



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDOS YORK-
LANDRACE EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO – ENGORDE BAJO LA
INFLUENCIA DE DIFERENTES BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA”**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

GUILLERMO OSWALDO GUEVARA VIANA

Riobamba-Ecuador

2012

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Ing. M.C. Freddy Bladimir Proaño Ortiz.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M. C. Luis Gerardo Flores Mancheno.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. M. C. Guillermo Fernando Villa Samaniego.

ASESOR DE TESIS

Riobamba, 16 julio de 2012.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por estar siempre conmigo, por guiarme, cuidarme y permitir culminar mi carrera estudiantil.

A mi Madre Betti y a mi Padre Julio por su gran apoyo y por la confianza que siempre me brindo, a mis hermanos Patricia, Nelson, y Paola por ser mi estímulo para seguir adelante.

A Mi Tía Norma y a su esposo Dr. Sergio Ochoa por estar siempre pendiente de mí, por su apoyo incondicional, a todos mis Tíos, primos y primas.

Un agradecimiento sincero a todos los profesores de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por hacer de mí un nuevo profesional y haberme capacitado para enfrentar los retos del mañana. De manera especial al Ing. Luis Flores mi Director de Tesis, por ser un gran maestro y extraordinario amigo quien siempre estuvo guiándome, al Ing. Guillermo Villa Asesor de Tesis.

DEDICATORIA

A Dios, a mis Padres, a mis Hermanos, a mi Tía Norma, a mi Hijo Sebastián a mis primos, sobrinos por el apoyo que me brindaron, a mi abuelita Cristina por sus sabios consejos.

A mis amigos de la Facultad por compartir los mejores momentos alegres e inolvidables.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de cuadros	vii
Lista de gráficos	viii
Lista de anexos	
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. BALANCE ELECTROLÍTICO	3
B. BALANCE ELECTROLÍTICO EN PORCINO	3
1. <u>El equilibrio Ácido – Base y su regulación</u>	4
2. <u>Equilibrio Ácido – Base y aportes alimenticios</u>	7
C. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA PORCINOS EN CRECIMIENTO Y ENGORDE.	9
D. NECESIDADES NUTRITIVAS PARA CERDOS	10
1. <u>Necesidades de Mantenimiento</u>	11
2. <u>Necesidades de Crecimiento</u>	12
E. DETERMINACIÓN PRÁCTICA DE LAS NECESIDADES NUTRITIVAS CON UNA APROXIMACIÓN FACTORIAL.	13
F. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES Y PLAN DE ALIMENTACIÓN PARA LA ETAPA DE CRECIMIENTO Y TERMINACIÓN	15
1. <u>Requerimientos nutricionales</u>	15
2. <u>Plan de Alimentación para la etapa de Engorde</u>	17
3. <u>Necesidades</u>	18
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	20
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	20
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	20
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	20
1. <u>Materiales</u>	20
2. <u>Equipos</u>	21

3. <u>Instalaciones</u>	21
D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	21
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	22
1. <u>Período de Crecimiento</u>	22
2. <u>Periodo de Engorde</u>	22
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	23
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	23
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	24
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	28
A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LANDRACE-YORK ANTE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO.	28
1. <u>Evaluación del peso corporal</u>	28
2. <u>Consumo de alimento</u>	29
3. <u>Conversión Alimenticia</u>	30
4. <u>Costo por Kg. de ganancia de peso</u>	30
B. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LANDRACE-YORK ANTE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA DURANTE LA ETAPA DE ENGORDE.	36
1. <u>Evaluación del peso corporal</u>	36
2. <u>Consumo de alimento</u>	40
3. <u>Conversión Alimenticia</u>	40
4. <u>Costo por Kg. de ganancia de peso</u>	44
5. <u>Peso a la canal</u>	44
6. <u>Rendimiento a la canal</u>	44
C. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA CRÍA Y ENGORDE DE CERDOS LANDRACE-YORK, CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA.	45
V. <u>CONCLUSIONES</u>	49
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	50
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	51
ANEXOS	

RESUMEN

En la Unidad de Producción Porcina de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo, se realizó la investigación del comportamiento productivo de cerdos york-landrace en las etapas de crecimiento – engorde evaluándose diferentes balances electrolíticos en la dieta, para lo cual se utilizó un diseño completamente al azar, durante 120 días de investigación. Al finalizar la etapa de crecimiento, se determinó que los cerdos, tratados con 170 mEq/KgMs. obtuvieron los mejores parámetros productivos en cuanto a Peso Final y Ganancia de Peso con promedios de 54.52 y 33.88 Kg. también presentaron la mejor Conversión Alimenticia con un índice de 2.81. Cuando se finalizó la etapa de engorde, se determinó que los cerdos, tratados con 170 mEq/KgMs. obtuvieron los mejores rendimientos productivos Peso Final promedio de 89.95 Kg. y Ganancia de Peso promedio de 35.43 Kg. y presentaron la mejor Conversión Alimenticia con un índice de 4.56, se obtuvieron rendimientos a la canal de un promedio de 81.12%, con un índice de Beneficio – Costo de 1.22 USD. Por lo que se recomienda, la utilización de un balance electrolítico de 170 mEq/KgMs. ya que al realizar una regresión con los datos obtenidos de los tratamientos con 120, 170 y 220 mEq/KgMs tuvimos una función cuadrática obteniendo como mejor tratamiento el de 170mEq/KgMs. y siendo los niveles de balance electrolítico de 120 y 220 mEq/KgMs los q bajaron los parámetros productivos. Se debe realizar investigaciones con otros niveles para determinar el nivel óptimo o toxico.

ABSTRACT

A York-landrace pig producing process investigation in fattening stage was carried out in the Pig Producing Unit of Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, located in the city of Riobamba, Chimborazo Province. Different electrolytic balances in diet were evaluated. Therefore, a random design was used during the 120 treatment days. It was determined that pigs treated with 170 mEq/KgMs got the best final weight and weight gain producing parameters with an average of 54.52% and 33.88 kg at the end of fattening stage. Besides, they got the best nutrition conversion with an average of 2.81. It was also determined that pigs treated with 170 mEq/KgMs got the best producing profit with a final weight of 89.95Kg and weight gain of 35.43kg. They also got the best nutrition conversion with an average of 4.56, a carcass yield was gotten with an average of 91.12% and a benefit-cost index of 1.22USD at the end of fattening stage. It is recommended to use an electrolytic balance of 170 M Eq/KgMs due to a quadratic function was the best 170mEq/KgMs treatment by reviewing the data gotten from treatments with 120, 170 and 220 mEq/KgMs. The electrolytic balance levels of 120 and 220 mEq/KgMs decreased the producing parameters. Investigations with other levels must be carried out to determine the best toxic level.

LISTA DE CUADROS

No.		Pág.
1.	CONTENIDO EN Na, K y Cl (g/kg) Y VALOR DEL BE Y VALOR DEL BE (meq/kg) DE ALGUNAS MATERIAS PRIMAS (SEGÚN INRA).	8
2.	PATRÓN ESTIMADO (PROTEÍNA IDEAL) DE LAS NECESIDADES DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES (% LISINA) PARA MANTENIMIENTO Y PARA DEPOSICIÓN DE PROTEÍNA. FULLER Y COLS. (1989).	12
3.	CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES VARIABLES DEL MODELO.	14
4.	REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS EN LA FASE DE CRECIMIENTO Y TERMINADO PARA CERDOS	15
5.	REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS EN LA FASE DE TERMINADO PARA NACHOS	16
6.	REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS EN LA FASE DE TERMINADO PARA HEMBRAS	16
7.	PROTEÍNA IDEAL PARA LOS CERDOS EN LA FASE DE ENGORDE	17
8.	CONDICIONES METEREOLÓGICAS DE LA ESPOCH	20
9.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	22
10.	ESQUEMA DEL ADEVA	23
11.	COMPOSICIÓN Y APORTES NUTRICIONALES DE LA DIETA DE CERDOS EN CRECIMIENTO.	25
12.	COMPOSICIÓN Y APORTES NUTRICIONALES DE LA DIETA DE CERDOS EN CRECIMIENTO.	26
13.	EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE CERDOS LANDRACE-YORK, ANTE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO.	31
14.	EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE CERDOS LANDRACE-YORK, ANTE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA DURANTE LA ETAPA DE ENGORDE.	42

15. ESTUDIO ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE CERDOS LANDRACE-YORK, EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO - ENGORDE, CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA. 46

LISTA DE GRÁFICOS

No.		Pág.
1.	Composición de los líquidos orgánicos.	5
2.	Cationes, aniones y equilibrio ácido-base.	6
3.	Balance iónico y metabolismo de los aminoácidos	7
4.	Balance iónico de la ureogénesis	7
5.	Peso Final, en cerdos York-Landrace en la etapa de crecimiento, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.	32
6.	Ganancia de peso, en cerdos York-Landrace en la etapa de crecimiento, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.	33
7.	Conversión alimenticia, en cerdos York-Landrace en la etapa de crecimiento, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.	34
8.	Costo/Kg de ganancia de peso, en cerdos York-Landrace en la etapa de crecimiento, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.	35
9.	Peso Final, en cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.	37
10.	Tendencia de la regresión para Ganancia de Peso, en cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.	39
11.	Tendencia de la regresión para la Conversión Alimenticia, en cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.	43
12.	Costo/Kg de ganancia de peso, en cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.	47
13.	Tendencia de la regresión para el Rendimiento a la Canal de cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.	48

LISTA DE ANEXOS

No.

1. Análisis de varianza de las características productivas de cerdos York-Landrace en la etapa de crecimiento, bajo la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.
2. Análisis de varianza de las características productivas de cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, bajo la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.
3. Análisis de correlación para las características productivas de cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, en relación a diferentes niveles de balances electrolíticos en la dieta.
4. Análisis de varianza de la regresión para las características productivas de cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.

I. INTRODUCCIÓN

Los cerdos consumen en sus dietas una gran cantidad de proteínas y energía, pero el cerdo tiene la desventaja de no poder transformar en su totalidad estos nutrientes y desperdician un alto porcentaje que están presentes en granos y oleaginosas. Por tal razón los productores se han visto obligados a aumentar la cantidad de aminoácidos en las dietas para lograr buenos resultados en ganancias de peso en las etapas de crecimiento y engorde. El principal problema de la producción de cerdos en el país lo constituye el componente alimenticio, ya que presenta serias insuficiencias y por lo tanto, alto costo por unidad. Esto ha traído como consecuencia la importación masiva de materias primas para la alimentación animal. Por esta razón, es de gran importancia el uso de tecnologías alternativas de producción que permitan que los animales aprovechen mejor la proteína y energía.

El balance electrolítico tiene que ver con los cationes (carga positiva) y aniones (carga negativa) que se hallan en ambos lados de las membranas biológicas regulando gran parte de la homeostasis (equilibrio). Los electrolitos que mas habitualmente se emplean en medicina son sodio (Na^+), cloro (Cl^-), potasio (K^+), magnesio (Mg^{++}), calcio (Ca^{++}), etc. Este equilibrio es importante entre otras cosas, del movimiento del agua corporal hacia uno u otro lado de las membranas además de ser importantes en innumerables funciones biológicas.

El organismo está constituido por dos tercios de agua, que se reparten entre los compartimientos intracelular (60%) y extracelular (40%). La homeostasis del animal depende del equilibrio entre estos compartimientos que a su vez, se basa en mecanismos de regulación que permiten utilizar el agua y los electrolitos (Na^+ , K^+ , Cl^- y HCO_3^-) suministrados por los alimentos manteniendo el equilibrio hídrico-electrolítico del organismo. El alimento influye igualmente en el equilibrio ácido-base del cerdo. El pH sanguíneo es normalmente de 7.4-7.5 y el pH urinario es inferior a 7, lo cual indica que el metabolismo y el mismo alimento, conllevan a una sobrecarga ácida que el animal tiene que eliminar. El poder acidogénico o alcalinogénico del alimento se puede evaluar a partir del balance del anión indeterminado que resulta de la diferencia entre cationes ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} +$

Mg²⁺) y aniones (Cl⁻ + H₂PO₄⁻ + HPO₄²⁻ + SO₄²⁻). Aunque sea el más correcto, en nutrición de monogástricos se suele únicamente considerar el balance entre los iones monovalentes (Na⁺ + K⁺ - Cl⁻), o sea, el llamado balance electrolítico (Balance Electrolítico; Mongin, 1981) por razones de simplicidad y disponibilidad de resultados de análisis. Cuanto más bajo es el Balance Electrolítico, más acidogénico es el alimento y, a la inversa, cuanto más alto es el Balance Electrolítico más alcalinogénico es el alimento. El bicarbonato sódico (NaHCO₃) es una fuente de electrolitos que presenta la ventaja de aportar sodio sin incorporar cloruros, siendo particularmente interesante para corregir el Balance Electrolítico de los piensos para porcino.

Los piensos para porcino tienen tendencia a contener cada vez menos materias primas ricas en proteína, debido al riesgo de contaminación medio-ambiental por nitratos y a la creciente disponibilidad de aminoácidos sintéticos. Este cambio conlleva a la fabricación de piensos con un Balance Electrolítico bajo, el cual a su vez puede conllevar a una reducción de los resultados productivos. El presente trabajo investigativo tiene como fin darnos a conocer los beneficios que se pueden obtener con la utilización diferentes niveles de balances electrolíticos en la dieta en las etapas de crecimiento y engorde en la especie porcina. La idea de manipular las concentraciones iónicas de la ración a fin de evitar las consecuencias patológicas de la acidosis o de la alcalosis, que pueden afectar a los rendimientos productivos de los animales, por lo que en la presente se plantearon los siguientes objetivos:

1. Evaluar el comportamiento productivo de cerdos en las etapas de crecimiento y engorde utilizando diferentes balances electrolíticos 120,170 y 220 meq/kg de MS.
2. Establecer el balance electrolítico óptimo en la alimentación de cerdos en las etapas de crecimiento y engorde.
3. Realizar un análisis beneficio - costo para recomendar el mejor tratamiento a las explotaciones de cerdos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. BALANCE ELECTROLÍTICO

Relación entre la cantidad de iones ingeridos y eliminados por la orina, heces o sudor. En fisiología, los iones primarios de los electrólitos son sodio (Na^+), potasio (K^+), calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), cloruro (Cl^-), hidrógeno fosfato (HPO_4^{2-}) y bicarbonato (HCO_3^-), el balance de electrólitos entre el medio intracelular y el extracelular es importante ya que afectan y regulan la hidratación del cuerpo, pH de la sangre y son críticos para las funciones de los nervios y los músculos

B. BALANCE ELECTROLÍTICO EN PORCINO

[http://masporcicultura.com/tasa-de-crecimiento-en-cerdos-de-engorde/\(2010\)](http://masporcicultura.com/tasa-de-crecimiento-en-cerdos-de-engorde/(2010)).

Relación entre la cantidad de iones ingeridos y eliminados por la orina, heces o sudor, en fisiología, los iones primarios de los electrólitos son sodio (Na^+), potasio (K^+), calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), cloruro (Cl^-), hidrógeno fosfato (HPO_4^{2-}) y bicarbonato (HCO_3^-), el balance de electrólitos entre el medio intracelular y el extracelular es importante ya que afectan y regulan la hidratación del cuerpo, pH de la sangre y son críticos para las funciones de los nervios y los músculos

http://www.pintaluba.com/ftp/Bicarbonato_S_dico_en_porcino_LOGO.pdf. (2006).

