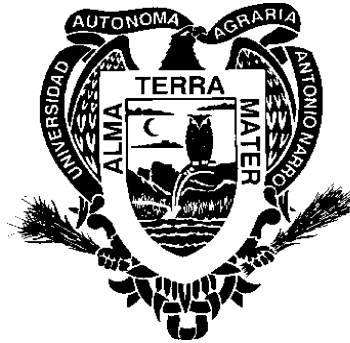


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**Evaluación de dos productos promotores de crecimiento,
Porcibiol-I y Porcibiol-II; y lisina en cerdos en etapa de
crecimiento.**

**Por:
VICTORINO DE JESÚS LEÓN**

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el título de:
Ingeniero Agrónomo Zootecnista**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2004

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

**Evaluación de dos productos promotores de crecimiento, Porcibiol-I y
Porcibiol-II; y lisina en cerdos en etapa de crecimiento.**

Por:

VICTORINO DE JESÚS LEÓN

TESIS

**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada:

M.C. MANUEL TORRES HERNÁNDEZ
Presidente del Jurado.

Q.F.B. OSCAR N. REBOLLOSO P.
Sinodal

M.C. ENRIQUE ESQUIVEL G.
Sinodal

DR. RAMÓN F. GARCÍA CASTILLO

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo de 2004

INDICE

	Pagina
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Justificación	3
1.3 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Los antibióticos promotores del crecimiento	4
2.2 Auxinas	7
2.3 Estudios de auxinas en animales	8
2.4 Las giberelinas	9
2.5 Biosíntesis	9
2.6 Modo de acción	10
2.7 Efectos biológicos de las giberelinas	10
2.8 Efectos fisiológicos de las giberelinas	11
2.9 Estudios de giberelinas en animales	11
2.10 Citoquininas	12
2.11 Estudios con citoquininas en animales	13
2.12 Descripción del porcibiol – I	13
2.13 Descripción del porcibiol – II	14
2.13.1 Aspectos químicos	14
2.13.2 Toxicidad	16
2.13.3 Enzimología del porcibiol – II	17
2.13.4 Mecanismos de acción y metabolismo	17
2.14 Suplementación con aminoácidos	17

2.15 Los aminoácidos en la nutrición de cerdos	19
2.15.1 Descripción física de la lisina	20
2.15.2 Signos de deficiencia de lisina	20
2.15.3 Cantidad de lisina en la dieta	20
2.15.4 Estudios con lisina en cerdos	20
III. MATERIALES Y METODOS	23
3.1 Localización	23
3.2 Animales experimentales	23
3.3 Tratamientos	24
3.4 Procedimiento experimental	24
3.5 Manejo de los animales	26
3.6 Tratamiento experimental	26
3.7 Diseño experimental	27
3.8 Variables que se midieron	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1 Ganancia diaria de peso	28
4.2 Ganancia total de peso	29
V. CONCLUSIONES	32
VI. LITERATURA CITADA	33

INDICE DE CUADROS

No. de cuadro	Pagina
1.- Análisis toxicológico sobre la materia prima del porcibiol – II	16
2.- Clasificación nutricional de aminoácidos esenciales o indispensables y no esenciales	22
3.- Numero de animales por grupo, en el experimento de cerdos alimentados con los diferentes productos	24
4.- Ingredientes de las raciones de iniciación y crecimiento para cerdos utilizados durante el periodo experimental	25
5.- Análisis bromatológico de las raciones de iniciación y crecimiento utilizadas durante el periodo experimental	25
6.- Resultados de la prueba de 0 – 42 días, para ganancia diaria de peso y ganancia total de peso	29

INDICE DE FIGURAS

No. de figura	pagina
1.- Ganancia diaria de peso y ganancia total en la etapa de 0 a 42 días	30

DEDICATORIA

A DIOS:

Por iluminarme por el camino de la vida, darme paciencia y fortaleza para salir adelante.

A MIS PADRES:

GUADALUPE DE JESÚS LIMÓN

MARIA JOSEFA LEÓN MONTERO

Por su gran amor, confianza y ejemplo, porque me inculcaron los principios de superación sin importar condiciones limitantes. Quienes me enseñaron que las restricciones materiales son solo una ilusión cuando en verdad se desea alcanzar un objetivo. Que Dios los bendiga y guarde para siempre. Los amo mucho.

