en contraposición a la palabra antibiótico, que significa contra la vida. Los antibióticos son grupos de compuestos químicos producidos biológicamente por ciertas plantas y microorganismos u obtenidos en forma sintética, que poseen propiedades bactericidas o bacteriostáticas, (Scott, M. et al. 2004). A principio de la segunda mitad del siglo pasado estuvo muy difundida la idea del uso de los antibióticos como promotores del crecimiento en animales de granja, utilizándolos a largo plazo como aditivos en los alimentos.

Eso fue dado a la eficacia comprobada de los mismos en el control de la flora patógena, al evitar los cuadros entéricos, fermentaciones indeseables y excreciones enterotóxicas de los patógenos presentes en el TGI, la preservación de las condiciones óptimas del epitelio intestinal protegiéndolo para una capacidad máxima de absorción de elementos nutritivos. Sin embargo, el uso extensivo e indiscriminado de los antibióticos, ha provocado el desarrollo de cepas patógenas resistentes a los mismos, además, los antibióticos dañan la flora autóctona y predisponen a nuevas enfermedades (Devi, S. 2006).

Se ha podido comprobar que los probióticos son capaces de aportar las bondades de los antibióticos y superar sus deficiencias, además, actúan por un período más

prolongado de tiempo; otro aspecto importante es que evitan los efectos residuales que provocan los antibióticos en los productos animales comestibles (Moreno, E. 2005). Quizás la diferencia más importante entre antibióticos y probióticos es que los primeros son inmunodepresores y los segundos inmuno estimulantes (Piad, R. 2001), numerosos estudios han señalado que los probióticos producen mejoras en el crecimiento y/o en el índice de conversión de cerdos y aves similares a los obtenidos con antibióticos (Hillman, K. 2001; Piad, R. 2001; Brizuela 2003 y Martínez, M. 2004).

Sin embargo, la actividad de los probióticos es menos consistente que la de los antibióticos, de tal forma que el mismo producto puede producir resultados variables, y existen muchos estudios en los que no se ha observado ningún efecto. Por otra parte, los efectos de los probióticos son mucho más acusados en las primeras semanas de vida de los animales, (Hillman, K. 2001).

#### **4. Principales funciones de los Probióticos**

Dentro de las funciones atribuidas actualmente a los probióticos se pueden citar las siguientes (Fooks, L. et al. 2003):

- Efecto hipocolesterolémico.
- Actividad antienzimática relacionada con los sistemas que producen o activan sustancias carcinógenas (efecto antitumoral) comprobándose en modelos animales (ratas) y en humanos que al suministrar cepas de *Lactobacillus* se pueden inhibir los procesos que desarrollan tumores malignos.
- Incrementan la utilización digestiva de los alimentos del hospedero a través de la producción enzimática de las cepas probióticas.
- Reducen la absorción de sustancias tóxicas como NH<sub>3</sub>, amoníaco, indol, mercaptanos, y sulfitos.
- Producen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, previniendo la adhesión al epitelio intestinal de las bacterias patógenas.
- Protegen contra la biotransformación de las sales biliares en productos tóxicos y nocivos.

- Son detoxificadores de los metabolitos perjudiciales de la flora.
- Poseen una probada habilidad para promover el crecimiento y la productividad en la ganadería en forma perfectamente natural.
- □ Los probióticos son considerados como biorreguladores nutricionales e incrementan el desarrollo y la salud animal.
- Mejoran la actividad enzimática del hospedero por la persistencia de un pH ácido en el TGI.
- Los ácidos orgánicos actúan como agentes quelantes, mejorando así la absorción de minerales.
- Los probióticos participan en la síntesis de vitaminas y en la predigestión de las proteínas.

## **5. Mecanismos de acción de los probióticos**

Los probióticos, una vez que son suministrados desarrollan en el TGI numerosos mecanismos a través de los cuales mejoran el balance de la microbiota intestinal y proporcionan al hospedero un mejor desarrollo de los procesos digestivos. Estos efectos positivos en el TGI también se verán reflejados en el rendimiento productivo de los animales (Patterson, J. y Burkholder, K. 2003), entre ellos se encuentran:

- Modifican la microbiota intestinal.
- Estimulan el sistema inmunológico.
- Intervienen en los procesos metabólicos.
- Previenen la colonización por patógenos.
- Incrementan la producción de ácidos grasos volátiles (AGV).
- Reducen la absorción de sustancias tóxicas como NH<sub>3</sub>, aminas, indol, mercaptanos, y sulfitos.
- Neutralizan enterotoxinas.
- Disminuyen el colesterol en sangre.
- Sintetizan vitaminas, especialmente vitamina K y del complejo B.
- Mejoran la absorción de minerales.

Producto de todas estas actividades en el TGI, los probióticos pueden promover el crecimiento y la productividad en la ganadería en forma perfectamente natural.

## **6. Producción de sustancias antimicrobianas**

Por otro lado, es muy importante destacar que estos efectos beneficiosos dependen de la cepa empleada, por lo tanto, no existe una cepa universal que proporcione todos los efectos probióticos beneficiosos, incluso dentro de la misma especie, distintas cepas pueden presentar variaciones en los efectos sobre el hospedador (Vasilijevic y Shah, 2008).

Los microorganismos utilizados como probióticos se caracterizan por producir diferentes sustancias que inhiben a los microorganismos patógenos. Numerosos microorganismos son capaces de adherirse a la mucosa intestinal de los pollos y causar enfermedades entéricas (Martínez, M. 2004). Las bacterias ácido láctico (BAL), homo y heterofermentativas se caracterizan por producir ácidos orgánicos como láctico, acético, butírico y propiónico que disminuyen el pH del intestino y previenen la colonización por bacterias indeseables que no proliferan ante tal efecto. También pueden producir peróxido de hidrógeno que inhibe a las bacterias patógenas por su fuerte efecto oxidante en las células bacterianas. Un aspecto de importancia, en la actualidad, en la actividad antimicrobiana, es la producción de bacteriocinas (Martínez, M. 2004).

Entre las bacteriocinas producidas por las BAL se encuentran: la nisina producida por *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, reuterin por *Lactobacillus rhamnosus*, salivaricin por *Lactobacillus salivarius*, plantaricin por *Lactobacillus plantarum*, helveticin por *Lactobacillus helveticus* y lactacin por *Lactobacillus johnsonii* (González, F. y Martínez, B. 2006).

El mecanismo de acción de las bacteriocinas ocurre en dos fases diferentes. La primera fase consiste en la adsorción de la bacteriocina por receptores específicos y no específicos en la membrana celular de la célula objetivo y la segunda fase es irreversible, e involucra cambios letales en las células sensibles (Madrigal, S. et al. 2005).

## **7. Actividad probiótica de los ácidos orgánicos**

Existen evidencias de que metabolitos, tales como los AGCC impiden el desarrollo de bacterias patógenas, ya sea por actuar directamente sobre los microorganismos o por crear condiciones ambientales desfavorables a esto (Boucourt, R. et al, 2004). Los AGCC son tóxicos para las bacterias Gran (-). Una de las más importantes propiedades de los AGCC es su efecto trófico, en el epitelio intestinal. Los ácidos acéticos, propiónico y butírico son tróficos cuando se infunden desde el ciego al intestino grueso, siendo el más efectivo el butírico y el propiónico el menos (Boucourt, R. et al, 2004).

Estos autores también plantean que la infusión de ACCC en el intestino grueso conduce a un efecto trófico en el intestino delgado, aunque el mecanismo para esto no está bien determinado. Se plantea que los ácidos orgánicos determinan en parte los efectos prebióticos de los microorganismos que los sintetizan e intervienen en un estrecho proceso interconectivo en las funciones de recambio y de ciego e intestino grueso (Boucourt, R. et al, 2004).

Versteegh, P y Jongbloed, A. (2007), obtuvieron mejoras en el peso y conversión de pollos de ceba a los 42 días de edad al adicionar un 1 % de ácido láctico en la dieta. Los ácidos orgánicos le confieren al TGI una acidez tal que no permite la proliferación de microorganismos patógenos ya que éstos son sensibles a pH bajos, además condicionan una mejor actividad enzimática.

## **8. Efecto de los probióticos en la absorción y utilización de nutrientes**

La principal acción de los ácidos orgánicos (láctico y AGCC), estriba en la acidez que estos ocasionan en el TGI provocando con esto una mejor actividad enzimática y absorptiva por parte del hospedero. Asimismo los ácidos orgánicos al acidificar el medio intestinal mejoran el efecto quelante de los minerales al contribuir a una mayor biodisponibilidad y aporte nutricional. Por otra parte, la posibilidad de mantener un pH ácido en el TGI aumenta el metabolismo y la multiplicación de los lactobacilos. Debido a ello, éstos liberan enzimas y mejoran la capacidad digestiva del hospedero, inactivan más eficazmente los metabolitos

tóxicos de la flora perjudicial y se incrementa el proceso de absorción por un mejor estado celular de las vellosidades, mayor síntesis de vitaminas y control más eficaz de los enteropatógenos al aumentar la secreción de bacteriocinas (Piad, R. 2001).

El modo de acción de los ácidos orgánicos no es totalmente conocido. Su acción beneficiosa parece estar relacionada con un incremento en la digestibilidad y retención de diversos nutrientes (minerales, proteína y energía), (Martínez, M. 2004).

Madrigal, S. et al. (2005), mejoraron la utilización del alimento cuando los pollitos broilers de 1 a 49 días de edad, recibieron dietas que contenían 50, 100 y 200 g/t de *S. cerevisiae*. El aumento en la capacidad de digestión de la lactosa es de los efectos mejores conocidos de las bacterias ácidos lácticos. Los probióticos tienen una marcada incidencia sobre la actividad metabólica intestinal.

Ellos suprimen o disminuyen las reacciones que dan lugar a la producción de metabolitos tóxicos o carcinogénicos, estimulan las reacciones enzimáticas relacionadas con los procesos de detoxificación de sustancias producidas o ingeridas, son capaces de estimular sistemas enzimáticos o sustituir a los no presentes por deficiencias genéticas, además pueden sintetizar vitaminas u otros nutrientes ausentes o presentes en la dieta en cantidades insuficientes, (Martínez, M. 2004).

Son capaces de preservar las condiciones óptimas del epitelio intestinal, protegiéndolo para una capacidad máxima de absorción de vitaminas, oligoelementos, aminoácidos y otros nutrientes (Segura, A. y De Bloss, M. 2000).

Entre las funciones de la microbiota intestinal normal se encuentran: el establecimiento de una arquitectura normal de las vellosidades, diversos efectos metabólicos y nutricionales (producción de nutrientes y vitaminas), capacidad para metabolizar un gran número de compuestos exógenos y endógenos. Todas estas funciones de los AGCC se asocian con el efecto probiótico de los microorganismos que los sintetizan e intervienen en un estrecho proceso

interconectivo en las funciones de recambio y mantenimiento celular, metabólico y microbiano en el TGI, principalmente a nivel de ciego e intestino grueso (Piad, R. 2001).

## **9. Empleo de los probióticos en los cerdos**

La utilización de los probióticos mejora el rendimiento de los animales. Los probióticos actúan modificando las poblaciones bacterianas del intestino y su actividad dependerá del estatus microbiano de un grupo de animales y del individuo, (Simón, O. 2006).

En producción porcina éste tipo de aditivos se utilizan sobre todo en lechones para reducir la incidencia de las diarreas que suelen aparecer durante las primeras semanas tras el destete. Según los resultados de varios estudios, aproximadamente en el 80% de los experimentos realizados, los probióticos han incidido significativamente sobre la incidencia de diarreas. Éste efecto fue independiente del tipo de microorganismo utilizado, (Simón, O. 2006).

Pollmann, D. y Bandyk C. (2000), expresó todos los resultados que habían obtenido en cerdos de inicio durante un largo periodo de tiempo y encontró que a pesar de la variabilidad los datos mostraban mayoritariamente un efecto positivo. Abe, F. (2005), demostró que la administración de bifidobacterias y lactibacilos a lechones mejoraba la ganancia de peso y la conversión del alimento.

Mantenimiento del balance de la microbiota intestinal: La flora intestinal de los cerdos tiene la capacidad de resistir el establecimiento de ciertos patógenos intestinales y ha sido demostrado a menudo que ciertas bacterias ácido – lácticas (LAB), en la flora intestinal poseen una actividad inhibitoria contra los coliformes patógenos.

Cunnighan, S. y Hollin, D. (2008), manifiestan que los microorganismos tienen la habilidad de estabilizar la microbiota intestinal y desplazar a los microorganismos patógenos. El efecto antagonista sobre los microorganismos patógenos ha sido confirmado por los investigadores del mundo entero. Se ha demostrado el efecto



protector de la microbiota intestinal contra Salmonelas. También se ha visto que los lactobasilos son activos contra E. coli mejora la intolerancia a la lactosa: Existe evidencia de que los productos lácteos fermentados como el yogur y las leches fermentadas producen enzima  $\beta$ -galactosidasa cuya presencia puede mejorar la utilización de lactosa.

Existen productos con efecto probiótico a partir de cepas de *S. cerevisiae* en estado viable o a partir de la hidrólisis de componentes de su pared, los que se utilizan como promotores para el crecimiento del ganado porcino, bovino y avícola. (Roberfroid, M. 2000).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en el Programa de Porcinos de la F.C.P. de la ESPOCH, ubicado en la ciudad de Riobamba perteneciente a la Provincia de Chimborazo en el km. 1.5 Vía Panamericana Sur.

Las condiciones meteorológicas se detallan en el siguiente (cuadro 3):

Cuadro 3. CONDICIONES METEREOLÓGICAS.