El organismo está constituido por dos tercios de agua, que se reparten entre los compartimientos intracelular (60%) y extracelular (40%). La homeostasis del animal depende del equilibrio entre estos compartimientos que a su vez, se basa en mecanismos de regulación que permiten utilizar el agua y los electrolitos (Na^+ , K^+ , Cl^- y HCO_3^-) suministrados por los alimentos manteniendo el equilibrio hídrico-electrolítico del organismo. El alimento influye igualmente en el equilibrio ácido-base del cerdo. El pH sanguíneo es normalmente de 7.4-7.5 y el pH urinario es inferior a 7, lo cual indica que el metabolismo y el mismo alimento, conllevan a una sobrecarga ácida que el animal tiene que eliminar. El poder acidogénico o alcalinogénico del alimento se puede evaluar a partir del balance del anión indeterminado que resulta de la diferencia entre cationes ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) y aniones ($\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{HPO}_4^{2-} + \text{SO}_4^{2-}$). Aunque sea el más correcto,

en nutrición de monogástricos se suele únicamente considerar el balance entre los iones monovalentes ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$), o sea, el llamado balance electrolítico (dEB; Mongin, 1981) por razones de simplicidad y disponibilidad de resultados de análisis. Cuanto más bajo es el dEB, más acidogénico es el alimento y, a la inversa, cuanto más alto es el dEB más alcalinogénico es el alimento.

Los piensos para porcino tienen tendencia a contener cada vez menos materias primas ricas en proteína, debido al riesgo de contaminación medio-ambiental por nitratos y a la creciente disponibilidad de aminoácidos sintéticos. Este cambio conlleva a la fabricación de piensos con un dEB bajo, el cual a su vez puede conllevar a una reducción de los resultados productivos.

El bicarbonato sódico (NaHCO_3) es una fuente de electrolitos que presenta la ventaja de aportar sodio sin incorporar cloruros, siendo particularmente interesante para corregir el dEB de los piensos para porcino.

1. El equilibrio Ácido – Base y su regulación

<http://www.1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98CAPV.pdf>. (2005), reporta que el equilibrio ácido-base del organismo animal está localizado en los compartimentos líquidos. El agua representa aproximadamente el 60% del peso vivo de un animal adulto y se distribuye en el líquido intracelular (alrededor del 60% del agua total) y el líquido intersticial, con un 7 a 8% del agua total formando el agua plasmática.

Este esquema muestra la importancia del potasio, sodio, cloro y bicarbonato que van a jugar un papel esencial en el mantenimiento del equilibrio iónico (y por tanto del equilibrio ácido-base ya que la base de su regulación pasa por los sistemas tampón o de intercambio iónico) de los compartimentos líquidos del organismo.

La ingestión de agua o de electrolitos desplaza este equilibrio y puede traducirse en cambios temporales del tamaño de los compartimentos líquidos; la recuperación del equilibrio inicial se consigue a través de:

- Mecanismos osmóticos

- La puesta en marcha de regulaciones renales bajo control neurohormonal, tema que no será abordado en este trabajo, como se muestra en el gráfico 1.

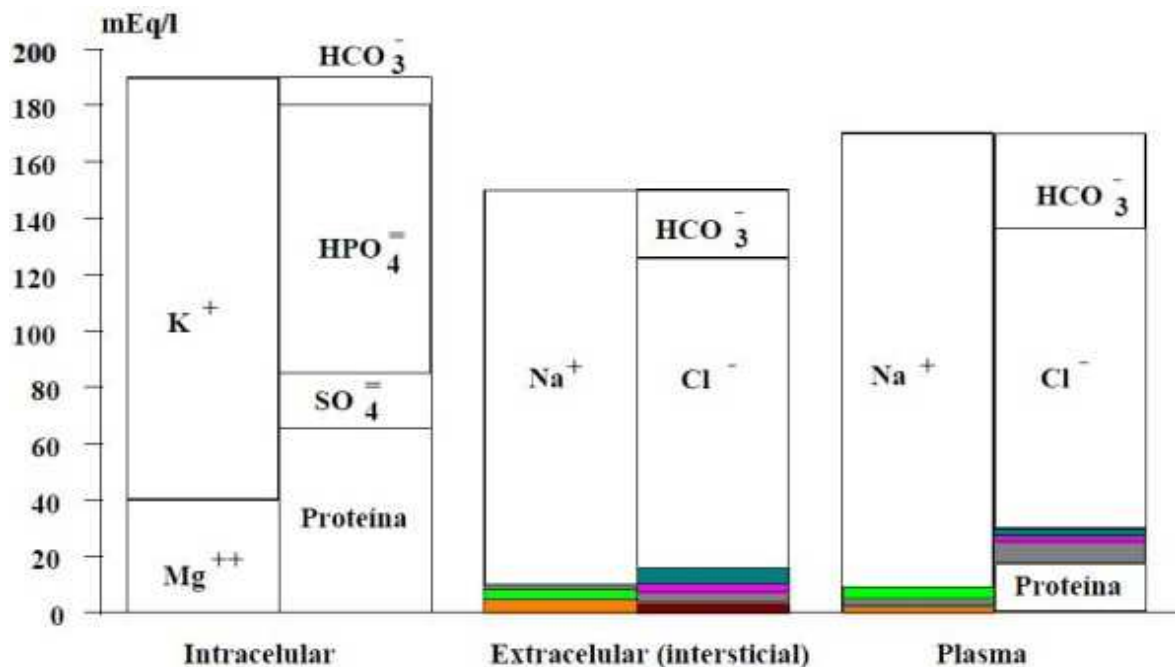


Gráfico 1. Composición de los líquidos orgánicos.

El gráfico 2, ilustra la relación que existe entre electrolitos y equilibrio ácido-base. De hecho, esta relación se basa en los mecanismos de absorción digestiva y los intercambios iónicos entre los compartimentos digestivos y sanguíneos.

La absorción de cationes se hace “en contra” de los iones H⁺ y tiene, por tanto, un efecto alcalinizante a nivel sanguíneo, mientras que la absorción de aniones tiene un efecto inverso debido a la salida de iones bicarbonato del compartimento sanguíneo.

El mantenimiento del equilibrio ácido-base dentro de los valores fisiológicos pone en juego un sistema principalmente localizado a nivel sanguíneo (poder tampón de los hematíes y del plasma) y renal.

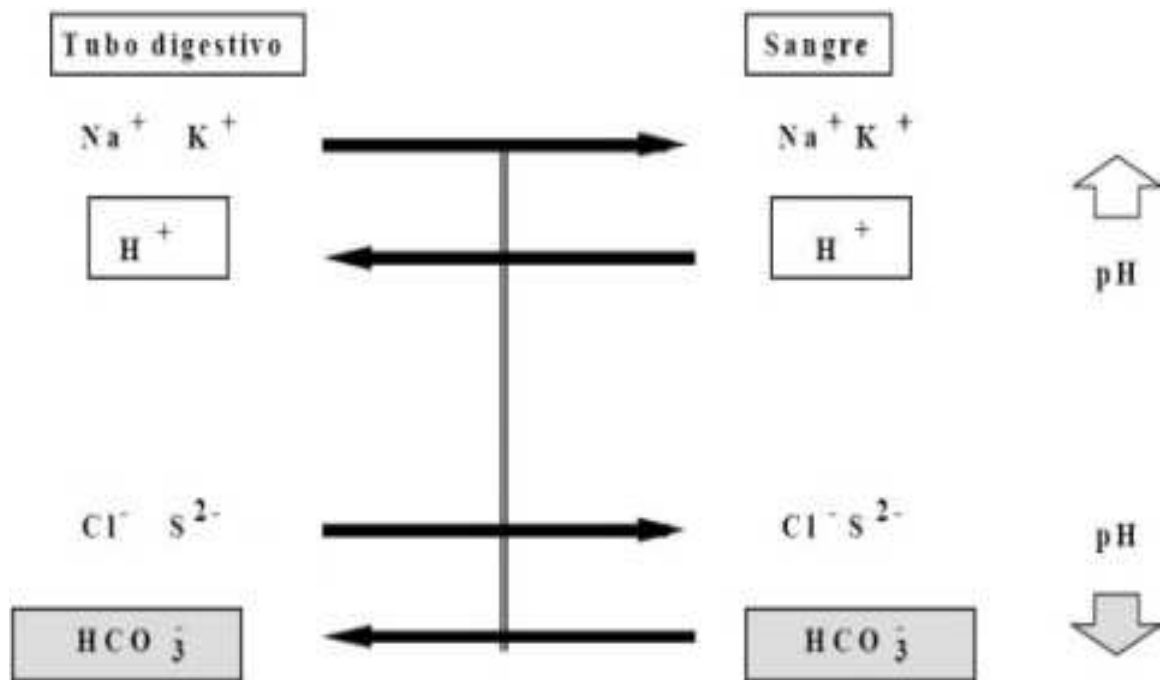


Gráfico 2. Cationes, aniones y equilibrio ácido-base.

La hipótesis clásica de compensación de la acidosis metabólica considera que el pH plasmático y la concentración en bicarbonato sanguíneo se mantienen en los valores normales por dos vías complementarias a nivel renal:

- Reabsorción del bicarbonato en el tubo proximal del riñón; en situación de acidosis la casi totalidad del bicarbonato filtrado a nivel glomerular es rápidamente reabsorbido;
- Salida de protones por acidificación intensa en el tubo distal. Esta acidificación puede hacerse por dos vías: la del fosfato, generalmente admitida, y la del catabolismo de la glutamina, hoy en día cuestionada (Atkinson y Bourke, 1995), que no conduciría a la producción de NH_3 sino directamente de NH_4^+ sin acción sobre el equilibrio ácido-base en esa zona de pH.

Igualmente, es preciso tener en cuenta la importante producción iónica derivada del metabolismo de los aminoácidos o la utilización del bicarbonato en la ureogénesis, como se observa en los gráficos 3 y 4.

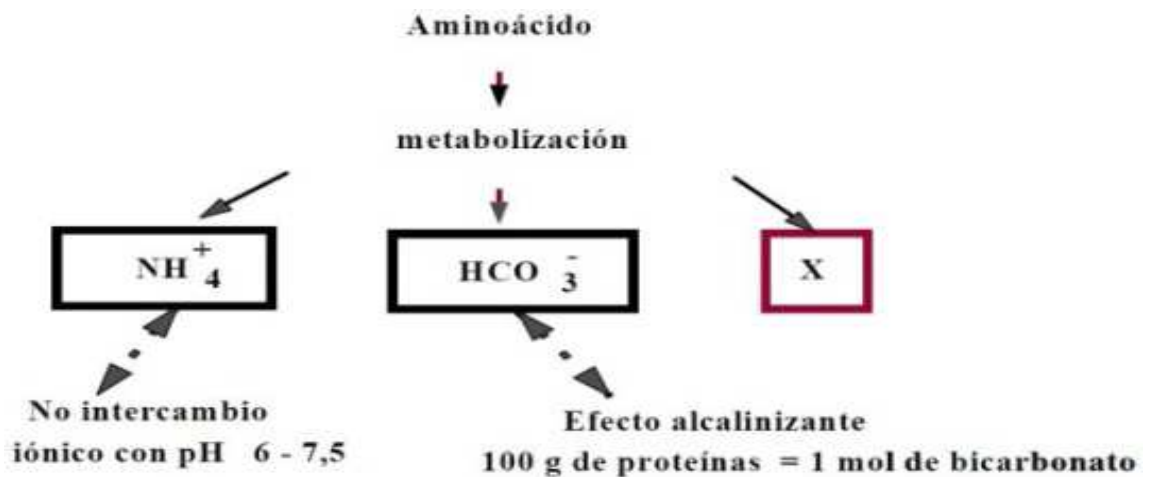


Gráfico 3. Balance iónico y metabolismo de los aminoácidos.

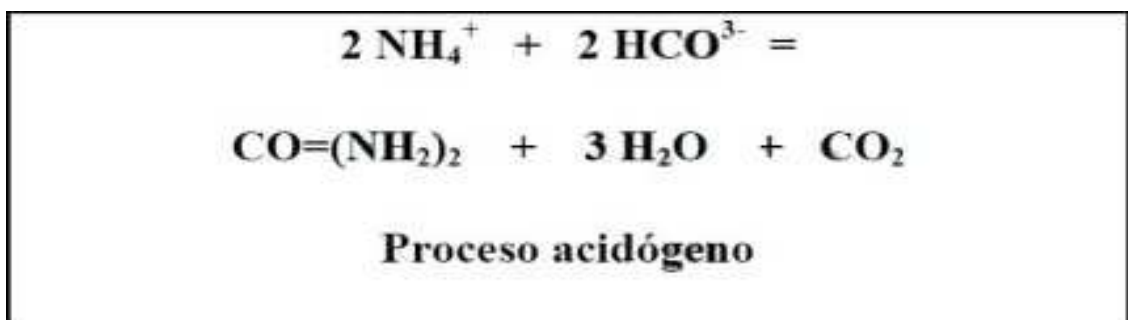


Gráfico 4. Balance iónico de la ureogénesis.

Estas hipótesis son probablemente compatibles y conducen a la acidificación intensa de la orina en situación de acidosis.

El pH de la orina es ciertamente un indicador fiable (Patience, 1990) y sobre todo de más fácil determinación que el pH sanguíneo o la concentración de bicarbonatos en plasma.

2. Equilibrio Ácido – Base y aportes alimenticios

La idea de manipular las concentraciones iónicas de la ración a fin de evitar las consecuencias patológicas de la acidosis (o de la alcalosis) es bastante antigua y encontró en los años 70 un primer campo de aplicación en avicultura. En rumiantes, la primera aproximación ha sido para la prevención de la fiebre de la

leche; más recientemente han aparecido un cierto número de trabajos relacionados con la especie porcina.

Para monogástricos, se mantiene generalmente el Balance Electrolítico (BE) expresado en meq/kg de MS (ó por 100 g) de alimento.

Con todo rigor, sería preciso probablemente tener en cuenta otros aniones y cationes con la condición de que no sean metabolizados, es decir iones exclusivamente destinados a la homeostasis ácido-base, y debería ser tomada en cuenta su eficacia de absorción digestiva. Así, otras ecuaciones para rumiantes (Horst et al., 1997) y porcino han sido propuestas (Patience y Wolynetz, 1990), sin que por el momento supongan una mejora sensible.

$$BE = (Na/23 + K/39 - Cl/35,5) \times 1000$$

El cuadro 1, muestra los valores del BE para algunas de las materias primas más utilizadas, la mayor parte de las cuales presentan un exceso de cationes. Las materias primas ricas en proteínas presentan un BE alto en razón de su alto contenido en potasio.

El balance electrolítico de las dietas depende principalmente del contenido en proteína y del tipo de suplemento de sodio utilizado. Hay que destacar que la reducción del nivel de proteína de la dieta, asociado a la utilización de aminoácidos de síntesis, se traduce en una fuerte disminución del BE.