Con cariño e infinito agradecimiento a mis hermanos quienes siempre me aconsejaron y alentaron para seguir adelante con mis estudios. Gracias.

ADRIANA PLATERO ANDRADE

Por su apoyo y comprensión incondicional, que me ha brindado en los buenos y malos momentos que hemos pasado.

A mis amigos del alma: Ysela, Calixto, Gregorio, Pedro, gracias por tenerme paciencia y por permitirme ser su amigo.

AGRADECIMIENTOS

A ti señor, por tu infinita bondad derramada sobre cada uno de nosotros. Muchas gracias.

A MI ALMA MATER

Por haberme recibido en su seno y abrirme las puertas para formarme como profesionista y ser parte de ella, y alcanzar otro objetivo mas en mi vida.

Al M.C. Manuel Torres Hernández, por su gran desempeño como asesor, así como por su desinteresada labor de apoyo y amistad brindada, por lo cual se ve enriquecido el presente trabajo.

Al Q. F. B. Oscar N. Reboloso Padilla, gracias por su excelente asesoría, por todas sus enseñanzas y su atenta amabilidad.

Al M.C. Enrique Esquivel Gutiérrez, gracias por su contribución y asesoría en esta investigación.

Al personal de la unidad porcina y demás amigos, que hicieron posible la culminación de esta investigación.

RESUMEN

El objeto de esta prueba fue evaluar dos productos promotores de crecimiento porcibiol –I y porcibiol –II y el aminoácido lisina administrada a los cerdos en cada uno de los cuatro tratamientos en la etapa de crecimiento.

En la etapa de crecimiento, se consideró T1= alimento testigo, T2= 20 g de porcibiol – I/50 kg de alimento, T3= 20 g de porcibiol – II/50 kg de alimento. Este producto se basa principalmente en las fitohormonas (giberelinas y citocininas). T4= 30 g de lisina/50 kg de alimento, el cual esta constituido por una hormona (giberelina) y el aminoácido lisina.

En la etapa experimental se estudiaron las variables, ganancia diaria de peso y ganancia total.

El experimento se llevó a cabo en la unidad porcina de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, con una duración de 42 días (considerando 8 días de adaptación) en los meses de febrero a marzo de 2004.

Se utilizaron 20 lechones (15 hembras y 5 machos) de cruza de diferentes razas; con un rango inicial de 18 a 30 kg de peso inicial, presentando diferentes porcentajes de hibridación entre las razas Yorkshire,

Landrace y Hampshire, divididos en cuatro tratamientos y cinco repeticiones, cada animal se consideró como una unidad experimental.

La ganancia diaria de peso (GDP) para los diferentes tratamientos, fue la siguiente: T1= 0.8380, T2= 0.8480, T3= 0.9180 y T4= 0.9060 kg respectivamente. No se encontró diferencia significativa ($P>0.05$) entre los tratamientos para esta variable.

Para la variable ganancia total de peso se obtuvo T1= 35.3660, T2= 35.7799, T3= 38.7999 y T4= 38.3400 kg respectivamente. No se encontró diferencia significativa ($P>0.05$) entre los tratamientos para esta variable al igual que para GDP.

Se concluye que la respuesta a estos promotores de crecimiento no fue importante aun cuando el tratamiento T3 (20 gr de porcibiol – II/50 kg de alimento) y el tratamiento T4 (30 gr de lisina/50 kg de alimento) fueron ligeramente superiores (0.080 y 0.068 gr respectivamente) sobre el tratamiento testigo T1.

I. INTRODUCCIÓN

La época actual, en continua evolución, talvez siempre ocurra así; sin embargo, esto no significa que ahora se estén llevando a cabo cambios radicales con mas rapidez que antes. Los agricultores se están enfrentando a una situación llena de cambios rápidos, que se traducen en el planteamiento de un mayor numero de problemas sobre los cuales tiene que tomar decisiones importantes y precisas.

La cría de cerdos no es una excepción a esta situación, pues casi todo lo referente a la porcicultura está cambiando, incluso las razas. Las viejas razas que se habían restablecido han cambiado, y han surgido nuevas razas. Por supuesto que también hay nuevos y mejores métodos de alimentación. El uso de nuevas drogas esta ayudando a combatir los parásitos y las enfermedades.