PARAMETROS	PROMEDIO
Temperatura ( $^{\circ}$ C)	13,5
Humedad Relativa (%)	60,4
Precipitación (mm)	43,4
Viento / velocidad (m/s)	2,4
Heliofania (h/luz)	12,35

Fuente: Estación Meteorológica de Recursos Naturales. ESPOCH. (2014)

El tiempo de duración de la presente investigación fue de 120 días.

#### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la realización de la presente investigación se utilizaron 16 lechones en la etapa de crecimiento y engorde, de raza mestiza York x Landrace, los cuales fueron divididos en cuatro tratamientos con cuatro repeticiones con una unidad experimental cada uno, con un peso inicial promedio de 16 kg. Los cerdos fueron destetados a los 28 días de edad y a los 60 días de edad fueron asignados a los tratamientos.

Para el experimento se manejaron tres tratamientos con probiótico natural con el 50, 60, 70% de afrecho de trigo como soluto, un tratamiento testigo con el 0% de de probiotico natural, con cuatro repeticiones, se utilizaron solo cerdos hembras.

## C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Para realizar la presente investigación se ocuparon las dos porquerizas que se encuentran ubicadas en el área de Producción porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias que se los va a procedió a adecuar.

Los materiales, equipos e instalaciones que se ocuparon son los siguientes:

### 1. Materiales

- Probiótico.
- Lechones.
- Alimento Balanceado.
- Fundas plásticas.
- Tachos de plástico de 200 litros.
- Afrecho de trigo.
- Medicamentos.
- Materiales de oficina.
- Registros productivos individuales.
- Creso.
- Amonio cuaternario.
- Material de cama (viruta).
- Vitaminas y vacunas.
- Termómetro.
- Bomba de mochila.
- Baldes plásticos.
- Letreros de Identificación.
- Lonas.
- Cilindro de gas.
- Overol, guantes.
- Botas.
- Carretilla.
- Palas.

- Escobas.
- Corrales.
- Aretes.
- Calefactor.
- Cinta Porcino métrica.

## 2. Equipos

- Balanza.
- Computadora.
- Cámara fotográfica.

## 3. Instalaciones

En el presente estudio se van a utilizar las instalaciones de la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.

## D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluaron los efectos productivos del uso del probiótico natural con el 50, 60 y 70% de afrecho de trigo como soluto suministrado en el balanceado, con la que se alimentaron a los cerdos en la etapa de crecimiento y engorde de 60 días de edad aproximadamente, raza mestiza York x Landrace, los cuales fueron divididos en cuatro grupos con una unidad experimental cada uno.

Para el experimento se manejaron tres tratamientos con probiotico natural con el 50, 60, 70% de afrecho de trigo como soluto, un tratamiento testigo con el 0% de de probiotico natural, con cuatro repeticiones, se utilizaron solo cerdos hembras. Las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), que se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  : Valor estimado de la variable

$\mu$  : Media general

$\alpha_i$  : Efecto de los niveles de afrecho de trigo

$\epsilon_{ij}$  : Error Experimental

Esquema del experimento que se emplearon es el siguiente (cuadro 4):

Cuadro 4. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

TRATAMIENTO	CODIGO	T.U.E.	REPET.	ANIMALES
T0	APN0	1	4	4
T1	APN1	1	4	4
T2	APN2	1	4	4
T <sup>4</sup>	APN3	1	4	4
TOTAL				16

\* T.U.E: Tamaño de la unidad experimental.

T0= Tratamiento sin probiótico natural ni afrecho de trigo como soluto.

T1= Tratamiento probiótico natural con el 50% de afrecho de trigo como soluto.

T2= Tratamiento probiótico natural con el 60% de afrecho de trigo como soluto.

T3= Tratamiento probiótico natural con el 70 % de afrecho de trigo como soluto.

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las mediciones experimentales que se evaluaron en esta investigación fueron las siguientes:

### 1. Periodo de crecimiento

- Peso inicial (60 días de edad), k.
- Peso final (120 Días de edad), k.
- Consumo de alimento, k.
- Ganancia de peso, k.

- Conversión alimenticia.
- Mortalidad, %.
- Análisis bromatológico del balanceado.

## 2. Periodo de engorde

- Peso inicial (120 Días de edad), kg.
- Peso final (180 Días de edad), kg.
- Consumo de alimento, kg.
- Ganancia de peso, kg.
- Conversión alimenticia.
- Costo por k. de ganancia de peso USD.
- Mortalidad, %.
- Análisis bromatológico del balanceado.

## F. ANALISIS ESTADISTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron sometidos a las siguientes pruebas de significancia:

- Análisis de la varianza (ADEVA).
- Prueba de Tukey para la separación de medias al nivel de significancia  $P \leq 0,05$  y  $P \leq 0,01$ .
- Análisis de regresión y correlación.

El esquema del experimento se detalla en el (cuadro 5).

Cuadro 5. ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANZA.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	15
Tratamientos	4
Error experimental	11

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

En el presente experimento se realizó de la siguiente manera:

### **1. De campo**

#### **a. Preparación del probiótico**

Para la preparación del probiótico se mezclaron los siguientes componentes:

- Agua 45%.
- Melaza 10%.
- Suero del leche 33%.
- Sales minerales 1%.
- Urea 1%.

Luego se procedió a colocar el probiótico en un tanque de 200 litros, para luego sellarlo herméticamente, diariamente realizaremos la mezcla del probiótico por seis días hasta obtener un Ph de 4,5, una vez obtenido este Ph procederemos a hacer una mezcla con el afrecho de trigo en las cantidades ya mencionadas para luego proceder a secarlo bajo sombra por el lapso de veinte días, removiéndolo diariamente.

#### **b. Adecuaciones de las instalaciones**

La presente investigación se desarrolló en la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Con 16 lechones en la etapa de crecimiento y engorde de raza mestiza York x Landrace.

Posteriormente se procedió a realizar una desinfección de los corrales, comederos, bebederos que se van a utilizar en la presente investigación utilizando para la desinfección amonio cuaternario y una solución creso en dosis de 100cc

en 20 Lts. de agua; la aplicación se realizó por medio de aspersion mediante una bomba de mochila.

Luego se procedió a elegir las 16 lechonas hembras; de aproximadamente 60 días de edad, para luego escogerlos al azar para la ubicación de sus respectivos corrales de investigación.

Los semovientes permanecieron en corrales individuales, el alimento que se los va a suministrar será el que se utiliza en la planta procesadora de balanceados de porcinos, con cuatro repeticiones.

## **2. De laboratorio**

Los análisis bromatológicos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal, de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.

## **3. Programa Sanitario**

Previo al inicio del experimento se procedió a inmunizar contra el cólera porcino usando Cerdovirac en una dosis de 2 cc/ animal, también se realizó una desparasitación interna por medio de ivermectina al 1%, en dosis de 1ml/33 kg. de peso vivo; para la desparasitación externa se utilizó solución de Asuntol, en una porción de 1g. /litro de agua; se utilizó a través de baños de aspersion. La vitaminización se realizó al inicio con hematofos B en una dosis de 1cc/20 kg. de peso vivo.

Limpieza y desinfección diaria de los corrales, comederos y bebederos por medio de escobas, palas y abundante agua para prevenir y controlar cualquier brote de parásitos, controlando de una mejor forma el consumo del alimento de los cerdos. Se tomaron todos los datos utilizando registros diarios, semanales y mensuales para la respectiva tabulación posteriormente. El control del ambiente dentro de las porquerizas se realizó dependiendo de las condiciones del día con el manejo de las cortinas.



## H. COMPOSICIÓN DE LAS RACIONES ALIMENTICIAS

Los programas de alimentación que fueron suministrados a los animales se describen en los siguientes (cuadros 6 y 7).

Cuadro 6. COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO.

INGREDIENTES	%
MAIZ IMPORTADO	26,92
POLVILLO	9,00
AFRECHO GRUESO	7,65
TRIGUILLO	34,66
SOYA INTEGRAL	9,00
HARINA DE PESCADO	4,50
PASTA DE SOYA	5,99
FUNGIKER	0,20
CALCIO	0,45
LISINA	0,16
SAL	0,27
VITAMIMNAS	0,10
ATRAPANTE	0,10
REDOX	0,33
NUBATRIN	0,33
COLINA	0,33
ACEITE	0,33
HIDROENZINA	0,33

Fuente: Planta de balanceados ESPOCH (2014)

Cuadro 7. COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES EN LA ETAPA ENGORDE.

INGREDIENTES	%
MAIZ IMPORTADO	26,92
POLVILLO	5,00
AFRECHO GRUESO	7,65
TRIGUILLO	39,66
SOYA INTEGRAL	9,00
PESCADO	4,50
PASTA DE SOYA	5,99
FUNGIKER	0,20
CALCIO	0,45
LISINA	0,16
SAL	0,27
VITAMIMNAS	0,10
ATRAPANTE	0,10
REDOX	0,33
NUBATRIN	0,33
COLINA	0,33
ACEITE	0,33
HIDROENZINA	0,33

Fuente: Planta de balanceados ESPOCH (2014).

## I. METODOLOGIA DE EVALUACIÓN

La metodología de evaluación se realizó de la siguiente manera:

### 1. Pesos de los cerdos

Una vez que se distribuyan los tratamientos respectivos, se tomaron los pesos de los cerdos, de igual manera se registró los pesos semanalmente y al final de la investigación con el empleo de una báscula de 150 Kg. de capacidad. Para de esta manera determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos de estudio.

## 2. Ganancia de peso (GP)

La ganancia de peso se estimó por diferencia de pesos, entre el peso final menos el peso inicial.

$$\text{G. P.} = \text{Peso final} - \text{Peso inicial}$$

## 3. Consumo de alimento (CA)

El consumo de alimento se determinó en base a la cantidad de alimento proporcionado y tomando en cuenta la cantidad sobrante.

Para esta variable se determinó con la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de alimento, kg} = \frac{\text{Consumo de balanceado total (Periodo)}}{\text{Numero de cerdos (Periodo)}}$$

## 4. Índice de conversión alimenticia (ICA)

Se determinó mediante la relación entre el consumo de alimento total sobre el peso final obtenido.

$$\text{Índice de conversión alimenticia (ICA)} = \frac{\text{alimento consumido (kg)}}{\text{peso total (kg)}}$$

## 5. Porcentaje de mortalidad (%M)

El porcentaje de mortalidad es la cantidad de semovientes que se mueren durante el proceso de crianza expresada como porcentaje del total de cerdos ingresados, la fórmula es la siguiente:

$$\text{Porcentaje de Mortalidad (\%M)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ cerdos muertos}}{\text{N}^\circ \text{ cerdos totales}}$$

## **6. Relación Beneficio Costo**

El indicador beneficio costo se determinó mediante la relación de los ingresos obtenidos, frente a los egresos dando como resultados en unidades monetarias (dólares).

$$\text{Beneficio/Costo} = \text{ingresos totales (\$)} - \text{Egresos totales (\$)}.$$

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

##### A. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS (BACTERIAS LÁCTICAS Y LEVADURAS), DE LAS DIETAS.

Los resultados obtenidos, se detallan en el (cuadro 8).

Cuadro 8. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LABORATORIO.

TRATAMIENTOS	BACTERIAS LÁCTICAS	LEVADURAS
T1 (Probiótico con el 50 % de soluto).	13500000 UFC/g.	42000 UFC/g.
T2 (Probiótico con el 60 % de soluto).	9280000 UFC/g.	34000 UFC/g.
T3 (Probiótico con el 70 % de soluto).	3670000 UFC/g.	27000 UFC/g.

Fuente: LABIMA. (2015).

Nos demuestra que el tratamiento T1, supera al resto de tratamientos en la cantidad de bacterias lácticas, con 13500000 UFC/g, seguido por el T2, con 9280000 UFC/g y finalmente ubicándose el tratamiento T3 con una cantidad de bacterias lácticas de 3670000 UFC/g.

A lo que menciona Fuller, R. (2002), que estas bacterias ejercen múltiples efectos beneficiosos en el organismo, es fácil comprender que su mecanismo de acción se establezca por vías muy distintas y a veces poco conocidas. Dichos efectos pueden ser debidos a una acción antagónica frente a grupos de microorganismos específicos, a un efecto sobre su metabolismo o a un estímulo de la inmunidad.

La variable presencia de levaduras en las dietas para los cerdos en la etapa de Crecimiento engorde, logra su mayor presencia de levaduras en el T1, con 42000 UFC/g, posteriormente el T2, con 34000 UFC/g, y la menor existencia de levaduras fue en las dietas del tratamiento T3, con 27000 UFC/g.

Las levaduras han constituido una importante fuente para la obtención de productos con actividad probiótica, Estos productos están compuestos por cepas vivas que pueden ser utilizadas al igual que los derivados de sus paredes. Estos últimos manifiestan una comprobada actividad inmunoestimulante al ser utilizados en los animales de granja, mejoran los procesos de la fisiología digestiva y contribuyen a la obtención de mejores resultados productivos. (Schrezenmeir, J. 2001).

## **B. CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DE LAS DIETAS PARA LOS CERDOS EN LA ETAPA CRECIMIENTO ENGORDE**

### **1. Humedad y materia seca**

El contenido de humedad (cuadro 9), en los alimentos evaluados, presento un mayor contenido de humedad en el en T1 con el 45,44 %; seguido por los tratamientos T3 y T2 con 39,50 y 38,44 respectivamente, para ubicarse con el menor porcentaje de humedad el tratamiento testigo con 9,94 % de humedad, quizás esto se deba a la procedencia de las materias primas y al almacenamiento del alimento.

**Cuadro 9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE LAS DIETAS.**

VARIABLE	T0	T1	T2	T3
Humedad total, %	9,94	45,44	38,44	39,50
Materia seca, %	90,06	54,56	61,56	60,50
Proteína, %	15,85	19,96	20,81	20,10
Fibra, %	5,07	9,11	8,78	8,02
Grasa, %	3,84	2,98	3,10	3,03
Cenizas, %	7,27	3,21	3,44	3,33

Fuente: Laboratorio SETLAB. (2015).