Cuadro 1. CONTENIDO EN Na, K y Cl (g/kg) Y VALOR DEL BE Y VALOR DEL BE (meq/kg) DE ALGUNAS MATERIAS PRIMAS (SEGÚN INRA).

	Na	K	Cl	BE
Cebada	0,5	4,8	1,4	105
Trigo	0,5	4,0	0,6	107
Maíz	0,1	3,3	0,5	75
Mandioca	0,3	4,0	0,6	98
Salvado de trigo	0,4	12,7	0,7	322
Meq/kg MS de soja	0,1	21,0	0,5	527
Meq/kg MS de colza	0,7	12,5	0	350
Guisantes	0,1	11,0	0,3	277
L-Lisina HCl	0	0,3	194	-5464
Sal	394	0	60,6	45
Bicarbonato de Na	277	0	0	12000

Fuente: www1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98CAPV.pdf. (2005).

C. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES PARA PORCINOS EN CRECIMIENTO Y ENGORDE.

<http://www.zoetecnocampo.com>. (2005), Se considera que en las condiciones actuales, la eficiencia de retención del nitrógeno consumido por cerdos de engorde entre 20 y 95 kg no supera el 35%, es decir que el 65% del nitrógeno del pienso es eliminado en los purines. Dicha ineficiencia en la retención de nitrógeno es atribuible a:

- Las características del animal. Las pérdidas obligatorias de nitrógeno estarán directamente relacionadas con las necesidades proteicas de mantenimiento del animal y los factores que las afecten.
- Las características del alimento. Alimentos con una menor digestibilidad o disponibilidad contribuirán en una mayor medida a la excreción nitrogenada, y por último.
- A la precisión en el aporte de nutrientes para satisfacer los requerimientos nutritivos del animal. Si el aporte de aminoácidos excede los requerimientos,

éstos serán metabolizados y el nitrógeno eliminado. Por otro lado, si no existe un exceso de aminoácidos, pero uno de ellos es limitante respecto a la proteína ideal, éste aminoácido nos limitará la síntesis proteica y el resto de aminoácidos serán catabolizados (y el N eliminado).

Éste tercer punto es cuantitativamente el más importante, y además es el que es más susceptible de una actuación por nuestra parte. En el caso teórico de que el aporte de aminoácidos en la dieta fuera exactamente la cantidad requerida por el animal, la excreción total de nitrógeno podría disminuir a la mitad de la actual. Si se considera la totalidad de cerdos engordados durante un año en España, esto significaría que la cantidad de nitrógeno excretado pasaría de las 100.000 toneladas actuales a alrededor de 50.000 Tm.

Para poder aproximarnos a dicho equilibrio óptimo, son necesarios un buen conocimiento del aporte de nutrientes disponibles por parte del alimento y de la cantidad de nutrientes requerida por el animal. La publicación de las nuevas recomendaciones del NRC para porcino (NRC, 1998), son sin duda un paso adelante para conseguir una mejor precisión en la definición de los requerimientos nutritivos. Ello sin duda permitirá un mejor ajuste de los requerimientos y la utilización de dietas con un bajo contenido en proteína, sin que el rendimiento productivo se vea afectado.

D. NECESIDADES NUTRITIVAS PARA CERDOS

El requerimiento de un nutriente para un cerdo o un grupo de cerdos en particular podría definirse como la mínima cantidad de dicho nutriente que permita una óptima respuesta asumiendo que el resto de nutrientes no sean limitantes.

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

Las necesidades también pueden variar según qué tipo de respuesta pretendamos conseguir de ellos. Existen numerosos ensayos en la bibliografía en los cuales se han determinado distintas necesidades para los mismos animales dependiendo del criterio de respuesta escogido. Así pues, las necesidades para un máximo crecimiento no serán las mismas que para un mínimo índice de conversión o un máximo contenido magro en la canal. El presente trabajo, se concentrará en los requerimientos de aminoácidos y de energía, puesto que son los más importantes desde un punto de vista cuantitativo, sin olvidar por ello la importancia cualitativa de un aporte equilibrado de vitaminas y minerales.

1. Necesidades de Mantenimiento

Las necesidades de mantenimiento de un aminoácido se definen como la cantidad del mismo que se requiere para mantener el equilibrio nitrogenado. Para ello el aporte de aminoácido debe ser igual a las pérdidas obligatorias del mismo. Las necesidades de mantenimiento deben pues reemplazar a las cantidades perdidas en orina, por descamación de la piel, pérdida de pelo y secreciones intestinales endógenas, así como aquellos aminoácidos que sufren una modificación irreversible, se utilizan para la síntesis de otras sustancias no nitrogenadas o que se pierden debido a la oxidación basal de los aminoácidos.

La cantidad de aminoácido necesaria para el mantenimiento está en función del peso metabólico del animal. Fuller y cols. (1989), concluyeron que las necesidades de lisina para mantenimiento son de $36 \text{ mg /kg}^{0.75}$ por día. Los mismos autores han descrito la reacción entre las necesidades de lisina y el resto de aminoácidos esenciales (proteína ideal), para mantenimiento, lo que permite calcular las necesidades del resto de aminoácidos.

Las necesidades energéticas de mantenimiento son la suma de energía necesaria para mantener las funciones vitales, la temperatura corporal y la actividad física sin que se produzca ganancia ni pérdida de tejidos (o energía), por parte del animal. Al igual que en el caso de los aminoácidos, las necesidades energéticas de mantenimiento están en función del peso metabólico del animal, y como término medio se considera que (en condiciones de termoneutralidad), equivalen

a 106 kcal EM / kg^{0.75}.

Dichas necesidades de mantenimiento, sin embargo pueden verse afectadas en situaciones en las que el animal esté expuesto a una temperatura por debajo de su zona de confort térmico. Un animal se encuentra por debajo de su temperatura de confort cuando necesita poner en marcha mecanismos de termogénesis (p ej. temblores), para mantener su temperatura corporal. La temperatura mínima de termoneutralidad puede variar según factores tales como el peso y engrasamiento del animal o las condiciones de alojamiento (individual o en grupo).

2. Necesidades de Crecimiento

En cerdos de engorde las necesidades de aminoácidos para el crecimiento equivalen a las de deposición de proteína, y generalmente representan el 90-95% de total de las necesidades, como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. PATRÓN ESTIMADO (PROTEÍNA IDEAL) DE LAS NECESIDADES DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES (% LISINA) PARA MANTENIMIENTO Y PARA DEPOSICIÓN DE PROTEÍNA. FULLER Y COLS. (1989).

Aminoácidos	Mantenimiento	Deposición Proteína
Treonina	147	69
Valina	56	77
Met+Cys	136	53
Metionina	25	28
Isoleucina	44	63
Leucina	64	115
Phe+Tyr	103	124
Fenilalanina	50	60
Lisina	100	100
Triptófano	31	18

Fuente: <http://www.zoetecnocampo.com>. (2005).

Las necesidades de aminoácidos para crecimiento estarán pues condicionadas por la deposición proteica del cerdo en cuestión. El NRC (1998), recomienda que para depositar 100 g de proteína son necesarios 12 g de lisina digestible ileal

verdadera. Las necesidades del resto de aminoácidos esenciales pueden ser calculadas a partir del patrón de la proteína ideal para deposición proteica.

Las necesidades energéticas de crecimiento son la suma de energía necesaria para la deposición de proteína y para la deposición de lípidos. Se considera que para depositar un gramo de proteína son necesarias 10.6 kcal de EM, y que para depositar un gramo de grasa se requieren 12.5 kcal de EM (Tess y cols. 1984). Cabe destacar sin embargo que las necesidades para depositar tejido magro (23% de proteína), y tejido adiposo (90% de grasa), son de 2.44 y 11.25 kcal EM por gramo depositado respectivamente. Por ello en términos de coste energético para crecimiento es mucho más eficiente el crecimiento en forma de tejido magro que en forma de tejido adiposo.

E. DETERMINACIÓN PRÁCTICA DE LAS NECESIDADES NUTRITIVAS CON UNA APROXIMACIÓN FACTORIAL.

Como se ha descrito anteriormente se dispone de valores que describen las necesidades de cada uno de los nutrientes para los componentes de mantenimiento y crecimiento.

Desde un punto de vista práctico las necesidades deben de expresarse en términos de gramos por día o mejor aún de porcentaje en el pienso. Para poder expresar las necesidades en gramos por día es necesario conocer (1) el peso del animal, (2) la cantidad máxima de proteína que es capaz de depositar y (3) la mínima relación grasa: proteína que depositará el animal. El peso del animal indicará las necesidades de mantenimiento. Las necesidades de crecimiento vendrán determinadas por la deposición de proteína en el caso de los aminoácidos y por la mínima relación grasa: proteína depositada en el caso de la energía. La suma de los valores obtenidos para mantenimiento y crecimiento nos van a definir la relación lisina/energía óptima en cada caso. Para expresar dichas necesidades como porcentaje de la dieta nos hará falta además conocer cuál va a ser el consumo diario de pienso.

La deposición de proteína está influenciada por factores ligados al potencial de crecimiento magro de animal (genética, edad, sexo), o factores del ambiente que

le rodea (clima, instalaciones, densidad de alojamiento, estado sanitario). Para poder estimar la deposición proteica es necesario tener en cuenta todos estos factores y cuantificar su efecto. Existen modelos matemáticos de predicción que permiten calcular la deposición de proteína en cualquier momento a partir del peso del animal y de los factores de variación mencionados. Las recientes recomendaciones del NRC (1998), incluyen un modelo que realiza dicha cuantificación a partir de la deposición media de tejido magro entre 20 y 120 kg (calculada a partir del porcentaje de magro de la canal y del número de días que dura el engorde), y de una curva estándar de deposición de proteína, que describe la evolución de la deposición proteica al o largo de la vida del animal. La forma de dicha curva de deposición proteica puede ser modificada por el usuario (en el caso que se disponga de dicha información para el tipo genético y sexo de sus animales), como se observa en el cuadro 3.

Cuadro 3. CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES VARIABLES DEL MODELO.

PARÁMETRO	Media	STD	Máximo	Mínimo
Masa proteica a la madurez (PTMX, kg)	22,77	2,65	31,52	14,04
Masa proteica a 105 kg de peso vivo (kg)	16,37	0,77	17,44	12,60
Masa de lípidos a 105 kg de peso vivo (kg)	27,11	3,07	42,40	23,00
Tasa media de depósito de proteína (g/d)	119,40	15,03	141,71	59,55
Tasa media de depósito de lípidos (g/d)	225,66	9,04	256,44	211,18

Fuente: <http://www.zoetecnocampo.com>. (2005).

La mínima relación grasa: proteína depositada, también estará influenciada por factores ligados al animal (genética, edad, sexo), y coincide con la deposición de grasa obtenida con el mínimo consumo de energía necesario para satisfacer las necesidades de mantenimiento y de máxima deposición proteica. Una vez

satisfechas estas mínimas necesidades el excedente de energía consumida será depositado en forma de tejido adiposo. En la práctica, la mayoría de los animales son alimentados *ad libitum* y en muchos casos el consumo de energía supera las necesidades. Cuando se produzca ésta situación (y no se realice alimentación restringida), la relación lisina/energía deberá ser ajustada para evitar un consumo de proteína en exceso que no va a poder ser utilizada y cuyo nitrógeno será eliminado en los purines.

F. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES Y PLAN DE ALIMENTACIÓN PARA LA ETAPA DE CRECIMIENTO Y TERMINACIÓN

1. Requerimientos nutricionales

En esta etapa dado que los aminoácidos y la energía son los nutrientes con mayor peso económico se trata de hacer el mayor número posible de fases de alimento ya que los requerimientos nutricionales en esta etapa van variando cada 5 kg de peso.

Los esquemas más sencillos son de 2 alimentos: uno de 25 a 50 Kg. (crecimiento), y otro de 50 a 105 Kg. (terminación), pero se pueden llegar a hacer 4 o 5 alimentos y a su vez a partir de los 50 kg de peso se pueden hacer alimentos para machos y hembras por separados ya que tienen diferentes requerimientos, mostrado en el cuadro 4.

Cuadro 4. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS EN LA FASE DE CRECIMIENTO Y TERMINADO PARA CERDOS.

Nutriente	Crecimiento 25-50 kg	Terminación 50-105 kg.
E.Met.(Kcal./Kg.)	3300	3250
Proteína (%)	18	16,50
Lisina (%)	1,05	1,00
Calcio (%)	0,78	0,75
Fósforo Disp.(%)	0,32	0,30

Fuente: Vetifarma. (2005).

Los machos consumen más, tienen mejor crecimiento, pero peor conversión y magro. En los cuadros 5, 6 y 7, se indican los requerimientos nutricionales para la etapa de Crecimiento y Terminación.

Cuadro 5. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS EN LA FASE DE TERMINADO PARA NACHOS.

Nutriente	Terminación 50-80 kg	Terminación 80-105 kg.
E.Met.(Kcal./Kg.)	3230	3200
Proteína (%)	16	15,00
Lisina (%)	1,00	0,85
Calcio (%)	0,75	0,70
Fósforo Disp.(%)	0,30	0,28

Fuente: (Vetifarma2005).

Cuadro 6. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS EN LA FASE DE TERMINADO PARA HEMBRAS.

Nutriente	Terminación 50-80 kg	Terminación 80-105 kg.
E.Met.(Kcal./Kg.)	3250	3250
Proteína (%)	17	16,00
Lisina (%)	1,04	0,95
Calcio (%)	0,75	0,70
Fósforo Disp.(%)	0,30	0,28

Fuente: (Vetifarma 2005).

De esta forma se pueden ir agregando las fases que consideremos necesarias hasta llegar a rangos de 5 kg de peso.

Cuadro 7. PROTEÍNA IDEAL PARA LOS CERDOS EN LA FASE DE ENGORDE.

Aminoácido	%
Lisina	100
Met. + Cist	60
Treonina	65
Triptofano	18

Fuente: Vetifarma. (2005).

2. Plan de Alimentación para la etapa de Engorde

El plan de alimentación para la etapa de engorde se puede hacer por fases de acuerdo a los rangos de peso del cerdo o se puede hacer por días de consumo o por presupuesto de alimento.

El número de fases o la forma de administrar va a depender del tipo de instalación y del manejo de cada granja buscando siempre lo más simple y efectivo.

Los resultados del desempeño del cerdo moderno en la etapa de crecimiento y terminación pueden ser influenciadas directamente por factores nutricionales, genéticos, sanitarios y de manejo.

Muchos factores extra nutricionales, como densidad de animales, temperatura ambiente, calidad del aire, sanidad, manejo, etc., pueden influir sobre la ganancia diaria, índice de conversión y calidad de res.

Cuando la temperatura ambiente desciende demasiado, el cerdo necesita más cantidad de alimento destinado a las necesidades de mantenimiento y por el contrario cuando la temperatura se eleva se deprime el consumo, alterándose los índices productivos.

Dado que el costo de alimentación representa alrededor del 60 % del costo total de producción, la conversión alimenticia pasa a ser un factor de suma importancia. Dicho índice está siendo mejorado constantemente por las líneas

genéticas, debiéndose expresar dicho potencial al máximo.

Otro factor importante es el consumo de alimento. Como dijimos anteriormente es afectado por factores extra nutricionales, los cuales se deben ajustar al máximo. Para lograr buenos consumos y bajo índice de conversión se deben controlar los comederos, que estén en cantidad suficiente (de acuerdo a las recomendaciones de cada fabricante) y que no desperdicien alimento. También es importante para mantener buenos niveles de consumo contar con la cantidad adecuada de chupetes y que tengan la correcta presión para poder aportar el agua en cantidad suficiente.

El agua debe ser limpia y fresca y se debe analizar en forma periódica.

3. Necesidades

La fijación de proteínas es de un 16% para un animal de tipo magro y 15 para un no mejorado, el cerdo retiene para la síntesis proteica solo el 50% del total de lisina ingerida, y esta representa el 7% del total de la proteína fijada. Las necesidades proteicas varían entre sexo teniendo el macho entero el mayor requerimiento seguido por las hembras y por último el macho castrado. Los excesos de proteínas tampoco son beneficiosos porque el organismo debe gastar energía para poder deshacerse de ella.

La energía neta disponible por el animal en principio es utilizada para la formación de tejido muscular, de acuerdo al potencial genético y al equilibrio de aminoácidos de la ración, la energía excedente es depositada como tejido adiposo.

La energía de mantenimiento requerida por el cerdo representa el 40% del total, siendo esta de 250Kcal por peso 0.60 para animales de 20 a 100 kg de Líneas magras mantenidos a 22 grados.

Por cada grado centígrado que la temperatura desciende por debajo de los 23 grados, las necesidades de mantenimiento se incrementan en 3.7 Kcal/EM/Kg 0,75.

Para formar un gramo de músculo necesita 2.8Kcal/EM y para formar uno de grasa necesita 9.7 Kcal/EM, además por cada gramo de proteína el animal gana 4.4 gramos de peso mientras que por cada gramo de lípidos solo gana un gramo de peso.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo investigativo se realizó en la Unidad Académica de Producción Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH; ubicada a 1 1/2 Km de la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo.

El trabajo experimental tuvo una duración de 120 días los mismos que comprendieron 60 días para la etapa de crecimiento y 60 días para la etapa de engorde, como se ilustra en el cuadro 8.

Cuadro 8. CONDICIONES METEREOLÓGICAS DE LA ESPOCH.

PARÁMETRO	PROMEDIO
Altitud, msnm	2754
Temperatura, °C	13.36
Humedad relativa, %	64.00
Viento, m/s	2.06
Precipitación, mm	490.80

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Recursos Naturales. (2011).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para el desarrollo del presente estudio se utilizó 15 cerdos de la raza Landrace – York Shire de 20,50 kg de peso aproximadamente, con una edad de 60 días, en donde cada animal representa una unidad experimental.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- Alimento Balanceado con 120 meq/kg de MS.
- Alimento Balanceado con 170 meq/kg de MS.

- Alimento Balanceado con 220 meq/kg de MS.
- Desparasitantes.
- Materiales de Oficina.

2. Equipos

- Equipo para limpieza y desinfección.
- Equipo veterinario.
- Cámara fotográfica.
- Balanza.

3. Instalaciones

Se utilizaron las instalaciones de la Unidad Productiva Porcina de la F.C.P. ESPOCH, que están adecuadas para trabajos de investigación.

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente estudio evaluó el efecto de diferentes balances electrolíticos en la dieta de cerdos en crecimiento y engorde, el mismo que contó con 3 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento. Los mismos que se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar, de acuerdo al siguiente modelo lineal aditivo:

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

Donde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

u = Media general.

α_i = Efecto de los diferentes niveles de balances electrolíticos.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

El esquema del experimento utilizado se encuentra ilustrado en el cuadro 9.

Cuadro 9. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos	N.B.E.	T.U.E.	# Rep.	Anim. / Trat.
T1	120 meq/kg de MS.	1	5	5
T2	170 meq/kg de MS	1	5	5
T3	220 meq/kg de MS.	1	5	5
TOTAL ANIMALES				15

Fuente: <http://www.zoetecnocampo.com>. (2005).

T.U.E. = Tamaño de la unidad experimental.

N.B.E. = Niveles de Balance Electrolítico.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Período de Crecimiento

- Peso inicial (60 días de edad), 20 Kg.
- Peso final (120 días de edad), Kg.
- Consumo total de alimento, Kg.
- Ganancia de peso total, Kg.
- Conversión alimenticia.
- Costo por Kg. de ganancia de peso, USD.
- Mortalidad, %.

2. Periodo de Engorde

- Peso inicial (120 días de edad), Kg.
- Peso final (180 días de edad), Kg.
- Consumo total de alimento, Kg.
- Ganancia de peso total, Kg.
- Conversión alimenticia.
- Costo por Kg. de ganancia de peso, USD.
- Mortalidad, %.
- Peso a la canal, Kg.
- Rendimiento a la canal, %.

- Beneficio Costo, USD.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA).
- Separación de medias de acuerdo a la Prueba de Tukey al nivel de significancia de $P \leq 0.05$.
- Análisis de la regresión para establecer las líneas de tendencia.

De acuerdo a lo anterior el esquema del análisis de la varianza se halló estructurado como se ve en el cuadro 10.

Cuadro 10. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	14
Tratamientos	2
Error experimental	12

Fuente: Guillermo, G. (2012).

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Preparación del Material Experimental y adecuación de las Instalaciones para recibir a los animales destinados para la investigación.
- Desinfección de los animales para un estricto control sanitario.
- Adaptación de los animales a las nuevas instalaciones.
- Selección de 15 cerdos destetados y ubicación en cada corral.
- Inicio del trabajo experimental, con los animales ya ubicados en los corrales, empezamos a dar el alimento con la respectiva dosis balance electrolítico en el balanceado por 120 días respectivamente, tiempo que dura la investigación.

- Preparamos las dietas con los niveles diferentes de balance electrolítico para cada tratamiento y finalmente se realizó la tabulación de datos de toda la información recogida durante la investigación.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La presente investigación se desarrolló en la Unidad Productiva Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se utilizó 15 cerdos y se procedió a pesarlos, para en lo posterior empezar a suministrar la dieta en la presente investigación, durante 120 días, de acuerdo a las fórmulas y requerimientos nutricionales detallados en los Cuadros 11 y 12.

Se midió el desperdicio/día, estos pasos fueron registrados para la evaluación.

Las ganancias de peso se determinaron por diferencia de pesos y estas fueron registradas en forma individual en forma periódica y total.

G.P. = Peso Final – Peso Inicial

La conversión alimenticia se calculó por la relación entre el consumo total de materia seca/animal/día y la ganancia de peso total cada 15 días.

$$\text{Conversión} = \frac{\text{Consumo de Materia Seca (Kg.)}}{\text{Ganancia de peso en (Kg.)}}$$

El Beneficio/costo como indicador de la rentabilidad se estimó mediante la relación de los Ingresos totales para los Egresos Totales.

$$\text{Beneficio/ Costo} = \frac{\text{Ingresos Totales \$}}{\text{Egresos Totales \$}}$$

Rendimiento a la Canal = peso vivo/ peso a la canal

Cuadro 11. COMPOSICIÓN Y APORTES NUTRICIONALES DE LA DIETA DE CERDOS EN CRECIMIENTO.

MATERIA PRIMA	BALANCES ELECTROLÍTICOS		
	120 meq/KgMS	170 meq/KgMS	220 meq/KgMS
MAIZ a	50,73	50,72	50,70
H SOYA 48	24,59	24,59	24,59
POLVILLO ME	10,00	10,00	10,00
AFRECHO DE	8,00	8,00	8,00
ACEITE DE P	3,50	3,50	3,50
CARBONATO D	1,27	1,27	1,27
FOSFATO DIC	1,14	1,14	1,14
BICARBONATO	0,07	0,11	0,17
SAL	0,14	0,11	0,07
PREMIX CERD	0,25	0,25	0,25
L LISINA	0,10	0,10	0,10
ANTIMICOTIC	0,10	0,10	0,10
ATRAPADOR TOX	0,10	0,10	0,10
DL METIONIN	0,02	0,02	0,02
TOTAL	100,01	100,01	100,01
COST/KG	0,575	0,585	0,595

NUTRIENTE	120 meq/KgMS	170 meq/KgMS	220 meq/KgMS
PROTEINA C	18,00	18,00	18,00
MET+CIS	0,60	0,60	0,60
METIONINA	0,30	0,30	0,30
LISINA	1,00	1,00	1,00
TRIPTOFANO	0,22	0,22	0,22
TREONINA	0,70	0,70	0,70
ARGININA	1,20	1,20	1,20
GRASA	6,50	6,50	6,50
FIFRA CRUD	4,92	4,92	4,92
CALCIO	0,79	0,79	0,79
FOSFORO T	0,76	0,76	0,76
FOSFORO D	0,36	0,36	0,36
ACIDO LINO	1,73	1,73	1,73
SODIO	0,19	0,19	0,19

COLORO	0,28	0,28	0,28
CENIZA	4,14	4,14	4,14
E MET CERD	3164,34	3164,34	3164,34
LIS Dig Ce	0,84	0,84	0,84
M+C Dig Ce	0,53	0,53	0,53
TRE Dig Ce	0,55	0,55	0,55
MATERIA SECA	88,00	88,00	88,00

Elaboración: Córdoba, J. (2011).

Cuadro 12. COMPOSICIÓN Y APORTES NUTRICIONALES DE LA DIETA DE CERDOS EN ENGORDE.

BALANCES ELECTROLÍTICOS			
MATERIA PRIMA	120 meq/KgMS	170 meq/KgMS	220 meq/KgMS
MAIZ a	59,96	59,95	59,93
H SOYA 48	13,73	13,73	13,73
POLVILLO ME	10,00	10,00	10,00
AFRECHO DE	10,23	10,23	10,23
ACEITE DE P	3,00	3,00	3,00
CARBONATO D	1,41	1,41	1,41
FOSFATO DIC	0,82	0,82	0,82
BICARBONATO	0,07	0,11	0,17
SAL	0,14	0,11	0,07
PREMIX CERD	0,25	0,25	0,25
L LISINA	0,15	0,15	0,15
ANTIMICOTIC	0,10	0,10	0,10
ATRAPADOR TOX	0,10	0,10	0,10
DL METIONIN	0,05	0,05	0,05
TOTAL	100,01	100,01	100,01
COST/KG	0,550	0,560	0,570

NUTRIENTE	120 meq/KgMS	170 meq/KgMS	220 meq/KgMS
PROTEINA C	14,00	14,00	14,00
MET+CIS	0,53	0,53	0,53
METIONINA	0,28	0,28	0,28
LISINA	0,75	0,75	0,75

TRIPTOFANO	0,16	0,16	0,16
TREONINA	0,52	0,52	0,52
ARGININA	0,87	0,87	0,87
GRASA	6,30	6,30	6,30
FIFRA CRUD	5,00	5,00	5,00
CALCIO	0,74	0,74	0,74
FOSFORO T	0,68	0,68	0,68
FOSFORO D	0,29	0,29	0,29
ACIDO LINO	1,87	1,87	1,87
SODIO	0,12	0,12	0,12
CLORO	0,17	0,17	0,17
CENIZA	3,70	3,70	3,70
E MET CERD	3142,00	3142,00	3142,00
LIS Dig Ce	0,62	0,62	0,62
M+C Dig Ce	0,46	0,46	0,46
TRE Dig Ce	0,41	0,41	0,41
MATERIA SECA	87,50	87,50	87,50

Fuente: Córdova, J. (2011).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LANDRACE-YORK ANTE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO.

1. Evaluación del peso corporal

Al iniciar la presente investigación el peso de los cerdos Landrace - York de 60 días de edad, presentaron promedios de 20.44, 20.64, y 20.48 Kg. respectivamente para los Tratamientos 120,170 y 220 de meq/kg MS en el alimento, disponiéndose de unidades experimentales homogéneas para el peso corporal.

El peso final de cerdos en la etapa de crecimiento difirió estadísticamente ($P < 0.05$), registrándose los mayores pesos corporales en los cerdos tratados con 170 de meq/kg MS en el alimento, con un peso promedio de 54.52 Kg. posteriormente se ubica el tratamiento 220 de meq/kg MS con 52.68 Kg. de peso y con menor peso los animales tratados con 120 de meq/kg MS con un promedio de 52.52 Kg.

Los resultados obtenidos en el presente ensayo son superiores a los reportados por Church, C. y Pond, V. (2006), quienes manifiestan que esta etapa va desde el destete hasta cuando los animales llegan a los 45 Kg. aproximadamente, lo que pudo haber sido favorecido por un adecuado balance electrolítico en la dieta, ya que de acuerdo a <http://masporcicultura.com/tasa-de-crecimiento-en-cerdos-de-engorde/> (2010), el balance electrolítico tiene que ver con los cationes (carga positiva) y aniones (carga negativa) que se hallan en ambos lados de las membranas biológicas regulando gran parte de la homeostasis (equilibrio). Los electrolitos que mas habitualmente se emplean en medicina son sodio (Na^+), cloro (Cl^-), potasio (K^+), magnesio (Mg^{++}), calcio (Ca^{++}), etc. Este equilibrio es importante entre otras cosas, del movimiento del agua corporal hacia uno u otro lado de las membranas además de ser importantes en innumerables funciones biológicas.

Respecto a estos resultados Lesur, L. (2005), manifiesta que la etapa de crecimiento de los cerdos va de las 7 a 9 semanas, hasta cuando alcanzan entre 60 a 80 kg de peso, por lo que la utilización de electrolitos en la dieta en nuestra investigación tiene un efecto significativo, ya que el promedio obtenido para esta variable es similar.

Por su parte la ganancia de peso alcanzada al finalizar la etapa de crecimiento, presentó diferencias estadísticas ($P < 0.05$), así los cerdos alimentados con 170 de meq/kg MS en la dieta presentó la mayor ganancia de peso con 33.88 Kg, seguido por los animales alimentados con 220 y 120 de meq/kg MS con un promedios de 32.20 y 32.08 Kg de ganancia de peso en su orden.

Los resultados determinados en el presente estudio se hallan relacionados a lo descrito por Álvarez, P. (1995), quien indica que 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 y electrolíticos, lo que ocasiona mayor incidencia de enfermedades y mortalidad, así como una disminución de los niveles de producción esperados, es por ello que con un adecuado nivel de electrolitos los animales producen eficientemente, mientras que si se sobrepasa este nivel existen alteraciones metabólicas que desfavorecen a la producción.

Además estos resultados son superiores a los obtenidos por Herald, G. (2005), quien al utilizar bicarbonato en la etapa de crecimiento de cerdos obtuvo una ganancia de peso de 30.0 kg, durante esta etapa.

2. Consumo de alimento

El consumo total de Alimento, no difirió estadísticamente en los diferentes tratamientos evaluados en el presente estudio, sin embargo se apreció diferencias numéricas entre las medias de los tratamientos evaluados, así el promedio de consumo de alimento en los cerdos tratados con balanceados elaborados a base de diferentes niveles de balances electrolíticos fue de 95.17 Kg./cerdo, debido a que el suministro de alimento fue estándar y el desperdicio fue bajo.