A lo que se menciona <http://web.altagenetics.com/ecuador>. (2014), que durante el balanceo de la ración, es fundamental conocer el contenido de agua en cada uno de los elementos que la compondrán; así mismo, es necesario vigilar la humedad en el alimento preparado, ya que niveles superiores al 8% favorecen la presencia de insectos y arriba del 14%, existe el riesgo de contaminación por hongos y bacterias.

Viteri, S. (2012), al analizar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de un preparado microbiano en lechones durante la etapa de post -destete, determinó un contenido de 77,53 % de materia seca, valor superior al determinado en la presente investigación. Así mismo Tuquinga, N. (2013), al estudiar el efecto de la inclusión de un preparado microbiano versus antibiótico comercial en cerdos durante la etapa de crecimiento, determinó un menor contenido de materia seca con 72,02 %, superior a los de la presente investigación ya que el mayor porcentaje de materia seca se encuentra en el tratamiento control y a medida que se incorpora el prebiótico disminuye el contenido de materia seca.

## **2. Proteína**

En la variable proteína se puede observar que el mayor contenido de proteína se encuentra está en la dieta del T2 con un porcentaje de 20,81 %; seguido por los tratamientos T3 y T1 con valores de proteína de 20,10 y 19,96 superando a los resultados bromatológicos del tratamiento control que alcanza un porcentaje de proteína del 15,85 %.

El término proteína viene de la palabra griega “proteios” que significa “primero” o “importancia primaria”. Este término es muy apropiado ya que este nutriente, presente en toda célula viva, está implicado en la mayoría de las reacciones químicas esenciales del metabolismo animal. (Kerstetter, J. 2005).

Remache, F. (2014), logra su mayor contenido de proteína cruda en el preparado microbiano con un promedio de 20,59 % y el menor valor de proteína cruda en el tratamiento testigo con un promedio de 14,69 %, datos similares a los de la presente investigación pero inferiores a los determinados por Tuquinga, N. (2013),

quien al el efecto de la inclusión de un preparado microbiano versus antibiótico comercial en cerdos durante la etapa de crecimiento, determinó un promedio de 22,86 %, lo que se halla relacionado con la dieta de cada fase.

### **3. Fibra Cruda**

La fibra en las dietas con la utilización de diferentes niveles de probiótico mas solutos, consiguen porcentajes de fibra de 9, 11; 8,78 y 8,02 % para los tratamientos (T1; T2 y T3), con los niveles de probiótico; es decir que a medida que se utiliza el probiótico disminuye la cantidad de fibra pero aun así superando a los resultados del tratamiento control que alcanza un 5,07 %.

La fibra representa la porción no digerible de los alimentos y, por consiguiente, mientras mayor sea su concentración en un producto dado, menor será su valor alimenticio, aunque es importante recomendarlo para el buen funcionamiento del intestino. La naturaleza química de la fibra cruda, aún no está bien establecida, está constituida por celulosa, hemicelulosa y lignina.

Los valores obtenidos para esta variable fueron inferiores a los reportados por Viteri, S. (2012) y Tuquinga, N. (2013), quienes determinaron promedios de 9,91 y 9,16 % en las dietas de post-destete y crecimiento respectivamente, pero similares a los señalados por Remache, F. (2014), el menor valor de fibra cruda en el alimento al cual se aplicó preparado microbiano con un promedio de 8,74 %,

### **4. Grasa**

Para el contenido de grasa en las dietas para los cerdos en las etapas de crecimiento – engorde, presentan porcentajes de 2,98; 2,03 y 3,10 % para los tratamientos con la utilización del 50; 70 y 60 % de soluto y probiótico, pero observándose que el mayor porcentaje se registre en el tratamiento control con 3,84 % de grasa.

Sánchez, R. (2012), indica que a medida que aumenta la concentración de ácidos grasos libres en desmedro de los triglicéridos, disminuye la digestibilidad



independientemente de la fuente lipídica. Este aspecto es importante cuando la concentración de ácidos grasos libres aumenta en una fuente lipídica por procesos oxidativos.

Datos inferiores al ser comparados con los de Remache, F. (2014), reporta que el contenido de extracto etéreo en los alimentos considerados, un promedio de 7,10+0,93 %, Viteri, S. (2012), durante la etapa de post -destete, donde determinó un contenido de 4,42 % de extracto etéreo, mientras que Tuquinga, N. (2013), durante la etapa de crecimiento, determinó un contenido de extracto etéreo con 7,51 %, debido a que el contenido de extracto etéreo es mayor en la etapa de engorde.

## **5. Cenizas**

Para la variable aporte de cenizas en las dietas con diferentes niveles de probiótico y soluto logran medias de 3,21; 3,44 y 3,33 % para los tratamientos T1; T2, y T3 (balanceado con el 50%, con el 60 % y con el 70% de soluto), y reportando el mayor aporte de cenizas en el T0 (balanceado convencional), con 7,27 % de cenizas.

Se porcentaje es considerado como el contenido de minerales totales o material inorgánico en la muestra en este caso de los aportados por los diferentes niveles de sustitución de proteína de quinua utilizados.

### **C. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS CERDOS YORK\*LANDRACE EN LA FASE DE CRECIMIENTO, POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UN PREBIÓTICO NATURAL Y DE DIFERENTES NIVELES DE SOLUTO (AFRECHO DE TRIGO) EN LA DIETA.**

#### **1. Peso inicial, (kg).**

Al registrar los pesos iniciales no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), encontrándose pesos entre 18,98; 18,52; 18,81 y 18,91 kg para los tratamientos T0, T1; T2 y T3 respectivamente, esto se debe a que al

inicio de la investigación las unidades experimentales fueron homogenizadas, (cuadro 10).

Para lo cual la FAO. (2005), manifiesta que el peso aproximado de las cerdos York \* Landrace, que se encuentran entre una edad de los 50 a 65 días están en un rango de 15,5 a 19,5 kg, pesos entre los que demuestra la presente investigación.

## **2. Peso final, (kg).**

Al analizar la variable peso final en las cerdos York\*Landrace, alimentados con un probiotico natural y diferentes niveles de soluto, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), entre los tratamientos, alcanzando su mayor peso 57.38 kg en el T1 (50 % de soluto), superando a los tratamientos T2 (60 % de soluto), con 51,15; seguido por el T3 (70 % de soluto), con 47.80 kg y finalmente el T0 (0 % de soluto).

Ante esto Milian, G. (2005), menciona que los probióticos en los animales permiten obtener mayores rendimientos, ya que eleva la resistencia inmunológica y reducida cantidad de patógenos en el tracto gastrointestinal (TGI). Estas bacterias representadas por *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaris*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis* y otros microorganismos beneficiosos, son la primera línea de defensa del cuerpo contra los microorganismos potencialmente dañinos que se inhalan o se ingieren.

Datos que al ser comparados con los de Gaibor, C. (2012), logra un peso final de 54.40 Kg, en la etapa de crecimiento, con la utilización del probiótico comercial (Micro ~ BOOST™), en el alimento datos inferiores a los reportados por Pozo, D. (2010), al manejar cerdos en la etapa Post destete – Acabado, con dietas de probiótico más cono de arroz, consigue su mayor peso en la etapa crecimiento de 55,44 kg; Luzuriaga, J. (2010), (Probiótico acidificante regenerador de la flora intestinal) en el agua de bebida en una relación de 1 g / por litro de agua, existiendo mayor absorción de nutrientes en la etapa crecimiento y acabado en cerdos York\*Landrace, alcanzando el mayor peso a los

Cuadro 10. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS CERDOS YORK \* LANDRACE, POR EFECTO DE UN PROBIÓTICO NATURAL Y LOS DIFERENTES NIVELES DE SOLUTO (AFRECHO DE TRIGO), EN LAS DIETAS PARA LA ETAPA DE CRECIMIENTO.

Variable	Niveles de Soluta				E.E	Prob.	Sig.
	T0 (0)	T1 (50 %)	T2 (60 %)	T3 (70 %)			
Peso inicial, (kg)	18,98 a	18,52 a	18,81 a	18,91 a	0,32	0,7577	ns
Peso final, (Kg)	47,10 b	57,38 a	51,15 b	47,80 b	1,04	0,0001	**
Ganancia de peso, (kg)	28,13 b	38,86 a	32,34 b	28,90 b	1,21	0,0001	**
Consumo de alimento, (kg)	88,53 a	87,17 a	87,74 a	87,77 a	0,37	0,1163	ns
Conversión alimenticia, puntos	3,16 a	2,24 b	2,73 ab	3,07 a	0,13	0,0006	**

E.E.: Error Estándar.

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

120 días (55.5 kg), datos similares a los de la presente investigación.

Al analizar la regresión (gráfico1), para la variable peso final en la fase de crecimiento en cerdos York\*Landrace, podemos observar una línea de tendencia cuadrática, en la que se puede observar que inicia con un intercepto de 47,145 kg de peso, a medida que se utiliza los diferentes niveles de soluto de 0 a 50 %, existe un aumento en el peso de 0,651 kg, para luego descender en 0,0093 kg, al utilizar de 60 a 70 % de soluto, con una probabilidad altamente significativa ( $P < 0,01$ ), entre los niveles con un coeficiente de determinación media de 78,80 % y un coeficiente de asociación de 0,8877.

Para lo cual se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Peso final etapa crecimiento} = 47,145 - 0,651 (\text{NS}) + 0,0093 (\text{NS})^2$$

### **3. Ganancia de peso, kg**

La variable ganancia de peso en cerdos York\*Landrace, en la etapa crecimiento alimentados con diferentes niveles de soluto, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ), logrando una mayor ganancia de peso de 38,86; seguido por las ganancias de peso de 32,34; 28,90 y 28,13 kg en T2; T3 y T0 (60; 70 y 0 % de soluto), en su orden, esto quizás se deba a lo dicho por Castro, B. y Chirinos, P. (1994), reportan un 92.84 % de digestibilidad y palatabilidad de afrecho de trigo, teniéndose en cuenta que los valores de energía que aporta el mimo mejorando así la ganancia de peso de las cerdos.

Además Miroslava, M. (2004), indica que los probióticos suministrados a los cerdos permiten una mayor absorción de nutrientes debido a que la pared intestinal se adelgaza provocando un paso del alimento más despacio por intestino, favoreciendo su mejor aprovechamiento; por el contrario, la no utilización de estos productos ocasionan infecciones producidas por microorganismos patógenos.

Datos que al ser comparados con los reportados por Zambrano, A. (2010), logra

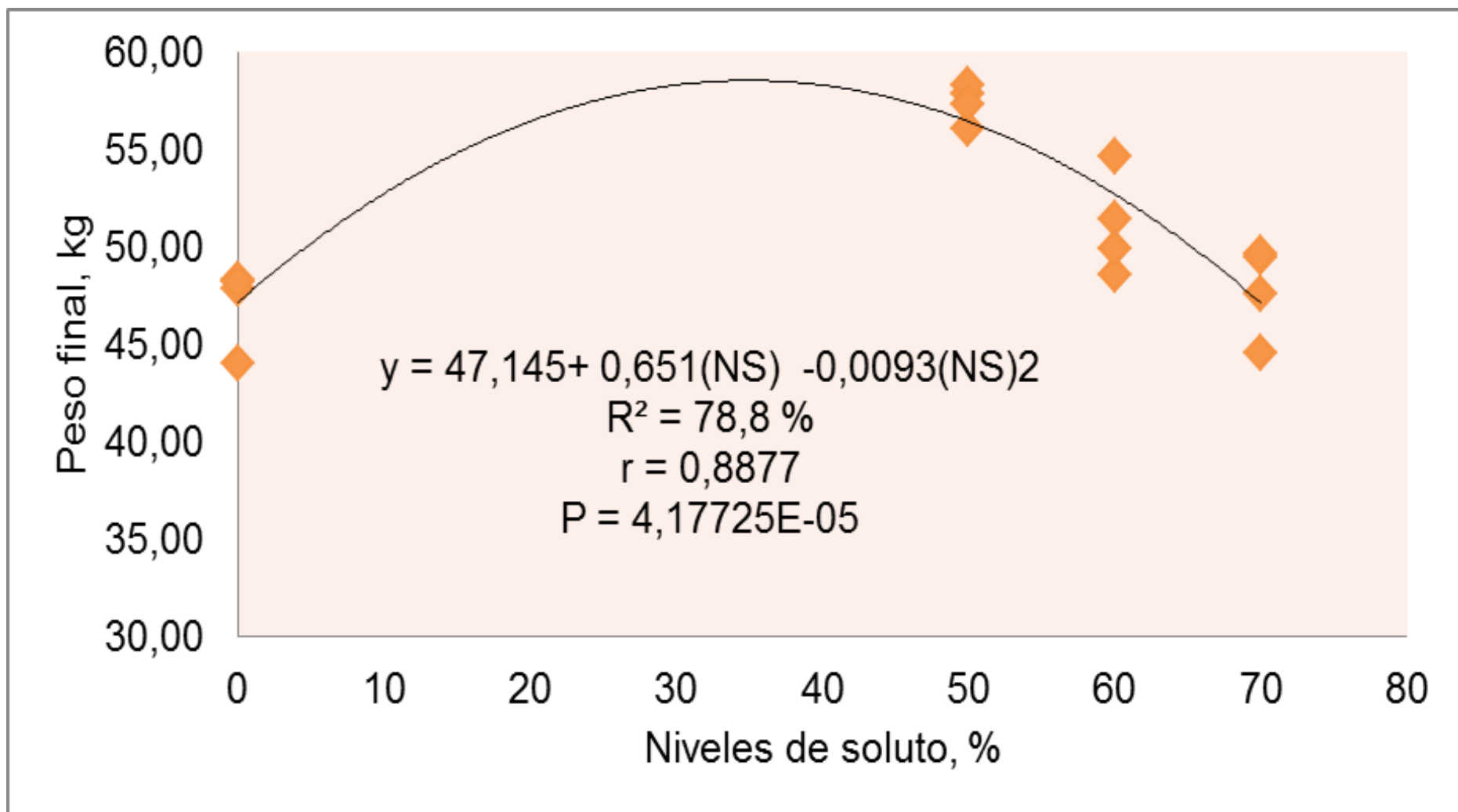


Gráfico 1. Regresión para el peso final (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.

en cerdos alimentados con diferentes niveles de probióticos en la etapa de crecimiento en una ganancia de peso de 30,13, datos menos eficientes con respecto a los registrados por Gaibor, C. (2012), que obtiene su mayor ganancia de peso en los cerdos tratados con un Probiótico Comercial (Micro ~ BOOST™), con un promedio de 34.64 Kg, datos inferiores a los de la presente investigación; quizás esto se deba a factores externos como el sexo y condiciones climáticas donde se desarrolló la investigación.