Los consumos diarios determinados en la presente investigación presentan promedios inferiores a los descritos Galvéz, J. (2005), ya que indica que durante la etapa de crecimiento los animales consumen de 1.0 a 2.5 Kg, llegando a un consumo acumulado de 131.0 Kg al finalizar la etapa, posiblemente se halle relacionado a la raza de los animales.

3. Conversión Alimenticia

La Conversión Alimenticia de cerdos Landrace - York, alimentados a base de diferentes niveles de meq/kg MS, presentó diferencias significativas ($P < 0.05$), es así que los cerdos tratadas a base de 170 de meq/kg MS presentó el mejor índice de conversión alimenticia, con promedio de 2.81, seguido por los cerdos que fueron alimentados a base de 220 de meq/kg MS que presentó una conversión alimenticia de 2.95 y con menor eficiencia se obtuvo a los animales alimentados con el 120 de meq/kg con un promedio de 2.98.

4. Costo por Kg. de ganancia de peso

El costo de alimentación para alcanzar un Kg. de ganancia de peso en cerdos Landrace - York, presentó diferencias estadísticas ($P < 0.05$), es así que los cerdos alimentados a base del 170 de meq/kg MS registró un menor costo por cada Kg. de peso ganado de los 60 a 120 días de edad, con un costo de 1.64, USD, mientras que el mayor costo en la alimentación para alcanzar un Kg. de ganancia de peso, se alcanzó con los nivel 220 y 120 de meq/kg MS con costos de 1.75 y 1.72 USD por cada Kg. de peso ganado en esta etapa respectivamente, como se muestra en el cuadro 13 y gráficos 5, 6, 7, 8.

Cuadro 13. EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE CERDOS LANDRACE-YORK, ANTE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA DURANTE LA ETAPA DE CRECIMIENTO.

Características	BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA (meq/Kg MS)			X	Prob.	CV (%)
	120	170	220			
Peso Inicial, (60 Días), Kg	20,44	20,64	20,48	20,52	-	3.05
Peso Final (120 Días), Kg	52,52 b	54,52 a	52,68 ab	53,24	0,0241 *	2.05
Ganancia de Peso, Kg	32,08 b	33,88 a	32,20 b	32,72	0,0404 *	3.34
Consumo de Alimento, Kg	95,50 a	95,00 a	94,99 a	95,17	0,2134 ns	0.51
Conversión Alimenticia	2,98 a	2,81 b	2,95 ab	2,91	0,0342 *	3.38
Costo/Kg USD	1,72 ab	1,64 b	1,75 a	1,70	0,0293 *	3,41

Fuente: Guillermo, G. (2012).

Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey ($P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$).

Prob: Probabilidad.

CV (%): Porcentaje de Coeficiente de Variación.

ns: Diferencia no significativa entre promedios.

** : Diferencia altamente significativa entre medias de los tratamientos.

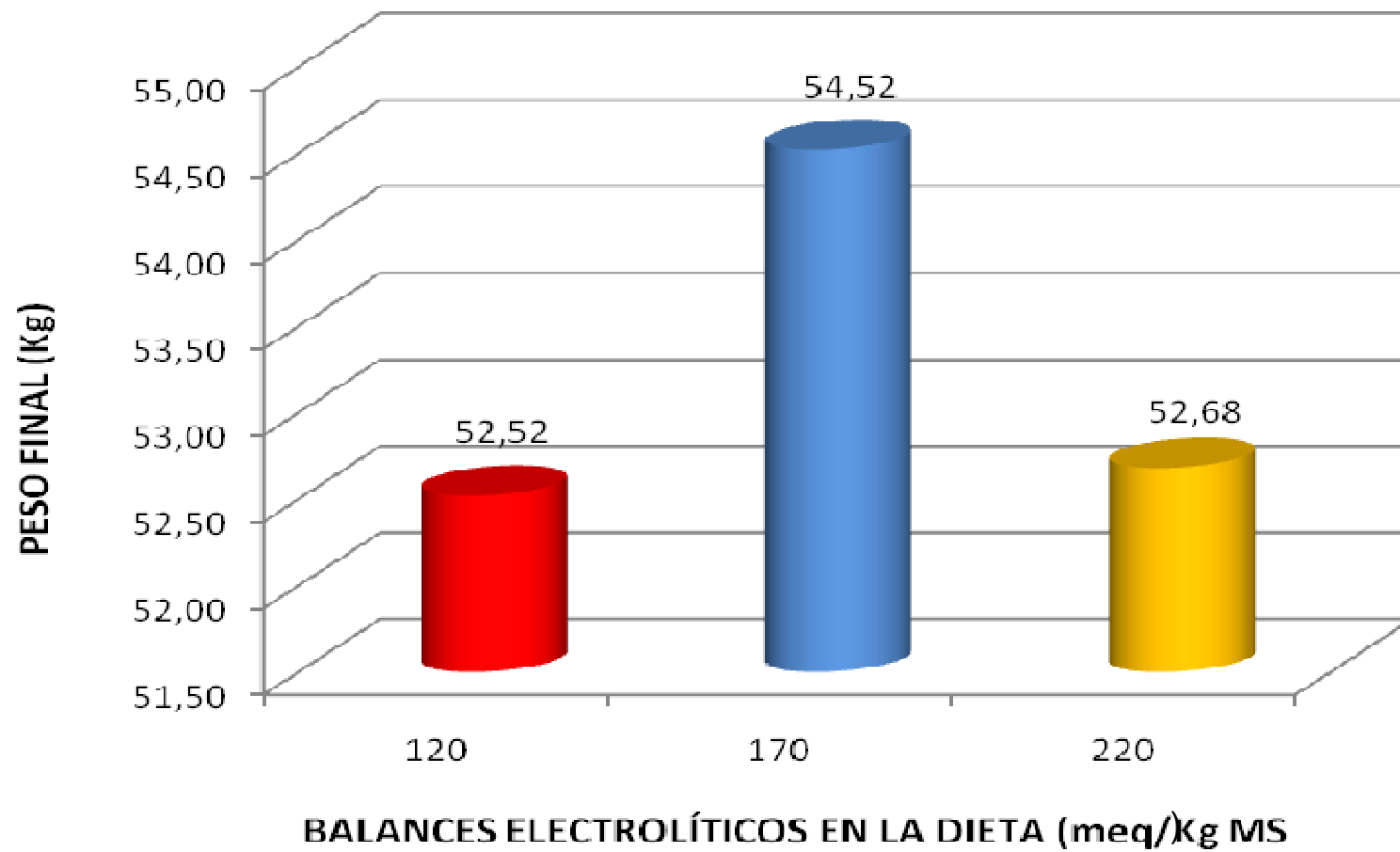


Gráfico 5. Peso Final, en cerdos York-Landrace en la etapa de crecimiento, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.

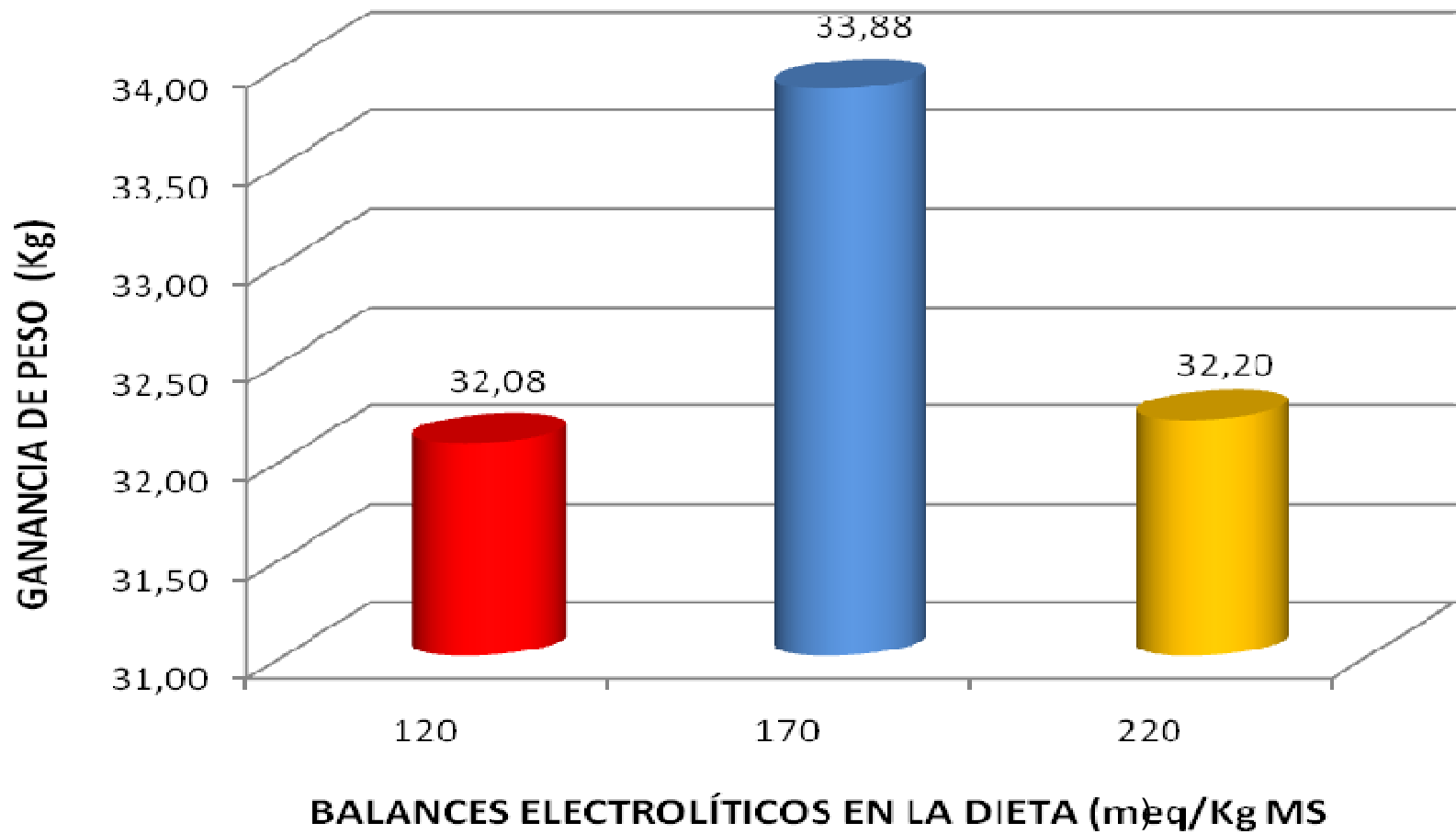


Gráfico 6. Ganancia de peso, en cerdos York-Landrace en la etapa de crecimiento, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.

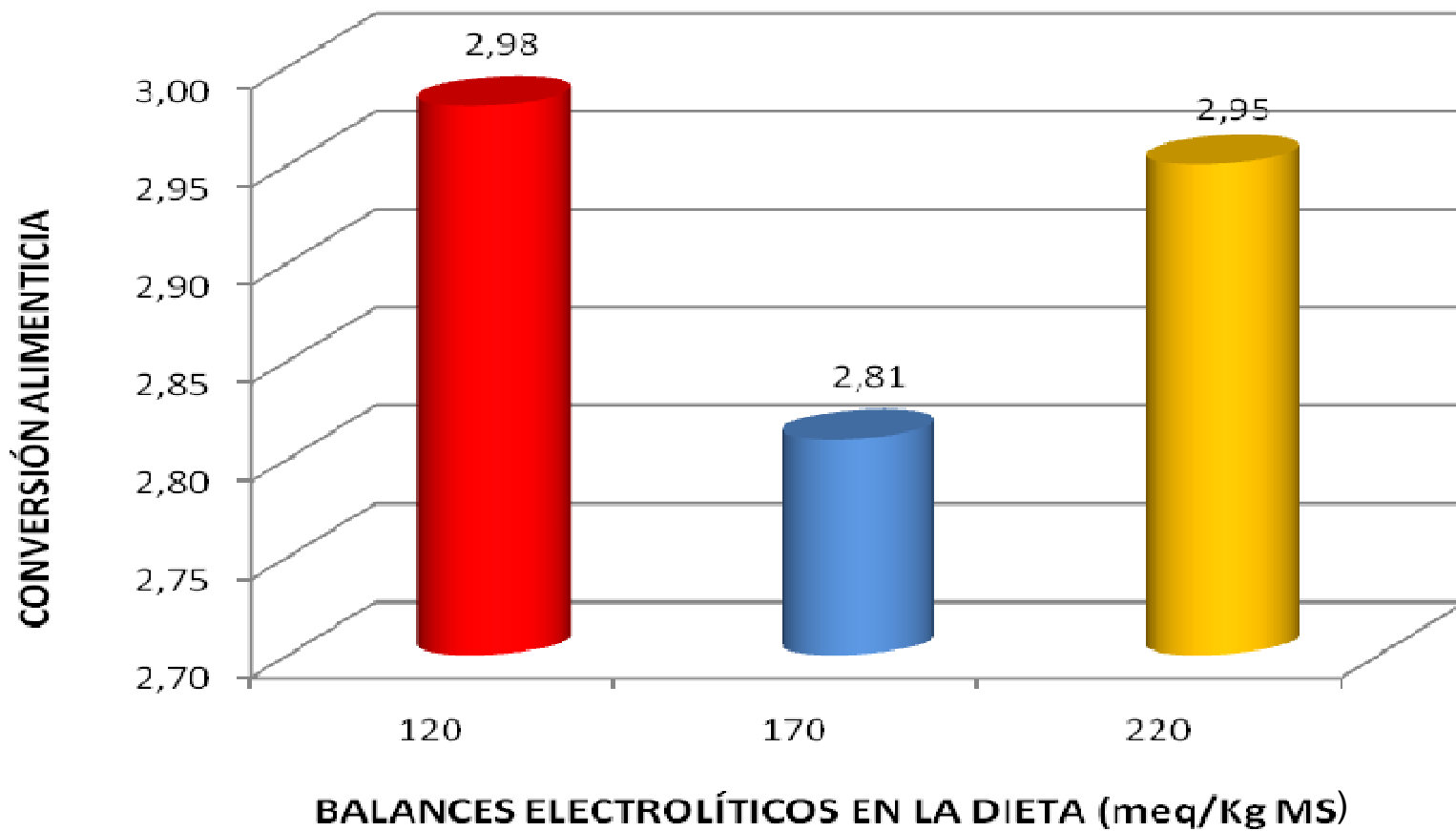


Gráfico 7. Conversión alimenticia, en cerdos York-Landrace en la etapa de crecimiento, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.

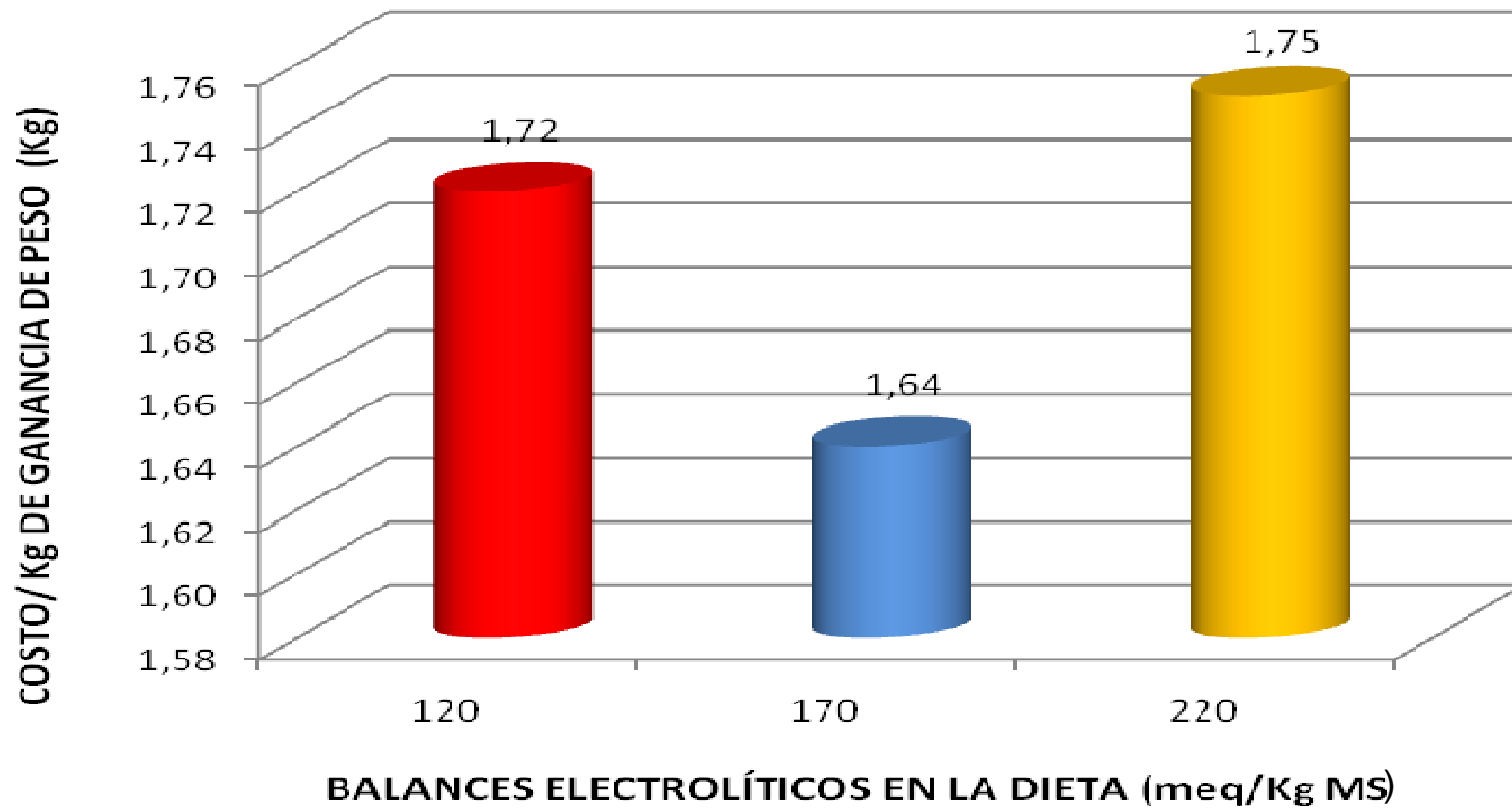


Gráfico 8. Costo/Kg de ganancia de peso, en cerdos York-Landrace en la etapa de crecimiento, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.

B. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LANDRACE-YORK ANTE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA DURANTE LA ETAPA DE ENGORDE.

1. Evaluación del peso corporal

El peso inicial de los cerdos Landrace- York, al inicio de la etapa de engorde presentó diferencias estadísticas ($P < 0.05$), registrándose los mayores pesos corporales en los cerdos tratadas con 170 de meq/kg MS en el alimento, con un peso promedio de 54.52 Kg. posteriormente se ubica el tratamiento 220 de meq/kg MS con 52.68 Kg. de peso y con menor peso los animales tratados con 120 de meq/kg MS con un promedio de 52.52 Kg.

El peso final de los cerdos a los 180 días de edad presentó diferencias altamente significativas ($P > 0.05$), registrándose los mayores pesos en los animales tratadas con 170 de meq/kg MS en el alimento, con un peso promedio de 89.95 Kg. posteriormente se ubica el tratamiento 220 de meq/kg MS con 84.54 Kg. de peso y con menor peso final los animales alimentados con 120 de meq/kg MS en la dieta con un promedio de 82.14 Kg, como se observa en el gráfico 9.

El promedio obtenido para el peso final en los cerdos tratados con 170 de meq/kg MS en el alimento es similar al descrito por Church, C. y Pond, V. (2006) quienes manifiestan que la etapa de ceba o engorde va desde que los animales han alcanzado pesos entre 40 a 45 Kg. hasta cuando alcanzan 90 Kg. de peso vivo, sin embargo este peso va ha estar relacionado a la raza de los animales, coincidiendo con lo descrito por Gálvez, B. (2005), quien menciona que en experimentos de nutrición se ha determinado que a una edad de 6 meses, los cerdos pueden alcanzar un peso de 90 kilos.

Por su parte Easter, P. y Ellis, J. (2007), manifiestan que 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.

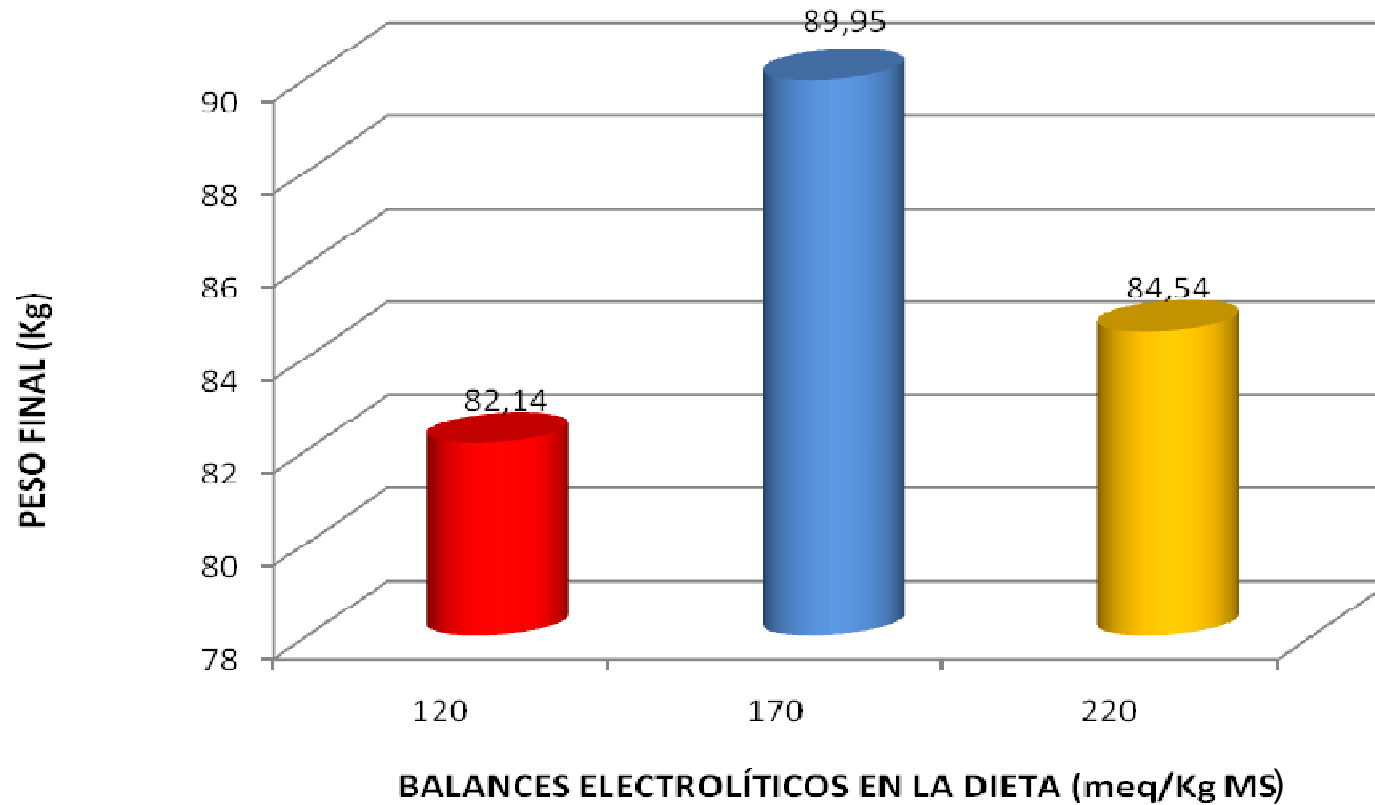


Gráfico 9. Peso Final, en cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.

La ganancia de peso alcanzada al finalizar la etapa de engorde, presentó diferencias altamente significativas ($P > 0.05$), así los cerdos tratados con 170 de meq/kg MS en la dieta presentó la mayor ganancia de peso con 35.43 Kg, seguido por los animales alimentados con 220 de meq/kg MS con un promedio de 31.86 Kg de ganancia de peso, finalmente con menor ganancia de peso se observó a los animales tratados con 120 de meq/kg MS con 29.62 Kg.

Respecto a estos resultados Easter, P. (2007), manifiesta 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, lo que se ve favorecido desde la etapa anterior, ya que con un nivel adecuado de electrolitos <http://masporcicultura.com/tasa-de-crecimiento-en-cerdos-de-engorde/> (2010), indica que la relación entre la cantidad de iones ingeridos y eliminados por la orina, heces o sudor, en fisiología, los iones primarios de los electrolitos son sodio (Na^+), potasio (K^+), calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), cloruro (Cl^-), hidrógeno fosfato (HPO_4^{2-}) y bicarbonato (HCO_3^-), el balance de electrolitos entre el medio intracelular y el extracelular es importante ya que afectan y regulan la hidratación del cuerpo, pH de la sangre y son críticos para las funciones de los nervios y los músculos, por lo que el suministro de electrolitos en la dieta debe ser el óptimo de acuerdo a los resultados determinados en la presente investigación.

Así también mediante análisis de regresión se estableció un modelo de segundo grado para la predicción de la Ganancia de peso en cerdos Landrace-York, en función de diferentes balances electrolíticos en la dieta durante la etapa de engorde, presentando un coeficiente de determinación de 87.8 % que indica la cantidad de varianza explicada por el modelo, como se ve en el gráfico 10.

El modelo de regresión obtenido es el siguiente:

$$\text{GP} = - 22,62 + 0,6605 \text{ BE} - 0,001877 \text{ BE}^2$$

$$s = 0,998853 \quad r^2 = 87,8\% \quad r = 0.9370$$

Donde:

GP: Ganancia de peso en cerdos Landrace-York Shire.

BE: Balances electrolíticos en la dieta.

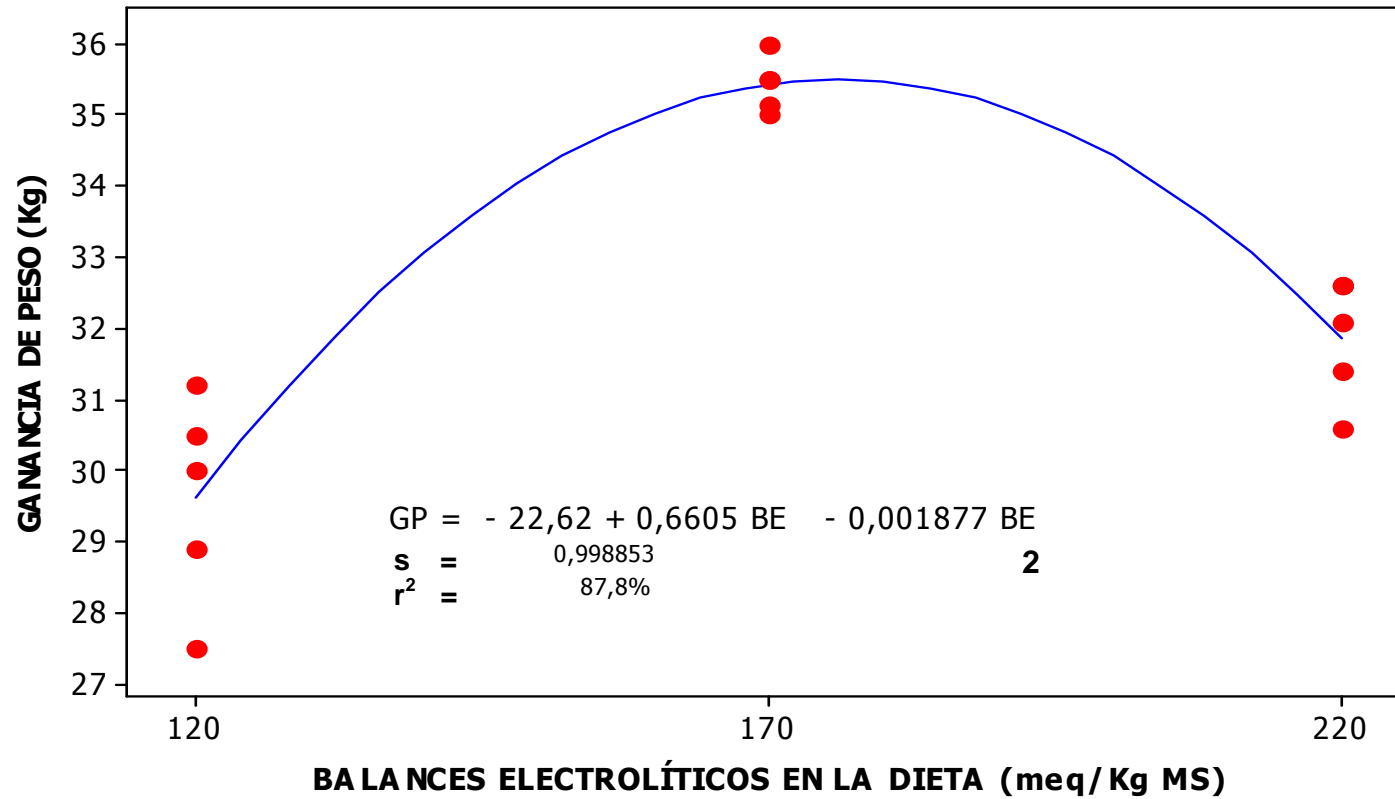


Gráfico 10. Tendencia de la regresión para Ganancia de Peso, en cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.

2. Consumo de alimento

Para esta variable, los resultados no difirieron estadísticamente en los diferentes tratamientos evaluados, así el promedio de consumo de alimento en los cerdos tratados con balanceados elaborados a base de diferentes niveles de meq/kg MS fue de 161.85 Kg./cerdo.

Los consumos diarios determinados en la presente investigación presentan promedios inferiores a los descritos Galvéz, J. (2005), ya que indica que durante la etapa de engorde los animales consumen de 2.56 a 3.13 Kg, llegando a un consumo acumulado de 170 Kg al finalizar la etapa, posiblemente se halle relacionado a la raza de los animales.