Luzuriaga, J. (2010), al analizar ganancia de peso en cerdos, manejados cerdos con diferentes promotores de crecimiento como (lactosa) y (Probiotico acidificante regenerador de la flora intestinal), consigue valores de 15,3 y 14,13 kg respectivamente, siendo datos inferiores a los de la presente investigación, quizás esto se deba a las condiciones climáticas donde se desarrolla los experimentos.

El análisis de regresión para la ganancia de peso, que se ilustra en el gráfico 2, determinó una tendencia cuadrática, altamente significativa ( $P < 0,01$ ), partiendo de un intercepto de 28,173 kg para luego ascender en un 0,678 kg, mientras que al utilizar niveles altos tiende a disminuir en 0,0097 kg, fenómeno que ocurre al incluir diferentes niveles de soluto en la dieta de cerdos York\*Landrace en la fase de crecimiento, con un coeficiente de determinación del 75,51% y  $r = 0,8689$  kg que indica una asociación positiva alta, la ecuación de regresión fue:

$$\text{Ganancia de peso, kg} = 28,173 + 0,678 (\text{NS}) - 0,0097(\text{NS})^2$$

#### **4. Consumo de alimento, kg**

Para el análisis de la variable consumo de alimento, con la utilización de diferentes niveles de soluto en cerdos York\*Landrace, en la etapa de crecimiento no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), entre los tratamientos, registrando consumos de alimento de 88,53; 87,17; 87,74 y 87,77 kg en la etapa de crecimiento, para los tratamientos con la utilización de 0; 50; 60 mg y 70 % de soluto.

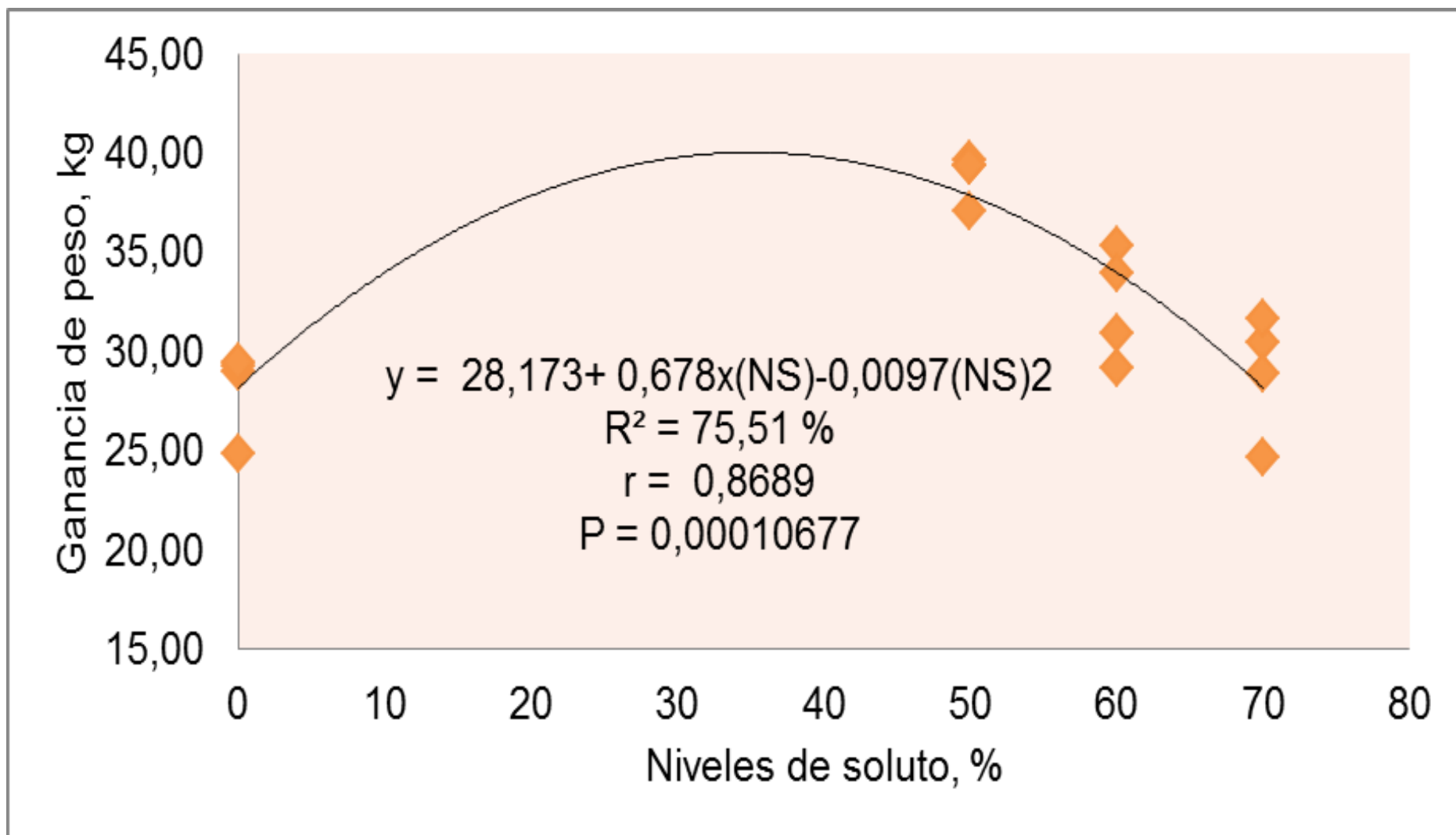


Gráfico 2. Regresión para la ganancia de peso (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.

## 5. Conversión alimenticia, puntos

En el análisis de varianza, para la variable conversión alimenticia en cerdos York\*Landrace alimentadas con diferentes niveles de soluto, reportaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), entre los tratamientos, siendo la mejor conversión alimenticia al utilizar el 50 % de soluto (T1), seguido por el tratamiento del 60 % de soluto (T2), para posteriormente ubicarse las conversiones menos eficientes de 3,07 y 3,16 puntos, para los tratamientos con el 70 y 0 % de soluto (T3 y T0), en su orden, llegando a la conclusión que el mejor tratamiento en lo que se refiere a conversión alimenticia es con la utilización de un probiótico natural con el nivel 50 % de soluto (afrecho de trigo).

Con lo mencionado en los resultados Relling, A. (2006), dice que el afrecho de trigo contiene almidón que es un polímero de moléculas de D-glucosa ordenadas como una cadena lineal con enlaces glucosídicos alfa 1-4 en la amilosa, o con ramificaciones que se inician en uniones glucosídicas alfa 1-6 en la amilopectina. Igualmente todos estos enlaces en el almidón, por ser de tipo alfa, son desdoblados tanto por los microorganismos del estómago como por la amilasa pancreática del animal asimilandose de mejor manera para mejorar la conversión alimenticia de los cerdos.

Pozo, D. (2010), al alimentar a los cerdos York \* Landrace en la etapa crecimiento con diferentes niveles de probiótico más como de arroz, alcanza su mejor conversión alimenticia de 2,70 puntos; Kritas, S. y Morrison, R. (2004), quienes obtuvieron una conversión alimenticia de 2,78, lo que demuestra mayor aprovechamiento de los nutrientes del alimento, provocado por la presencia de probióticos en la dieta; mientras que Gaibor, C. (2012), registra con la aplicación de un Probiótico Comercial (Micro ~ BOOST™), promedios de 2.74, seguido por el promedio obtenido mediante la utilización de Antibiótico Comercial (Virginiamicina Ensol 5%), en la dieta con 3.04 y finalmente con menor eficiencia el Tratamiento Testigo con 3.26, comparados con los datos de la presente investigación son similares.

Acotando Diez, J. et al. (1999), que los productos que contienen tanto probióticos



como prebióticos, es decir bacterias acompañadas de fructoligosacaridos. Parece claro que lo recomendable es utilizar productos simbióticos que puedan realizar un doble efecto pro y prebiótico sobre el aparato digestivo del animal mejorando absorción y por ende conversión alimenticia

El análisis de regresión para la variable conversión alimenticia, que se ilustra en el gráfico 3, determinó una tendencia cuadrática, altamente significativa ( $P < 0,01$ ), partiendo de un intercepto de 3,1588 puntos para luego decrece en 0,0579 puntos de conversión alimenticia y al incluir niveles altos de soluto en la dieta de cerdos York\*Landrace en la etapa de crecimiento existe un aumento en un 0,0008 puntos, así se demuestra que la conversión alimenticia está dependiendo de los niveles de soluto en un 70,03 %; mientras que el 29,97 % restante depende de otros factores no considerados en la investigación como son humedad relativa, ubicación del galpón, entre otros aspectos, el coeficiente de correlación  $r = 0,8368$  indica una asociación positiva alta, la ecuación de regresión fue:

$$\text{Conversión alimenticia} = 3,1588 - 0,0579 (\text{NS}) + 0,0008(\text{NS})^2$$

#### **D. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS CERDOS YORK\*LANDRACE EN LA FASE DE ENGORDE, POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UN PREBIÓTICO NATURAL Y DE DIFERENTES NIVELES DE SOLUTO (AFRECHO DE TRIGO) EN LA DIETA**

##### **1. Peso final, kg**

La variable, peso final en los cerdos, York\*Landrace, alimentados con diferentes niveles diferentes de soluto en la dieta para la fase de acabado, presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ), entre los tratamientos, alcanzando su mayor peso de 103,76 kg en el T1 (Probiótico natural más el 50 % de soluto), seguido por los tratamiento T2 y T3 (Probiótico natural con la adición del 60 y 70 % de soluto), con 91,41 y 87,77 kg, en su orden y finalmente el menor peso final se reportó en las cerdos del tratamiento testigo, (cuadro 11).

Con lo anteriormente mencionado se denota que el mejor peso en la etapa de

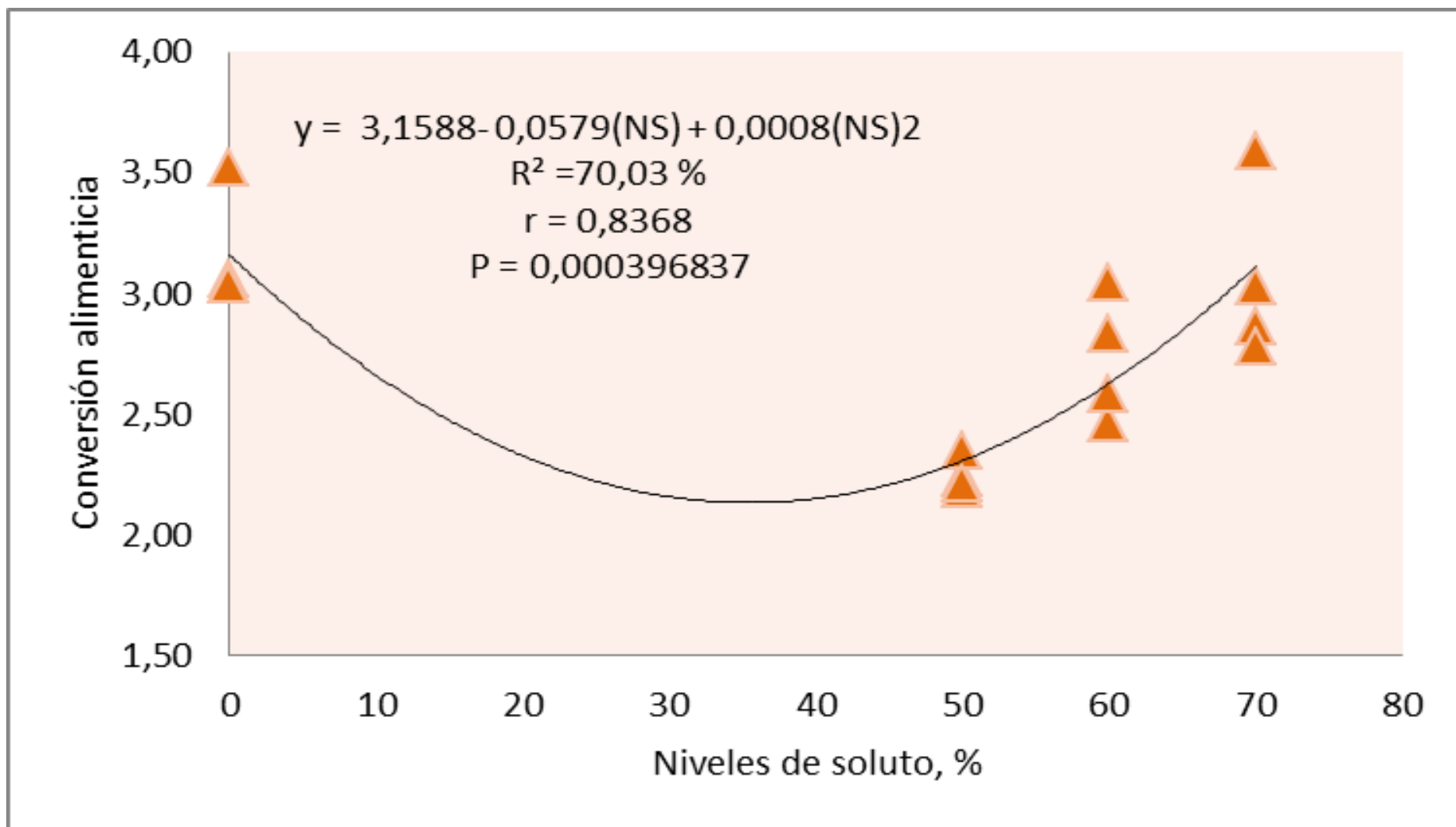


Gráfico 3. Regresión para la conversión alimenticia (puntos), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.