3. Conversión Alimenticia

La Conversión Alimenticia de cerdos Landrace - York, alimentadas a base de diferentes niveles de meq/kg MS, presentó diferencias altamente significativas ($P > 0.05$), es así que los cerdos tratadas con balaceados elaborados a base de 170 de meq/kg MS presentó el mejor índice de conversión alimenticia, con promedio de 4.56, seguido por los cerdos que fueron alimentados a base de 220 de meq/kg MS que presentó una conversión alimenticia de 5.10 y con menor eficiencia se obtuvo a los animales alimentados con el 120 de meq/kg con un promedio de 5.46.

Los resultados obtenidos para esta variable se hallan relacionados a lo descrito en www.pintaluba.com/ftp/Bicarbonato_S_dico_en_porcino_LOGO.pdf. (2006), donde se manifiesta que el organismo está constituido por dos tercios de agua, que se reparten entre los compartimientos intracelular (60%), y extracelular (40%).

La homeostasis del animal depende del equilibrio entre estos compartimentos que a su vez, se basa en mecanismos de regulación que permiten utilizar el agua y los electrolitos (Na^+ , K^+ , Cl^- y HCO_3^-), suministrados por los alimentos manteniendo el equilibrio hídro-electrolítico del organismo. El alimento influye igualmente en el equilibrio ácido- base del cerdo. El pH sanguíneo es normalmente de 7.4-7.5 y el

pH urinario es inferior a 7, lo cual indica que el metabolismo y el mismo alimento, conllevan a una sobrecarga ácida que el animal tiene que eliminar. El poder acidogénico o alcalinogénico del alimento se puede evaluar a partir del balance del anión indeterminado que resulta de la diferencia entre cationes ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) y aniones ($\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{HPO}_4^{2-} + \text{SO}_4^{2-}$). Aunque sea el más correcto, en nutrición de monogástricos se suele únicamente considerar el balance entre los iones monovalentes ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$), o sea, el llamado balance electrolítico (dEB; Mongin, 1981), por razones de simplicidad y disponibilidad de resultados de análisis. Cuanto más bajo es el dEB, más acidogénico es el alimento y, a la inversa, cuanto más alto es el dEB más alcalinogénico es el alimento, lo que se vio favorecido al utilizar 170 meq/kg MS.

Por otro lado mediante análisis de regresión se estableció un modelo de segundo grado para la predicción de la Conversión alimenticia en cerdos Landrace-York, en función de diferentes balances electrolíticos en la dieta, durante la etapa de engorde, presentando un coeficiente de determinación de 84.8 % que indica la cantidad de varianza explicada por el modelo, que se observa en el cuadro 14 y el gráfico 11.

El modelo de regresión obtenido es el siguiente:

$$\text{CA} = 13,45 - 0,1009 \text{ BE} + 0,000286 \text{ BE}^2$$

$$s = 0,174136 \quad r^2 = 84,8\% \quad r = 0.9209$$

Donde:

CA: Conversión alimenticia en cerdos Landrace-York Shire.

BE: Balances electrolíticos en la dieta.

Cuadro 14. EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE CERDOS LANDRACE-YORK, ANTE LA INFLUENCIA DE DIFERENTES BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA DURANTE LA ETAPA DE ENGORDE.

Características	BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA (meq/Kg MS)			– X	Prob.	CV (%)
	120	170	220			
Peso Inicial, (120 Días), Kg	52,52 b	54,52 a	52,68 ab	53,24	0,0241 *	2.05
Peso Final (180 Días), Kg	82,14 c	89,95 a	84,54 b	85,54	0,0001 **	0.73
Ganancia de Peso, Kg	29,62 c	35,43 a	31,86 b	32,30	0,0001 **	3.09
Consumo de Alimento, Kg	161,39 a	161,71 a	162,43 a	161,85	0,0855 ns	0.42
Conversión Alimenticia	5,46 a	4,56 c	5,10 b	5,04	0,0001 **	3.45
Costo/Kg USD	3,00 a	2,56 b	2,91 a	2,82	0,0001 **	3,42
Peso a la Canal, Kg	63,75 b	72,96 a	64,68 b	67,13	0,0001 **	1.49
Rendimiento a la Canal, %	77,61 b	81,12 a	76,51 b	78,41	0,0001 **	1.37

Fuente: Guillermo, G. (2012).

Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey ($P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$).

Prob: Probabilidad.

CV (%): Porcentaje de Coeficiente de Variación.

ns: Diferencia no significativa entre promedios.

** : Diferencia altamente significativa entre medias de los tratamientos.

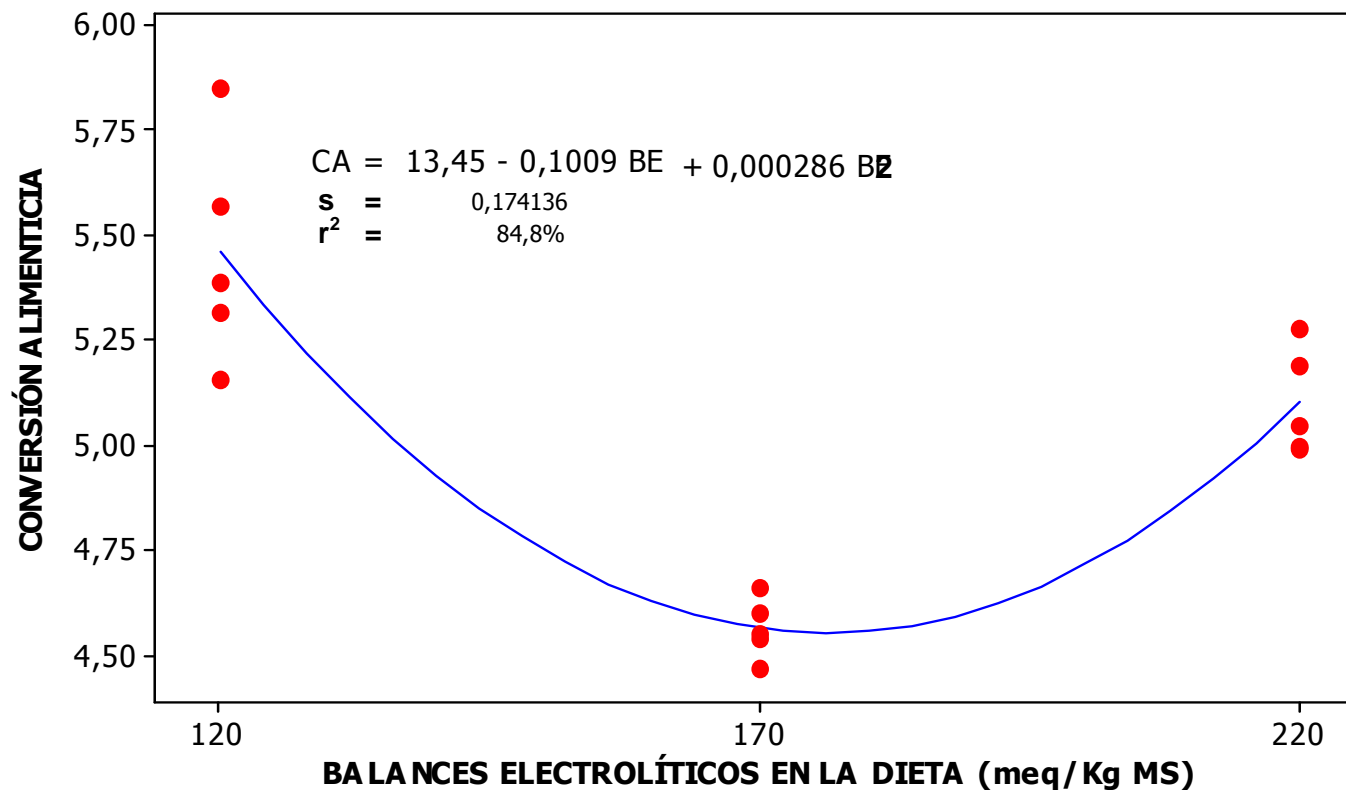


Gráfico 11. Tendencia de la regresión para la Conversión Alimenticia, en cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.

4. Costo por Kg. de ganancia de peso

El costo de alimentación para alcanzar un Kg. de ganancia de peso en cerdos Landrace – York en la etapa de engorde registró diferencias altamente significativas ($P>0.05$), es así que los cerdos alimentados a base del 170 meq/kg MS registró un menor costo por cada Kg. de peso ganado, con un costo de 2.56, USD, mientras que el mayor costo en la alimentación para alcanzar un Kg. de ganancia de peso, se alcanzó con los nivel 220 y 120 de meq/kg MS con costos de 2.91 y 3.00 USD por cada Kg. de peso ganado en esta etapa respectivamente.

5. Peso a la canal

El peso a la canal en los cerdos Landrace - York presentó diferencias altamente significativas ($P>0.05$) determinándose que el mayor peso a la canal reportó los cerdos tratados con balanceados elaborados a base de 170 de meq/kg MS con 72.96 Kg, seguido por los tratamientos 220 y 120 de meq/kg MS con pesos a la canal de 64.68 y 63.75 Kg respectivamente.

6. Rendimiento a la canal

El rendimiento a la canal en los cerdos Landrace - York registró diferencias altamente significativas ($P>0.05$) determinándose que el mayor rendimiento a la canal presentó los cerdos tratados con 170 de meq/kg MS con 81.12 Kg, seguido por los animales de los tratamientos 220 y 120 de meq/kg MS con rendimientos a la canal de 76.51 y 77.61 Kg respectivamente.

Mediante análisis de regresión se estableció un modelo de segundo grado para la predicción del Rendimiento a la Canal en cerdos Landrace-York, en función de diferentes balances electrolíticos en la dieta, durante la etapa de engorde, presentando un coeficiente de determinación de 80.7 % que indica la cantidad de varianza explicada por el modelo.

El modelo de regresión obtenido es el siguiente:

$$RC = 36,06 + 0,5410 BE - 0,001624 BE^2$$

$$s = 1,07467 \quad r^2 = 80,7\% \quad r = 0.8983$$

Donde:

RC: Rendimiento a la Canal en cerdos Landrace-York Shire.

BE: Balances electrolíticos en la dieta.

C. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA CRÍA Y ENGORDE DE CERDOS LANDRACE-YORK, CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA.

Se determinó los mejores indicadores de beneficio costo para los cerdos alimentados con una ración elaborada a base de 170 de Meq/kg MS, con un índice de Beneficio - Costo de 1.22 USD, lo que quiere decir que por cada dólar invertido en las etapas de Crecimiento-Engorde de Cerdos Landrace – York, utilizando este balance electrolítico en el alimento, se tiene un beneficio neto de 0.22 USD. Posteriormente se registró los índices de beneficio costo de los niveles 220 y 120 Meq/kg MS que alcanzaron valores de 1.07 y 1.08 USD durante el tiempo de experimentación, como podremos observar en el cuadro 15, y los gráficos 12 y 13.

Los indicadores económicos obtenidos demuestran que la utilización de un adecuado balance electrolítico, permite mejorar los rendimientos económicos de la cría y engorde de cerdos, al obtener buenos parámetros productivos, obteniéndose una rentabilidad de 22 % que al compararlo con las tasas bancarias que en el mejor de los casos es del 5 %, la diferencia económica es significativa, dependiendo de los niveles de inversión.

Cuadro 15. ESTUDIO ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE CERDOS LANDRACE-YORK, EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO - ENGORDE, CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA.

CONCEPTO	BALANCES ELECTROLÍTICOS EN LA DIETA (meq/Kg MS)		
	120	170	220
EGRESOS			
Cotización de Animales ¹	250,0	250,0	250,0
Alimento Crecimiento ²	274,6	277,9	282,6
Alimento Engorde ³	443,8	452,8	462,9
Sanidad ⁴	5,0	5,0	5,0
Servicios Básicos ⁵	1,7	1,7	1,7
Mano de Obra ⁶	66,7	66,7	66,7
Depreciación de Inst. y Equipos ⁷	3,3	3,3	3,3
TOTAL EGRESOS	1045,05	1057,33	1072,19
INGRESOS			
Venta de Animales ⁸	1115,6	1276,8	1131,9
Estiércol ⁹	10,0	10,0	10,0
TOTAL INGRESOS	1125,6	1286,8	1141,9
BENEFICIO/COSTO (USD)	1,08	1,22	1,07

1: \$ 50/Lechón 20 kg.

2: \$ 0,575/Kg BE120; 0,585/Kg BE170; 0,595/Kg BE220.

2: \$ 0,55/Kg BE120; 0,56/Kg BE170; 0,57/Kg BE220.

4: \$ 1,0/Vacuna y Desparasitante/Animal.

5: \$ 5/Servicios Básicos.

6: \$ 50/Mes/Mano de Obra.

7: \$ 10/Depreciación de Instalaciones.

8: \$ 3,5 /Kg a la Canal.

9: \$ 10/Estiércol/Tratamiento.

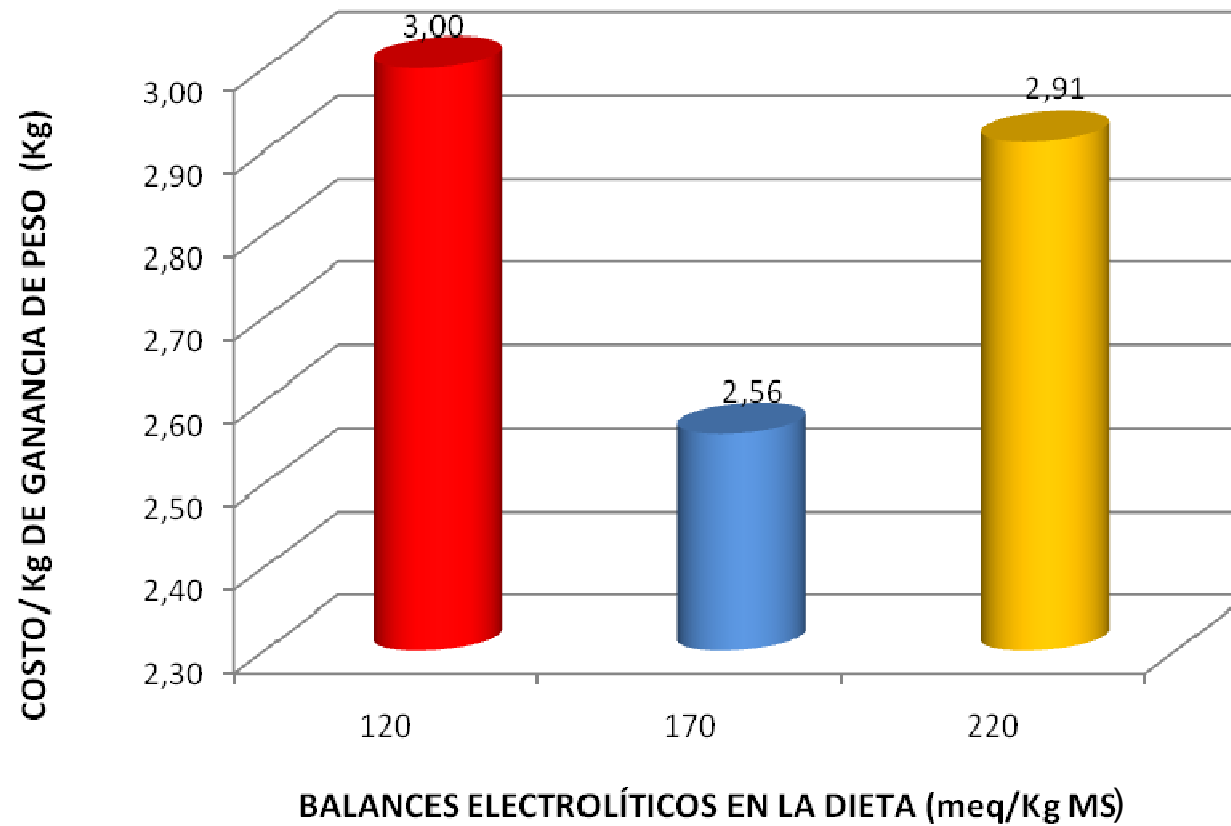


Gráfico 12. Costo/Kg de ganancia de peso, en cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.