Cuadro 11. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS CERDOS YORK \* LANDRACE, POR EFECTO DE UN PROBIÓTICO NATURAL Y LOS DIFERENTES NIVELES DE SOLUTO (AFRECHO DE TRIGO), EN LAS DIETAS PARA LA ETAPA DE ENGORDE.

Variable	Niveles de Soluto				E.E	Prob.	Sig.
	T0 (0)	T1 (50 %)	T2 (60 %)	T3 (70 %)			
Peso final, (Kg)	83,87 c	103,76 a	91,41 b	87,77 bc	1,54	<0,0001	**
Ganancia de peso, (kg)	36,77 b	46,38 a	40,26 ab	39,96 ab	1,89	0,0188	*
Consumo de alimento, (kg)	128,69 a	124,47 a	126,07 a	129,31 a	1,25	0,0511	Ns
Conversión alimenticia, puntos	3,50 a	2,72 b	3,15 ab	3,25 ab	0,15	0,0149	*
Costo/kg de alimento	1,54 a	1,20 c	1,38 ab	1,47 b	0,03	<0,0001	**

E.E.: Error Estándar.

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey.

acabado se encontró al utilizar el menor porcentaje de soluto, quizás se deba a lo señalado por Gallardo, M. (2012), que el afrecho de trigo en niveles altos no se asimila adecuadamente en el intestino, ya que es un subproducto una fuente de energía de menor digestibilidad y “metabolicidad” que el otra fuente energética.

Comparados con los datos reportados por Gaibor, C. (2012), menciona que el mayor peso final fue cuando utilizó Probiótico comercial ( Micro~BOOST™), en el alimento, alcanzando un valor de 97.40 kg, Kritas, S. y Morrison, R. (2004), en su estudio de sustitución de antibióticos por probióticos, alcanzando un promedio de peso final de 113.18 kg, con lo que se demuestra el efecto benéfico del probiótico durante esta etapa ya que son datos similares a los de la presente investigación..

Lessard, M. y Goulet, J. (2005), manifiestan que los probióticos ejercen un efecto beneficioso en el rendimiento y salud de los animales, para ello recomendamos su administración de forma continua. Los microorganismos presentes en el probiótico no deben ser patógenos ni tóxicos para los cerdos.

El gráfico 4, para la regresión de la variable peso final en la fase de acabado en cerdos York\*Landrace, podemos observar una línea de tendencia cuadrática, en la que se puede observar que inicia con un intercepto de 83,98 kg de peso, a medida que se utiliza los diferentes niveles de soluto de 0 a 50 %, existe un aumento en el peso de 1,144 kg, para luego descender en 0,0159 kg, al utilizar de 60 a 70 % de soluto, con una probabilidad altamente significativa ( $P < 0,01$ ), entre los niveles, con un coeficiente de determinación media de 79,16 % y un coeficiente de asociación de 0,8897. La ecuación utilizada fue la siguiente:

$$\text{Peso final, kg} = 83,98 + 1,1443 \text{ (NS)} - 0,0159 \text{ (NS)}^2$$

## **2. Ganancia de peso, kg**

La ganancia de peso en cerdos York\*Landrace en la etapa de acabado, alimentados con diferentes niveles de soluto, presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,01$ ), logrando sus mayor ganancias de 46,38 kg en el T1, seguido por el T2, con 40,26 kg continuando con un peso de 39,96 kg en el

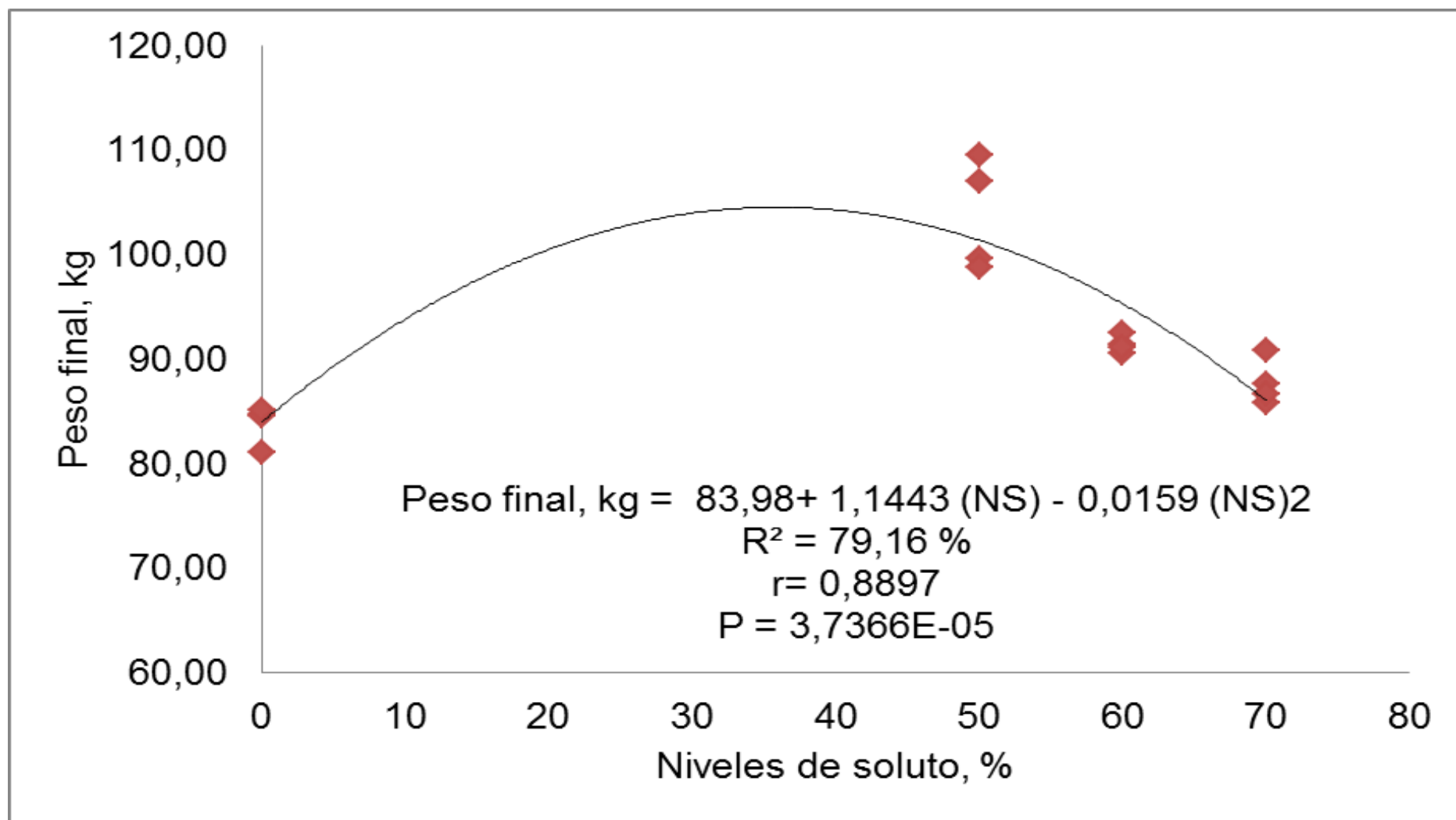


Gráfico 4. Regresión para el peso final (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de engorde.

T3 y finalmente la menor ganancia de peso en el tratamiento control (T0), con 36,77 kg.

Wittwe, F. (2006), que la utilización de las raciones ricas (25 al 70%), en subproductos de cereales (almidón), se acompaña con el fenómeno de la caída de producción en los semovientes. Paralelamente a esta disminución de energía segregada, se produce un aumento de la energía depositada por el animal (o una disminución de la energía movilizada).

Romero, M. (2009), quien en su investigación sobre uso de probióticos y prebióticos en la alimentación en cerdos reportó una ganancia de peso de 45,6 kg; Gaibor, C. (2012), al evaluar la respuesta biológica de cerdos Landrace-York Shire por efecto de la utilización de un probiótico comercial versus un antibiótico comercial durante la etapa de engorde determinó la mayor ganancia peso en los cerdos tratados mediante la utilización de probiótico comercial (Micro~BOOST™) en el alimento, alcanzando un ganancia de peso promedio de 43,00 Kg, resultado similares a los de la presente investigación, que demuestran la eficacia del uso de probióticos en la dieta.

Zambrano, A. (2010), con la utilización de diferentes niveles de probióticos en la dieta de cerdos York\*Landrace se registran ganancias de peso de 58,73 kg, con la utilización de 300 ppm de probiótico, quizás esto se deba a que no existe en las dietas la incorporación de soluto y se absorbe de mejor manera.

Además que las bacterias lácticas pueden ejercer una actividad antimicrobiana sobre algunos componentes patógenos de la flora intestinal. La actividad antimicrobiana de las bacterias lácticas se debe a la acumulación de bacteriocinas, antibióticos, agua oxigenada, ácido láctico y ácido benzoico. Las bacterias lácticas constituyen un verdadero antídoto eficaz contra las infecciones entéricas mejorando la asimilación de nutrientes y por ende aumentar la ganancia de peso, (Bague, A. 2011).

El análisis de regresión para la ganancia de peso, que se ilustra en el gráfico 5, determinó una tendencia cuadrática, altamente significativa ( $P < 0,01$ ), partiendo de

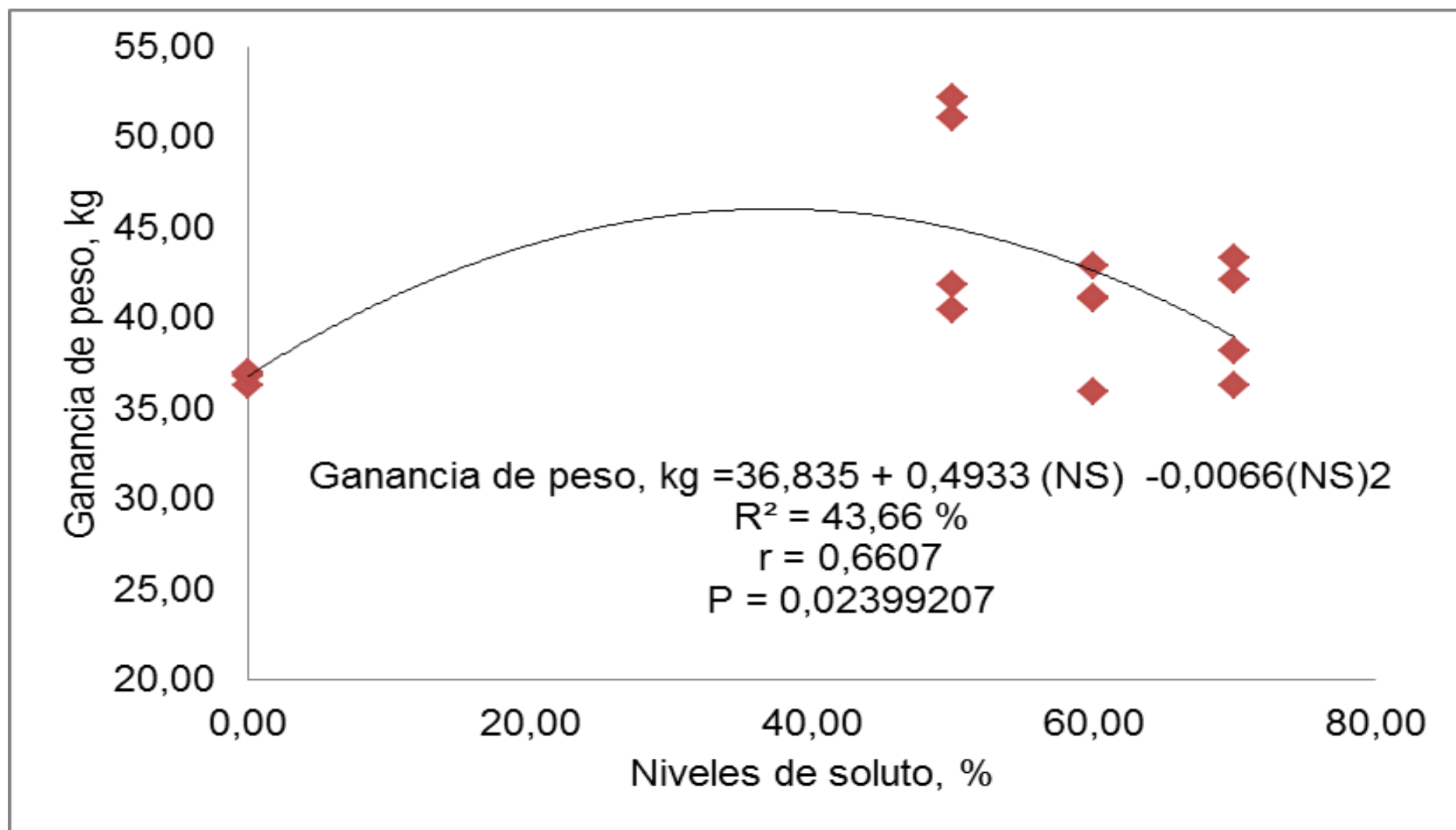


Gráfico 5. Regresión para la ganancia de peso (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de engorde.

un intercepto de 36,83 kg para luego ascender en un 0,4933 kg, mientras que al utilizar niveles altos tiende a disminuir en 0,0066 kg, fenómeno que ocurre al incluir diferentes niveles de soluto en la dieta de cerdos York\*Landrace en la fase de crecimiento, con un coeficiente de determinación del 43,76 % y  $r = 0,6607$  que indica una asociación positiva alta, la ecuación de regresión fue:

$$\text{Ganancia de peso, kg} = 36,86 + 0,4366 (\text{NS}) - 0,0066 (\text{NS})^2$$

### **3. Consumo de alimento**

Para el análisis de la variable consumo de alimento, en cerdos York\*Landrace en la etapa de engorde, con dietas de diferentes niveles de soluto más un probiótico natura, no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ), entre los tratamientos, registrando consumos de alimento de 128,9; 124, 47; 126,07 y 129,31 kg en la etapa de acabado, para los tratamientos con la utilización de 0; 50; 60 y 70 % de soluto (T0, T1, T2 y T3); quizás esto a que en el transcurso de la investigación los consumos se fueron homogenizando para cada uno de los tratamientos teniendo un consumo eficiente , sin tener ni desperdicios ni sobrantes en exceso.

Remache, F. (2014), reportó en los cerdos tratados con preparado microbiano un promedio de consumo 133,42 Kg de MS, consumos superiores a los de la presente investigación esto quizás se deba a factores externos a la investigación como condiciones climáticas.

### **4. Conversión alimenticia, puntos**

En el análisis de varianza, la conversión alimenticia en cerdos York\*Landrace alimentadas con diferentes niveles de Solute (afrecho de trigo), reportaron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,01$ ), entre los tratamientos, obteniendo la mejor conversión alimenticia al utilizar 50 % de afrecho de trigo (T1), con una media de 2,72 puntos, en los tratamientos con 60 y 70 % de afrecho de trigo en el alimento (T2 y T3), reportan conversiones alimenticias sin presentar diferencias entre estos valores de 3,15 y 3,25 puntos; y finalmente la conversión alimenticia



menos eficiente fue al manejar dietas con 0 % de afrecho de trigo (T0), con una conversión alimenticia de 3,50 puntos.

Satter, L. (2000), que la mayor parte de materia seca digestible desaparece en el ciego dejando solo el 15 al 30% para hidrolizarse en el intestino grueso e intestino delgado, esto dependerá de la calidad de materia primas del concentrado, disminuyendo su asimilación con altos porcentajes de utilización de subproductos en las dietas afectando así a los parámetros productivos como peso, ganancias de peso y conversión alimenticia.

Para Gaibor, C. (2012), al comparar la respuesta biológica de un Probiótico comercial, (mezcla de extracto seco de levaduras de *Saccharomyces cerevisiae*, bacterias micro encapsuladas productoras de ácido láctico, *Lactobacillus acidophilus*, Mannan oligosaccharidos,  $\beta$ 1,3 y  $\beta$ 1,6 D-glucano y otros productos resultantes de fermentación), en la etapa de acabado de cerdos Landrace\*York, alcanza su mejor conversión alimenticia de 3,74 puntos, conversiones que superan a los de Luzuriaga, J. (2010), que con la utilización de tres promotores de crecimiento, su menor conversión alimenticia lo consigue con la utilización del probiótico Floralac de 3,05 puntos; similares conversiones alas de la presente investigación ay lo reportado por Zambrano, A. (2010), que al aplicar 400 ppm de probiótico en la dieta de los cerdos en la etapa crecimiento acabado, obtiene su mejor conversión alimenticia de 3,00 puntos.

A lo que se puede corroborar que el empleo de los probióticos se ha asociado con los siguientes efectos benéficos potenciales: Mejoran la digestión de lactosa, reducen la inflamación intestinal, la flatulencia, reducen la incidencia de diarrea después del tratamiento con antibióticos, estimulan el sistema inmune, mejoran la resistencia a las infecciones, reducen la incidencia de reacciones alérgicas, protegen contra algunos tipos de cáncer, reducen los niveles de colesterol y la incidencia de enfermedades cardiacas, etc. (Salminen, S. 2002)

El análisis de regresión para la variable conversión alimenticia, que se ilustra en el gráfico 6, determinó una tendencia cuadrática, altamente significativa ( $P < 0,01$ ), partiendo de un intercepto de 3,4964 puntos, para luego decrece en 0,0416

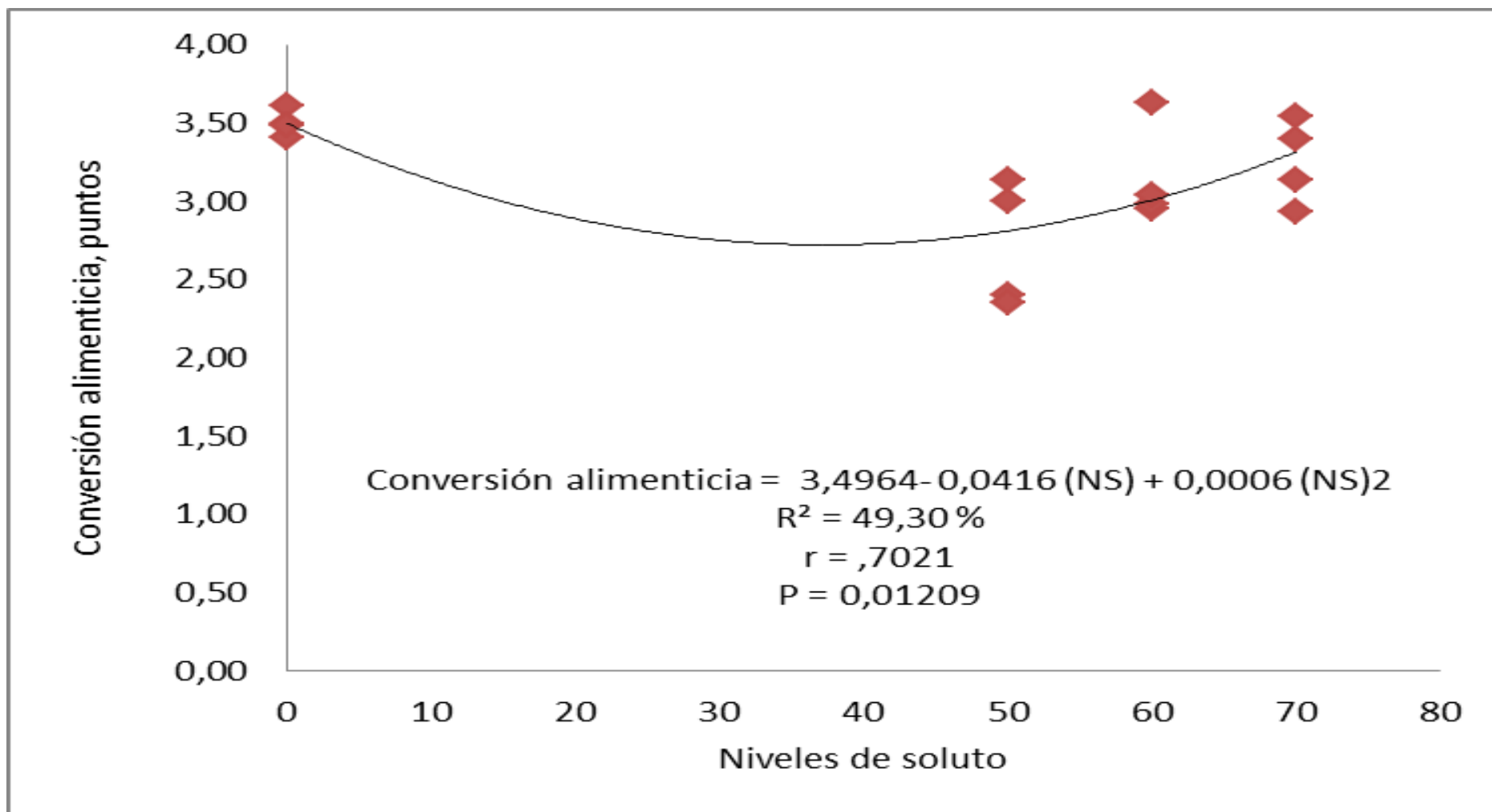


Gráfico 6. Regresión para la conversión alimenticia (puntos), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de engorde.

puntos de conversión alimenticia mientras que al aplicar altos niveles de soluto en la dieta de cerdos York\*Landrace en la etapa de acabado existe un aumento en un 0,0006 puntos, así se demuestra que la conversión alimenticia está dependiendo de los niveles de soluto en un 49,30 %; con un coeficiente de correlación alto de 0,7021, la ecuación de regresión fue:

$$\text{Conversión alimenticia} = 3,4964 - 0,0416 (\text{NS}) + 0,0006 (\text{NS})^2$$

## **5. Costo/kg de alimento**

En cerdos York\*Landrace, en la etapa de engorde, presentando diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,01$ ), permitiendo registrar el menor costo/kg de alimento 1,20 USD para el tratamiento con la utilización de 50 % de afrecho de trigo, valores que difieren del resto de tratamientos, principalmente del control con el cual se reportó un costo/kg de alimento de 1,54 USD y con valores intermedios encontrándose los tratamientos con un costo/kg de alimento de 1,38 y 1,47 USD, con la utilización de 60 y 70 % de afrecho de trigo, de esta manera se puede acotar que en niveles altos de soluto se elevan los costos/kg de alimento, esto se debe a que el soluto al ser un alto en fibra mejora la digestibilidad de los alimentos, eliminándose en menor tiempo si absorberse en su totalidad.

La soya, se sustituye por cereales o subproductos agroindustriales de menor costo. La sustitución de Soya por salvado de trigo mejora el perfil de aminoácidos de la dieta, pero aumenta el contenido de fibra. Los cultivos de levaduras elevan la población de bacterias celulolíticas en rumiantes y la digestibilidad de la fibra del alimento (Dawson, A. et al.1990); esto podría ocurrir también en el ciego e intestino grueso del cerdo.

Gaibor, C. (2012), al manejar probióticos comerciales vs antibiótico comercial en la etapa de engorde obtiene el menor costo/ kg de alimento de 2,18 USD; dato menos eficiente al alcanzado por Zambrano, A. (2010), que utilizando diferentes niveles de probióticos en ppm consigue el menor costo/kg de alimento en la fase de acabado de 1,50 USD, siendo datos superiores al comparar con los señalados en la presente investigación quizás estos se vea influenciado por la adición de

afrecho de maíz en el probiótico mejorando de mejor manera los alimentos.

Entre los efectos nutricionales de los probióticos está el de mejorar la digestibilidad de los alimentos. Gracias al aporte enzimático, la flora probiótica contribuye a la digestión de los alimentos, y favorece, sobre todo, la digestión de las proteínas. Se sabe que las moléculas de las proteínas son difíciles de digerir, pero con el aporte de las bacterias probióticas, las proteínas ingeridas se transforman, gracias a las enzimas proteásicas de los probióticos, en moléculas más pequeñas (polipéptidos y luego aminoácidos), y por eso más digestibles. (Bague, A. 2011).

La regresión de conversión alimenticia, gráfico 7, determinó una tendencia cuadrática, en la cual se observa que a medida decrece en 0,0579 puntos de conversión alimenticia y al incluir niveles altos de soluto en la dieta de cerdos York\*Landrace en la etapa de crecimiento existe un aumento en un 0,0008 puntos, así se demuestra que la conversión alimenticia está dependiendo de los niveles de soluto en un 70,03 %; mientras que el 29,97 % restante depende de otros factores no considerados en la investigación como son humedad relativa, ubicación del galpón, entre otros aspectos, el coeficiente de correlación  $r = 0,8368$  indica una asociación positiva alta, la ecuación de regresión fue:

$$\text{Costo/kg de alimento} = 3,1588 - 0,0579 (\text{NS}) + 0,0008(\text{NS})^2$$

## **E. ANÁLISIS ECÓNOMICO DE LAS CERDOS YORK\*LANDRACE EN LA FASE DE ENGORDE, POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UN PREBIÓTICO NATURAL Y DE DIFERENTES NIVELES DE SOLUTO (AFRECHO DE TRIGO) EN LA DIETA**

### **1. Beneficio/costo**

Dentro de la evaluación económica (cuadro 12), en la etapa crecimiento acabado de los cerdos York\*Landrace, alimentados con diferentes niveles de soluto, se obtiene el mejor beneficio costo para el grupo con la utilización del 50 % de soluto (T1), con un beneficio costo de 1,38 USD, lo que significa que por cada dólar