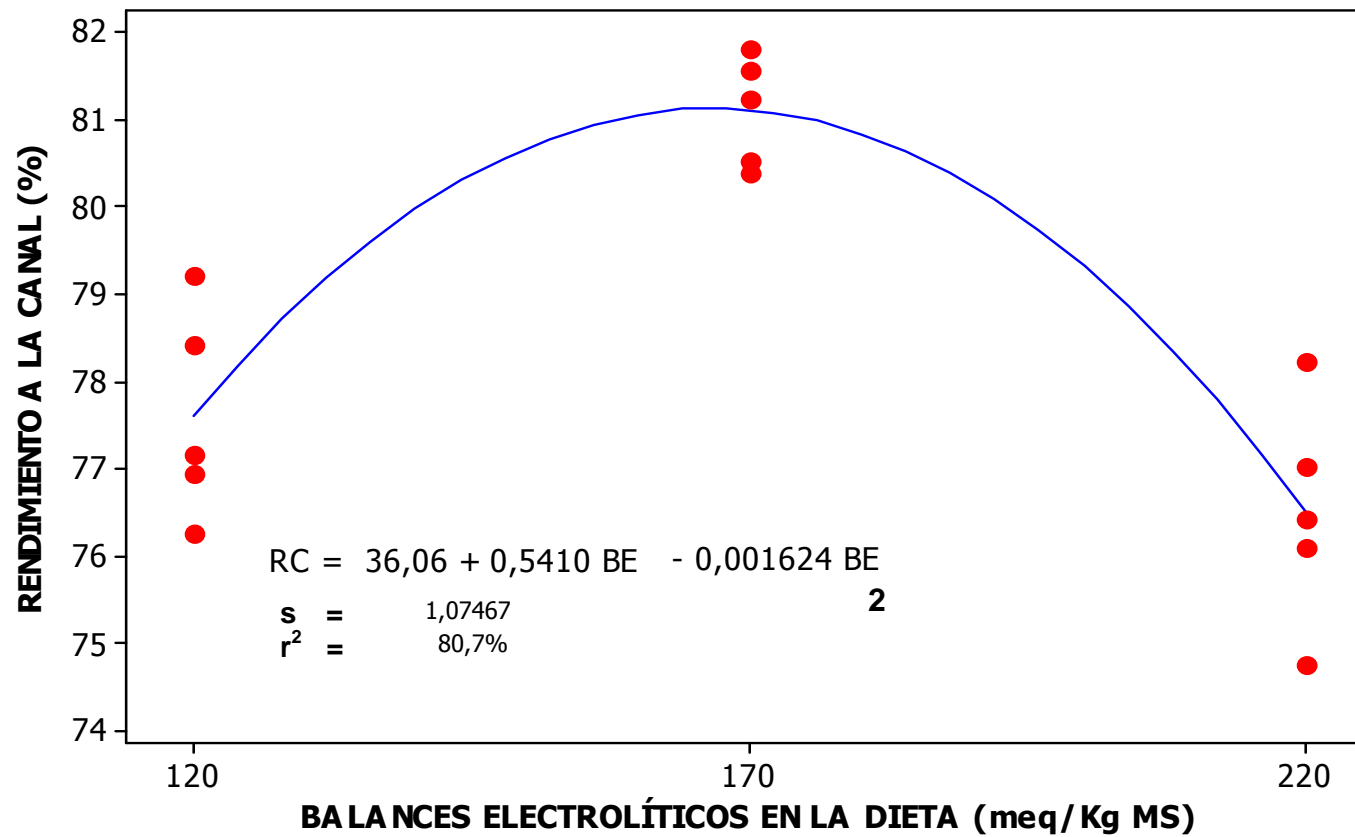


Gráfico 13. Tendencia de la regresión para el Rendimiento a la Canal de cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.

V. CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que:

1. Los mejores rendimientos productivos en cerdos Landrace – York durante la etapa de crecimiento, fueron determinados mediante la utilización de 170 Meq/kg MS en la dieta, determinándose una ganancia de peso de 33.88 Kg y un conversión alimenticia de 2.81.
2. Durante la etapa de engorde los mejores rendimientos productivos fueron determinados al utilizar 170 Meq/kg MS en la dieta, registrándose una ganancia de peso de 35.43 Kg, una conversión alimenticia de 2.56 y 81.12 % de rendimiento a la canal.
3. Los parámetros productivos de cerdos Landrace – York, en función de los niveles crecientes de electrolíticos al finalizar la etapa de engorde, tienen un comportamiento cuadrático, tanto en ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal lo que indica que se ha identificado un límite máximo de utilización de electrolitos dentro de la formulación de raciones para cerdos en crecimiento y engorde.
4. Se obtuvo el mayor índice de Beneficio - Costo mediante la utilización de 170 Meq/kg MS con 1.22 USD, lo que quiere decir que por cada dólar invertido en las etapas de Crecimiento-Engorde de Cerdos Landrace – York se tiene un beneficio neto de 0.22 USD, lo cual resulta significativo dentro de la producción pecuaria.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

1. Utilizar un máximo de 170 Meq/kg MS en la dieta para la alimentación de cerdos Landrace – York, en las etapas de Crecimiento y Engorde, ya que se prevé mejores rendimientos productivos de acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio.
2. Difundir los resultados obtenidos en la presente investigación a nivel de granjas semi-intensivas, lo que permitirá mejorar el aprovechamiento de los nutrientes contenidos en los alimentos por los cerdos y mejorar los rendimientos económicos de los productores.
3. Realizar otras investigaciones para determinar el nivel óptimo de electrolitos en las dietas de cerdas durante las etapas de Gestación y Lactancia.

VII. LITERATURA CITADA

1. ALVAREZ, P. 1995. La alimentación de animales monogástricos. sn. st., Madrid, España. Edit. Mundi Prensa, p 21.
2. CHURCH, C. y POND, V. 1996. Fundamentos De Nutrición Y Alimentación De Animales. 5a ed. México D.F. México edit. Limusa. pp. 89 -95.
3. EASTER, P y ELLIS, J 2007. Nutrimient Requirements of Swire, Edit. National Academy, Colombia. pp. 289-290.
4. GÁLVEZ, B. 2005. Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistries. Edit. Arlington. Virginia. pp. 45, 48.
5. HERALD, G. 2005. FEDNA-Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Programas de alimentación en avicultura: ponedoras comerciales. sn. Madrid, España. se. p 423.
6. <http://www.fao.org/docrep/T0690S/t0690s08.htm>. (2005).
7. <http://www.visionveterinaria.com>. (2006).
8. <http://www.portalveterinaria.com/sections.php>. (2009).
9. <http://www1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98CAPV.pdf>. (2005).
10. http://www.pintaluba.com/ftp/Bicarbonato_S_dico_en_porcino_LOGO.pdf. (2006).
11. <http://masporcicultura.com/tasa-de-crecimiento-en-cerdos-de-engorde/>. (2010).
12. <http://www.zoetecnocampo.com/forog/Forum9/HTML/000190.html>. (2005).
13. http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/nutricion_porcina_09-2010_requerimientos_nutricionales_y_plan_de_alimentacion_para_la_eta_pa_de_crecimiento_y_terminacion.html

14. LESUR, L. 2005. Crecimiento y engorde del lechón. Edit. Asa, Argentina. pp 24, 28.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de las características productivas de cerdos York-Landrace en la etapa de crecimiento, bajo la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.

a. PESO INICIAL

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	4.82400000			
Tratamiento	2	0.11200000	0.05600000	0.14	0.8685
Error	12	4.71200000	0.39266667		

%CV	DS	MM
3.053758	0.626631	20.52000

Tukey	Media	N	Tratamiento
A	20.6400	5	170
A	20.4800	5	220
A	20.4400	5	120

b. PESO FINAL

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	26.69600000			
Tratamiento	2	12.35200000	6.17600000	5.17	0.0241
Error	12	14.34400000	1.19533333		

%CV	DS	MM
2.053556	1.093313	53.24000

Tukey	Media	N	Tratamiento
A	54.5200	5	170
B A	52.6800	5	220
B	52.5200	5	120

c. GANANCIA DE PESO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	24.44400000			
Tratamiento	2	10.12800000	5.06400000	4.24	0.0404
Error	12	14.31600000	1.19300000		

%CV	DS	MM
3.338158	1.092245	32.72000

Tukey	Media	N	Tratamiento
A	33.8800	5	170
B	32.2000	5	220
B	32.0800	5	120

d. CONSUMO DE ALIMENTO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	3.69036000			
Tratamiento	2	0.83748000	0.41874000	1.76	0.2134
Error	12	2.85288000	0.23774000		

%CV DS MM
0.512353 0.487586 95.16600

Tukey	Media	N	Tratamiento
A	95.5000	5	120
A	95.0080	5	170
A	94.9900	5	220

e. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	0.20429333			
Tratamiento	2	0.08789333	0.04394667	4.53	0.0342
Error	12	0.11640000	0.00970000		

%CV DS MM
3.381389 0.098489 2.912667

Tukey	Media	N	Tratamiento
A	2.98200	5	120
B A	2.95000	5	220
B	2.80600	5	170

f. COSTO/KG DE GANANCIA DE PESO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	0.07296000			
Tratamiento	2	0.03244000	0.01622000	4.80	0.0293
Error	12	0.04052000	0.00337667		

%CV DS MM
3.410158 0.058109 1.704000

Tukey	Media	N	Tratamiento
A	1.75400	5	220
B A	1.71600	5	120
B	1.64200	5	170

Anexo 2. Análisis de varianza de las características productivas de cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, bajo la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.

a. PESO INICIAL

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	26.69600000			
Tratamiento	2	12.35200000	6.17600000	5.17	0.0241
Error	12	14.34400000	1.19533333		
	%CV	DS	MM		
	2.053556	1.093313	53.24000		
	Tukey	Media	N	Tratamiento	
	A	54.5200	5	170	
	B A	52.6800	5	220	
	B	52.5200	5	120	

b. PESO FINAL

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	164.7905600			
Tratamiento	2	160.1284800	80.0642400	206.08	<.0001
Error	12	4.6620800	0.3885067		
	%CV	DS	MM		
	0.728634	0.623303	85.54400		
	Tukey	Media	N	Tratamiento	
	A	89.9520	5	170	
	B	84.5400	5	220	
	C	82.1400	5	120	

c. GANANCIA DE PESO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	97.89936000			
Tratamiento	2	85.92688000	42.96344000	43.06	<.0001
Error	12	11.97248000	0.99770667		
	%CV	DS	MM		
	3.092040	0.998853	32.30400		
	Tukey	Media	N	Tratamiento	
	A	35.4320	5	170	
	B	31.8600	5	220	
	C	29.6200	5	120	

d. CONSUMO DE ALIMENTO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	8.50777333			
Tratamiento	2	2.86085333	1.43042667	3.04	0.0855
Error	12	5.64692000	0.47057667		

%CV DS MM
0.423844 0.685986 161.8487

Tukey	Media	N	Tratamiento
A	162.4380	5	220
A	161.7140	5	170
A	161.3940	5	120

e. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	2.38957333			
Tratamiento	2	2.02569333	1.01284667	33.40	<.0001
Error	12	0.36388000	0.03032333		

%CV DS MM
3.454165 0.174136 5.041333

Tukey	Media	N	Tratamiento
A	5.4580	5	120
B	5.1020	5	220
C	4.5640	5	170

f. COSTO/KG DE GANANCIA DE PESO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	0.67376000			
Tratamiento	2	0.56172000	0.28086000	30.08	<.0001
Error	12	0.11204000	0.00933667		

%CV DS MM
3.421616 0.096626 2.824000

Tukey	Media	N	Tratamiento
A	3.00600	5	120
A	2.91000	5	220
B	2.55600	5	170

g. PESO A LA CANAL

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	269.3556000			
Tratamiento	2	257.4103600	128.7051800	129.30	<.0001
Error	12	11.9452400	0.9954367		

%CV DS MM
1.486244 0.997716 67.13000

Tukey	Media	N	Tratamiento
A	72.9640	5	170
B	64.6760	5	220
B	63.7500	5	120

h. RENDIMIENTO A LA CANAL

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	14	71.79120000			
Tratamiento	2	57.93228000	28.96614000	25.08	<.0001
Error	12	13.85892000	1.15491000		

%CV DS MM
1.370574 1.074667 78.41000

Tukey	Media	N	Tratamiento
A	81.1160	5	170
B	77.6060	5	120
B	76.5080	5	220

Anexo 3. Análisis de correlación para las características productivas de cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, en relación a diferentes niveles de balances electrolíticos en la dieta.

	Balances electrolíticos
Ganancia de peso Prob.	0.9370 0.0001
Conversión alimenticia Prob.	0.9209 0.0001
Rendimiento a la canal Prob.	0.8983 0.0001

Anexo 4. Análisis de varianza de la regresión para las características productivas de cerdos York-Landrace en la etapa de engorde, por efecto de la influencia de diferentes balances electrolíticos en la dieta.

a. GANANCIA DE PESO

$$GP = - 22,62 + 0,6605 BE - 0,001877 BE^2$$

$$s = 0,998853 \quad r^2 = 87,8\%$$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	85,9269	42,9634	43,06	0,000**
Error	12	11,9725	0,9977		
Total	14	97,8994			

Sequential Analysis of Variance

Source	DF	SS	F	P
Linear	1	12,5440	1,91	0,190
Quadratic	1	73,3829	73,55	0,000

b. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

$$CA = 13,45 - 0,1009 BE + 0,000286 BE^2$$

$$s = 0,174136 \quad r^2 = 84,8\%$$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	2,02569	1,01285	33,40	0,000**
Error	12	0,36388	0,03032		
Total	14	2,38957			

Sequential Analysis of Variance

Source	DF	SS	F	P
Linear	1	0,31684	1,99	0,182
Quadratic	1	1,70885	56,35	0,000

c. RENDIMIENTO A LA CANAL

$$RC = 36,06 + 0,5410 BE - 0,001624 BE^2$$

$$s = 1,07467 \quad r^2 = 80,7\%$$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	57,9323	28,9661	25,08	0,000**
Error	12	13,8589	1,1549		
Total	14	71,7912			

Sequential Analysis of Variance

Source	DF	SS	F	P
Linear	1	3,0140	0,57	0,464
Quadratic	1	54,9183	47,55	0,000