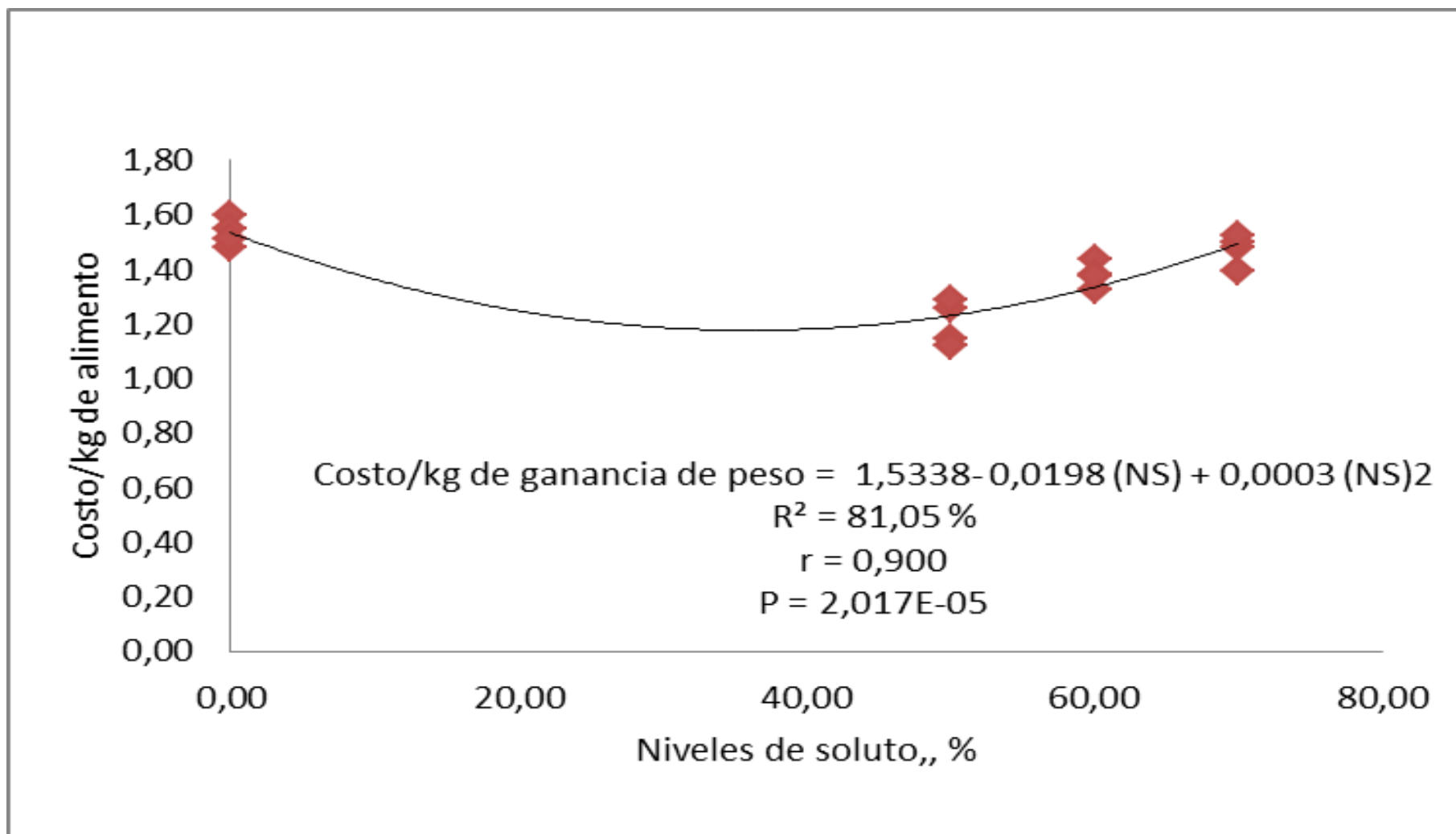


Gráfico 7. Regresión para el costo/kg de alimento (USD), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, de la etapa de engorde

Cuadro 12. ANÁLISIS ECÓNOMICO DE LAS CERDOS YORK\*LANDRACE EN LA FASE DE ENGORDE, POR EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE UN PREBIÓTICO NATURAL Y DE DIFERENTES NIVELES DE SOLUTO (AFRECHO DE TRIGO) EN LA DIETA.

Concepto	Niveles de Probiótico + Soluta			
	T0 (0%)	T1 (50 %)	T2 (60%)	T3 (70%)
<b>Egresos</b>				
Costo cerdos	375,00	375,00	375,00	375,00
Alimentación (soluta + probiótico)	130,33	149,10	148,07	148,13
Sanidad	6,00	6,00	6,00	6,00
Servicios básico y transporte	50,00	50,00	50,00	50,00
Mano de obra	120,00	120,00	120,00	120,00
Depreciación de instalaciones	4,00	4,00	4,00	4,00
<b>Total Egresos</b>	<b>685,33</b>	<b>704,10</b>	<b>703,07</b>	<b>703,13</b>
<b>Ingresos</b>				
Venta del abono	20,00	20,00	20,00	20,00
Venta de los cerdos	800,00	950,00	925,00	890,00
<b>Total Ingresos</b>	<b>820,00</b>	<b>970,00</b>	<b>945,00</b>	<b>910,00</b>
B/C	1,20	1,38	1,34	1,29

gastado en la fase crecimiento engorde, se obtiene un beneficio neto de 0,38 USD, lo que indica una rentabilidad de 38 % seguidos por los tratamientos 60 y 70 % de soluto (T2 y T3), con un índice beneficio costo de 1,34 y 1,29 y finalmente el tratamiento testigo (T0), con 1,20

## **V. CONCLUSIONES**

Luego de analizar las diferentes variables productivas en cerdos York\*Landrace en la etapa de crecimiento-acabado, con la utilización de diferentes niveles de jengibre en las dietas, se concluye lo siguiente:

1. En la etapa de Crecimiento las cerdos York\* Landrace, se alcanzaron los mejores parámetros productivos en cuanto a peso final y ganancia de peso en las cerdos tratadas con probiótico natural más el 50 % de afrecho de trigo (T1), obteniéndose valores promedios de 57,38 y 38,86 Kg, respectivamente, presentando además la mejor conversión alimenticia fue de 2,24 puntos.
2. Durante la etapa de engorde las cerdos York\* Landrace, tratados con un probiótico natural más el 50 % de afrecho de trigo, lograron los mejores promedios productivos en cuanto a peso final y ganancia de peso, con promedios de 103,76 y 46,38 respectivamente, con el menor costo/kg de alimento de 1,20 USD, así como también la conversión alimenticia más eficiente de 2,72.
3. Mediante el análisis económico se determinó que el mayor índice de beneficio costo fue de 1,38 USD en el T1, en cerdos York\*Landrace, alimentados con diferentes niveles de soluto más un probiótico natural en la fase crecimiento engorde, entendiéndose que por cada dólar invertido se obtuvo 0,38 centavos; a lo que equivale a una rentabilidad del 38 %.



## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados de la presente investigación, se llega a determinar las siguientes sugerencias:

- Por los parámetros productivos que se han alcanzado y al no presentar efectos negativos, se sugiere utilizar probiótico natural con el 50 % soluto (Afrecho de trigo), en la dieta para obtener mejores rendimientos productivos y económicos en las cerdas York\*Landrace
- Determinar el nivel óptimo de soluto (Afrecho de trigo), en la dieta en otras fases productivas, para tomar en consideración las bondades de los probióticos natural más un soluto, ya que una de las bondades es de ser regulador digestivo disminuyendo mejorando la asimilación de fibra.
- Difundir la información reportada en la presente investigación a nivel de pequeños, medianos y grandes porcicultores, recomendando la utilización de Probióticos naturales más el 50% de soluto y probiótico, para mejorar los rendimientos productivos en las etapas de crecimiento y engorde de cerdas York\*Landrace.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ÁLVAREZ, P. 2004. Los probióticos como complemento alimentario. Efecto de la actividad probiótica de *Lactobacillus rhamonosus*. pp. 56-67.
2. BAILLEU, C. P. 2010. Determinación de las necesidades nutricionales de los cerdos de engorde: límites de los métodos actuales. Ph.D. Lennoxville, Quebec, Canadá: Agriculture and Agri-Food Canadá.
3. BAGUE, A. 2011. LOS ALIMENTOS FUNCIONALES. Madrid: A.MADRID VICENTE, EDICIONES
4. BAUZA, R., GIL, M. GONZÁLEZ, A. PANISSA. G. Y SILVA, D. 2011. Aporte nutritivo del suero de queso en la alimentación de cerdos en engorde. Pp. 259.
5. BOUCOURT, R.; SAVÓN, L.; DÍAZ, J.; BRIZUELAS, M.; SERRANO, P. y BENGMARK, S. 2004. Ecological control of the gastrointestinal tract. The role of probiotic flora. pp. 42-48.
6. BRIZUELA, M. 2003. Selección de cepas de bacterias ácido lácticas para la obtención de un preparado con propiedades probióticas y su evaluación en cerdos. pp. 33-58.
7. CASTRO, B. Y CHIRINOS, P. 1994. Avances en nutrición y alimentación de cuyes Crianza de Cuyes. sn. Huancayo, Perú. pp. 136 - 146.
8. CHÁVEZ, J. 2006. Requerimientos Nutricionales de los Cerdos. Edit. Albatros. pp. 128-132.
9. CUNNIGHAN, S. y HOLLIN, D. 2008. Nutrition and the Immune System of the Gut Nutrition. pp. 573-579.
10. DEVI, S. 2006. La resistencia contra los antibióticos. Investigación y Ciencia. pp. 14-21.
11. DAWSON, K.; NEWMAN, A. AND BOLING, J. 1990. Effects of microbial

supplements containing yeast and lactobacilli on roughage-fed ruminal microbial activities. *J. Anim. Sci.* 68: 3392–3398.

12. DÍEZ, J.; FABELO J.; CUESTA S.; TOUBES J.L.; CANTALAPIEDRA J.; MORILLO C.; LÓPEZ M. Medicamentos veterinarios: comercialización, distribución e incidencia en la Comunidad autónoma Gallega”. Trabajo presentado en el congreso “IV Encuentros Veterinarios Galegos” (1999). Disponible [www.redalyc.org/pdf/724/72430206.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/724/72430206.pdf).
13. EASTER, P y ELLIS, J 2007. Nutrient Requirements of Swine, Edit. National Academy, Colombia. pp. 289-290.
14. ESMINGER, J. 2005. Clases de Alimentos para Cerdos y Descripción de cada uno de sus Requerimientos. Argentina. pp. 67-70.
15. ESTEBEZ, B. 2005. Alimentos para Cerdos Mejorados. Edit. Acribia México. pp. 34-38.
16. FAO. 2003. Estudio FAO investigación y tecnología 8. Biotecnología Agrícola para países en desarrollo. Resultado de un foro electrónico. Roma. pp.4-7.
17. FAO. 2012. Producción y Sanidad animal. Cerdos Y Nutrición (en línea). Disponible en: <http://www.fao.org/Ag/AGAInfo/themes/es/pigs/home.html>
18. FLORES, R. 2005. Alimentación eficiente de cerdos en desarrollo y engorde bajo condiciones tropicales. Edit. Asa, Argentina. pp.18, 19.
19. FOOKS, L.; FULLER, R. y GIBSON, G. 2003. Probiotics, prebiotics and the human gut microbiology. pp. 39-53.
20. FONS, M., GOMEZ, A. Y KARJALAINEN, T. 2000. Mechanisms of colonisation and colonisation resistance of the digestive tract. Part 2: Bacteria/Bacteria Interactions. *Microbial Ecology in Health and Disease*. pp, 789-1162.
21. FULLER, R. 2002. Effect of Probiotics on gut micro-ecology. In *The Lactic Acid Bacteria*, Vol.1. Ed. B. Wood, Elsevier, Applied Science, London, Pp.

171- 192. 1

22. GAIBOR, C. 2012. Comparación de la respuesta biológica de un probiótico comercial vs un antibiótico comercial en la etapa crecimiento-engorde en porcinos. Tesis de grado. ESPOCH. FCP. EIZ. Pp 54-87.
23. GALLARDO, M. 2012. XXI Curso internacional de producción para profesionales de América latina. pp 1-10
24. GÁLVEZ, B. 2005. Official Methods of analysis of the Association of Official
25. ANALYTICAL CHEMISTRIES. Edit. Arlington. Virginia. pp. 45, 48.
26. GUNTER, K. 2007. The role of Probiotics as feed additives in animal nutrition. Department of Animal Physiology and Animal Nutrition. pp. 35-53.
27. HIDALGO, W. 2008. Seminario científico, Vinazas en la alimentación de animales monogástricos. Edit. National Academy, Cuba. pp. 45-48.
28. HILLMAN, K. 2001. Bacteriological aspects of the use of antibiotics and their alternatives in the feed of non-ruminant animals. In: Recent Advances in Animal Nutrition 2001.
29. INFOCARNE. 2009. PROBIOTICOS EN LA ALIMENTACION PORCINA. Obtenido de PROBIOTICOS EN LA ALIMENTACION PORCINA: [www.infocarne.com](http://www.infocarne.com)
30. KERSTETTER, J. (2005). The impact of dietary protein on calcium absorption and kinetic measures of bone turnover in women. J Clin Endocrinol Metab (2005) Vol. 90, p. 26-31
31. KRITAS, S. y MORRISON, R. 2004. Can probiotics substitute for subtherapeutic antibiotics? A field evaluation in a large pig nursery. Proceedings of the 18th IPVS Congress. pp. 39-85.
32. LESSARD, M. Y GOULET, J. 2005. Administration of *Pediococcus acidilactici* or *Saccharomyces cerevisiae boulardii* modulates development of porcine mucosal immunity and reduces intestinal bacterial translocation

after Escherichia coli challenge. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19028865>

33. LYONS, P. 2006. Opinión de los hombres de negocio. *Avicultura Profesional*. Indicadores productivos y de salud en cerdos jóvenes. *Rv. Cubana, Cienc. Agricc.* pp. 15-22.
34. MADRIGAL, S.; WATKIN, S.; ADAM, M. y WALDROUP, A. 2005. Effects of an active yeast culture on performance of broilers. pp. 87-98.
35. MANUAL DE PORCICULTURA. PRONACA. (2011).
36. MARTÍNEZ, M. 2004. Efecto de un hidrolizado enzimático de crema de destilería tratado térmicamente en indicadores del metabolismo lipídico en reemplazo de ponedoras. Tesis de Maestría en Bioquímica. Universidad de la Habana .Facultad de Biología. pp.63-72.
37. MEDEL, P.; LATORRE, M. y MATEOS, G. 2006. Nutrición y Alimentación de lechones destetados precozmente. Departamento de Producción Animal. pp. 102-127.
38. MEJÍA, S. W., G. J. RUBIO, M. D. CALATAYUD, C. A. RODRÍGUEZ Y M. A.
39. MIROSLAVA, M. (2004). Effect of Potential Probiotic Activity of *Enterococcus faecium* EE3 strain against *Salmonella* infection in Japanese quails. *Bull Veterinary Institute Pulawy* 48(3), 387-390.
40. MILIAN, G. 2005. Empleo de probióticos a base de *Bacillus* sp y sus endosporas en la producción avícola. Instituto de Ciencia Animal. Apartado Postal 24. San José de las Lajas, La Habana, 16p. disponible <https://es.scribd.com/doc/60561799/Articulo-Cientifico-Tesis-Probiotico-Nativo-en-Pollos-Broiler> Consultado el 6- 02-2010.
41. QUINTERO. 2007. Evaluación de los probióticos sobre parámetros productivos en lechones lactantes. *Zootecnia Trop.* 24(4): 301-306.
42. METCHNIKOFF, E. 1908. Prolongation of life. New York: G. P. Putnam and Sons. pp 46-52.

43. MORENO, E. 2005. Probióticos en aves [http://www timbrado com/aet probióticos .sht ml](http://www.timbrado.com/aet/probioticos.shtm). pp. 13-19.
44. NRC – National Research Council. (2005).
45. PALOMO, A. 2006. Directorio de los minerales en alimentación porcina.
46. PATTERSON, J. y BURKHOLDER, K. 2003. Application of Prebiotics and Probiotics in Poultry Production. *Rev. Poultry Science*. pp. 627-631.
47. PIA, T. M., M. G. MEDICI, Y V: G. DE FONT. 2005. Alimentos funcionales probióticos. *Revista Química* 1(4): 26-34.
48. PIAD, R. 2001. Evaluación de la actividad probiótica de un hidrolizado enzimático de crema de destilería en pollitas de reemplazo de ponedoras. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de la Habana. Cuba. pp. 10-17.
49. POLLMANN, D. y BANDYK, C. 2000. Stability of Lactobacillus products. *Anim. Feed Science Technol.* pp. 63-74.
50. RAMOS-CORMENZANA, A., FUENTES, S., FERRER-CEBRIAN, R., & MONTEOLIVA-SANCHEZ, M. (2005). Probiotics and biotherapy. *Recent Research Developments in Microbiology* 9 (1), 97-127.
51. RELLING, A. 2006. Intestinal nutrients supply alters plasma concentration of gut peptides hormones in dairy cattle. Master in Sciences thesis. The Ohio State University
52. RILLO, M. 2008. Manejo y Alimentación de los Cerdos en las etapas de Crecimiento y Engorda. México – Chihuahua. pp. 45, 50.
53. ROBERFROID, M. 2000. Prebiotics and probiotics: are they functional foods? *Am J. Clin Nutr.* pp. 71-79.
54. ROMERO, M. (2009). Uso de Probióticos y Prebióticos en la Alimentación en Cerdos. pp. 56-80.

55. SAULNIER D. M. A., SPINLER J. K., GIBSON G.R. & VERSALOVIC J. (2009). Mechanisms of probiosis and prebiosis: considerations for enhanced functional foods. *Current Opinion in Biotechnology*, 20, 135–141.
56. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2012. [http://www.fao.org/index\\_en.htm](http://www.fao.org/index_en.htm)
57. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGARPA). 2012. <http://www.sagarpa.gob.mx/>
58. SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP). 2012. <http://www.siap.gob.mx/>
59. SALMINEN, S. 2002. Development of selection criteria for probiotic strains to assess their potential in functional foods: a Nordic and European approach. *Biosci Microflora*: 15:61–7.
60. SATTER, L. 2000. Phosphorus nutrition of dairy cattle – what's new?. In: *Proceedings of Advanced Dairy Nutrition*, Cornell University, Ithaca, USA. 9p.
61. SCOTT, M.; MALDEN, C. y NESHEIM, R. 2004. *Nutrition of the chicken*. Three Editions. New York. M.L. Scott and Associates. pp. 59-73.
62. SCHREZENMEIR, J. 2001. Probiotics, prebiotics and symbiotics approaching a definition. *Am. J. Clin. Nutr.* 73: p. 361S-364S.
63. SEGURA, A. y DE BLOSS, M. 2000. La alternativa a los promotores de crecimiento. III Congreso Nacional de Avicultura. Memorias. Centro de Convenciones Plaza América. Varadero, Cuba. pp. 37-44.
64. SIMÓN, O. 2006. Efectividad y modo de acción de los Probióticos. pp. 85-97.
65. SWAN, H. Y KARALAZOS, A. 1990. Las melazas y sus derivados. *Revista tecnología. Geplacea*. No. 19. España. 78-82p.
66. VASILJEVIC T. & SHAH N. P. (2008). Probiotics - From Metchnikoff to

bioactives. *International Dairy Journal*, 18(7), 714-728.

67. VERSTEEGH, P. y JONGBLOED, A. 2007. Lactic Acid has a positive effect on performance. *World Poultry*. pp. 15-18.
68. WITTWE, F. 2006. Diagnóstico de desbalances de energía y proteínas mediante el análisis de muestras de leche y su impacto productivo en rebaños lecheros. En: Lanuza, F, G Bortolameolli. (Eds.). III Seminario aspectos técnicos y perspectivas de la producción de leche, Serie Remehue N° 64.
69. ZAMBRANO, A. 2010. Efecto de la utilización de diferentes niveles de probiótico en la dieta alimenticia de cerdos durante la fase de crecimiento y acabado. Tesis de grado. Universidad técnica de Manabí. Facultad de ciencias zootécnicas. Ingeniería zootécnica. pp. 43-67.
70. <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/Fd50/urea.htm>.
71. <http://www.milespps.com/183539/fisiologia-del-cerdo/.htm> (2010).
72. <http://www.microbiotics.com/investigacionesmmicroorganismos/porcinos.aves.002.pdf>. (2010).



# **ANEXOS**

Anexo 1. Peso inicial (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Solute	Repeticiones				Suma
	I	II	III	IV	
0	18,89	19,23	19,00	18,78	75,90
50	18,43	19,00	18,67	17,98	74,08
60	19,23	19,45	17,54	19,00	75,22
70	19,04	18,73	17,95	19,90	75,62

## ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob.
Total	15	5,33					
Niveles de Solute	3	0,48	0,16	0,40	3,49	5,95	0,76
Error	12	4,85	0,40				
CV %			3,38				
Media			18,80				

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Niveles de Solute	Media	Tukey
0	18,98	a
50	18,52	a
60	18,81	a
70	18,91	a

Anexo 2. Peso final (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Solutos	Repeticiones				Suma
	I	II	III	IV	
0	47,84	44,05	48,29	48,23	188,40
50	57,84	56,05	58,29	57,34	229,51
60	54,59	48,59	51,46	49,95	204,59
70	49,46	47,59	49,59	44,56	191,21

## ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob.
Total	15	316,07					
Niveles de Solutos	3	264,23	88,08	20,39	3,49	5,95	0,0001
Error	12	51,84	4,32				
CV %			4,09				
Media			50,86				

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Niveles de Solutos	Media	Tukey
0	47,10	b
50	57,38	a
60	51,15	b
70	47,80	b

Anexo 3. Ganancia de peso (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Solute	Repeticiones				Suma
	I	II	III	IV	
0	28,95	24,82	29,29	29,45	112,50
50	39,41	37,05	39,62	39,36	155,43
60	35,36	29,14	33,92	30,95	129,37
70	30,42	28,86	31,64	24,66	115,59

### ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob.
Total	15	357,91					
Niveles de Solute	3	287,13	95,71	16,23	3,49	5,95	0,0001
Error	12	70,78	5,90				
CV %			7,58				
Media			32,06				

### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Niveles de Solute	Media	Tukey
0	28,13	b
50	38,86	a
60	32,34	b
70	28,90	b

Anexo 4. Consumo de alimento (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Solute	Repeticiones				Suma
	I	II	III	IV	
0	88,45	87,32	89,01	89,34	354,12
50	88,07	86,86	86,65	87,08	348,66
60	86,98	88,78	87,65	87,56	350,97
70	87,17	87,34	88,02	88,56	351,09

## ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob.
Total	15	10,23					
Niveles de Solute	3	3,76	1,25	2,32	3,49	5,95	0,12
Error	12	6,47	0,54				
CV %			0,84				
Media			87,80				

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Niveles de Solute	Media	Tukey
0	88,53	a
50	87,17	a
60	87,74	a
70	87,77	a

Anexo 5. Conversión alimenticia (puntos), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Solute	Repeticiones				Suma
	I	II	III	IV	
0	3,06	3,52	3,04	3,03	12,65
50	2,23	2,34	2,19	2,21	8,98
60	2,46	3,05	2,58	2,83	10,92
70	2,87	3,03	2,78	3,59	12,26

## ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher	
					0,05	0,01
Total	15	2,85				
Niveles de Solute	3	2,06	0,69	10,46	3,49	5,95
Error	12	0,79	0,07			
CV %			9,15			
Media			2,80			

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Niveles de Solute	Media	Tukey
0	3,16	a
50	2,24	b
60	2,73	ab
70	3,07	a

Anexo 6. Costo/kg de alimento (USD), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de crecimiento.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Soluto	Repeticiones				Suma
	I	II	III	IV	
0	1,85	1,98	1,84	1,85	7,53
50	1,52	1,55	1,49	1,52	6,08
60	1,59	1,83	1,70	1,75	6,88
70	1,76	1,84	1,77	1,99	7,36

### ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Fisher			
				Cal	0,05	0,01	Prob.
Total	15	0,39					
Niveles de Soluto	3	0,32	0,11	16,56	3,49	5,95	0,0001
Error	12	0,08	0,01				
CV %			4,59				
Media			1,74				

### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Niveles de Soluto	Media	Tukey
0	1,88	a
50	1,52	b
60	1,72	a
70	1,84	a

Anexo 7. Peso final (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de engorde.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Solute	Repeticiones				Suma
	I	II	III	IV	
0	84,67	81,05	84,56	85,19	335,47
50	99,65	107,07	98,76	109,54	415,02
60	90,53	91,45	92,52	91,13	365,63
70	87,67	90,88	85,86	86,65	351,06

## ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob.
Total	15	1002,70					
Niveles de Solute	3	888,96	296,32	31,26	3,49	5,95	<0,0001
Error	12	113,74	9,48				
CV %			3,36				
Media			91,70				

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Niveles de Solute	Media	Tukey
0	83,87	c
50	103,76	a
60	91,41	b
70	87,77	bc



Anexo 8. Ganancia de peso (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de engorde.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Solute	Repeticiones				Suma
	I	II	III	IV	
0	36,83	37,00	36,27	36,96	147,07
50	41,81	51,02	40,47	52,20	185,51
60	35,94	42,86	41,06	41,18	161,04
70	38,21	43,29	36,27	42,09	159,85

### ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob.
Total	15	364,17					
Niveles de Solute	3	193,40	64,47	4,53	3,49	5,95	0,0188
Error	12	170,78	14,23				
CV %			9,24				
Media			40,84				

### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Niveles de Solute	Media	Tukey
0	36,77	b
50	46,38	a
60	40,26	ab
70	39,96	ab

Anexo 9. Consumo de alimento (kg), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de engorde.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Solute	Repeticiones				Suma
	I	II	III	IV	
0	125,56	129,43	130,89	128,87	514,75
50	125,56	122,54	126,98	122,81	497,89
60	130,23	126,45	122,56	125,02	504,26
70	129,79	126,76	128,54	132,15	517,24

### ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob.
Total	15	136,95					
Niveles de Solute	3	61,50	20,50	3,26	3,49	5,95	0,05
Error	12	75,45	6,29				
CV %			1,97				
Media			127,13				

### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Niveles de Solute	Media	Tukey
0	128,69	a
50	124,47	a
60	126,07	a
70	129,31	a

Anexo 10. Conversión alimenticia (puntos), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de engorde.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Solutos	Repeticiones				Suma
	I	II	III	IV	
0	3,41	3,50	3,61	3,49	14,00
50	3,00	2,40	3,14	2,35	10,89
60	3,62	2,95	2,98	3,04	12,60
70	3,40	2,93	3,54	3,14	13,01

## ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob.
Total	15	2,30					
Niveles de Solutos	3	1,26	0,42	4,85	3,49	5,95	0,0149
Error	12	1,04	0,09				
CV %			9,32				
Media			3,16				

## SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Niveles de Solutos	Media	Tukey
0	3,50	a
50	2,72	b
60	3,15	ab
70	3,25	ab

Anexo 11. Costo/kg de alimento (USD), por efecto de los niveles de soluto, en cerdos York \* Landrace, en la etapa de engorde.

### RESULTADOS EXPERIMENTALES

Niveles de Solutos	Repeticiones				Suma
	I	II	III	IV	
0	1,48	1,60	1,55	1,51	6,14
50	1,26	1,14	1,29	1,12	4,81
60	1,44	1,38	1,32	1,37	5,52
70	1,48	1,39	1,50	1,53	5,90

### ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob.
Total	15	0,30					
Niveles de Solutos	3	0,25	0,08	23,23	3,49	5,95	<0,0001
Error	12	0,04	0,00				
CV %			4,30				
Media			1,40				

### SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY

Niveles de Solutos	Media	Tukey
0	1,54	a
50	1,20	ab
60	1,38	b
70	1,47	c