En los últimos años, la investigación en el campo de la nutrición ha sido tan fructífera que han cambiado rápidamente las prácticas alimenticias. El aspecto mas sorprendente de esta situación es que tales cambios han sido de naturaleza fundamental. Para conseguirlo es necesario contar con algún agente intermediario que ayude a lograr mayor peso de los animales en menor tiempo y sin incrementar por arriba de los limites normales el consumo de alimento por el animal.

La mayoría de los expertos convienen en que las naciones subdesarrolladas, deben obtener sus alimentos de sus propias fincas, ranchos y pesquerías. Es por eso que las investigaciones deben encaminarse hacia la búsqueda de soluciones mas idóneas que permitan ayudar preponderantemente a los agricultores y ganaderos para que ellos mismos puedan cubrir sus necesidades alimenticias.

El uso de los promotores de crecimiento en la producción animal no es del todo reciente, ya que su utilización se remonta al año de 1949, cuando se condujeron los primeros experimentos en cerdos (Tepperman, 1975); así, el hombre ha recurrido a la utilización de antibióticos, hormonas y productos de origen vegetal con el fin de lograr un mejor aprovechamiento de los nutrientes, mejor calidad de la canal, mejor conversión alimenticia, mayores incrementos de peso y por consecuencia reducir el periodo de finalización de los animales.

En México, varios productos están siendo probados en cerdos, entre los cuales se pueden señalar a los complejos de fitohormonas, producto de fermentación de *Giberella fujikuroi* para acelerar el crecimiento y mejorar la eficiencia alimenticia. Por lo cual el uso de fitohormonas naturales como las contenidas en el producto PORCIBIOL, pudiera ser una de las soluciones mas viables para obtener del cerdo una mejor conversión alimenticia, una mejor ganancia de peso, además, de una carne de mayor calidad, un posible incremento de los parámetros reproductivos, una buena calidad de la canal, todo ello a un menor costo y tiempo de producción.

Sin embargo, no se debe esperar que con el simple hecho de utilizar promotores de crecimiento en las dietas de los animales, se obtengan buenos resultados, ya que es imprescindible un buen potencial genético y un buen balanceo de raciones para lograr un crecimiento mas efectivo.

1.1 Objetivo

Estudiar el efecto de la inclusion de dos productos biotecnológicos a base de fitohormonas porcibiol-I y porcibiol-II y el aminoácido lisina en el alimento de cerdos, durante la etapa de crecimiento, sobre la ganancia diaria de peso y ganancia total de peso.

1.2 Justificación

El propósito de incrementar el peso de los lechones en la etapa de crecimiento es con la finalidad de reducir los costos de producción, ya que al destetarse los lechones son sometidos a un considerable estrés debido a los cambios de dieta, medio ambiente y cambios fisiológicos y durante esta etapa son altamente susceptibles a enfermarse, lo cual en dado caso puede llevarlos a su muerte o tener un lento desarrollo. Esto se considera como uno de los mayores problemas de los productores de cerdos de hoy en día.

1.3 Hipótesis

La inclusion de ambos promotores de crecimiento en la ración propiciará un mayor y mas rápido desarrollo de los lechones en la etapa de crecimiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Los antibióticos promotores del crecimiento (APC)

Los APC son los aditivos más utilizados en la alimentación animal. Según un estudio de la Federación Europea para la Salud Animal, en 1999 los animales de granja de la Unión Europea consumieron 4,700 toneladas de antibióticos, cifra que representó el 35 % del total de antibióticos utilizados. De estos antibióticos, 786 toneladas, lo que representa un 6 % del total, se utilizaron como aditivos promotores del crecimiento. Sin embargo, la cantidad de APC disminuyó más de un 50 % desde 1997, año en el que se consumieron 1,600 toneladas lo que representa un 15 % del total. (www.exopol.com).

Los APC provocan modificaciones de los procesos digestivos y metabólicos de los animales, que se traducen en aumentos de la eficiencia de utilización de los alimentos y en mejoras significativas de la ganancia de peso. Algunos procesos metabólicos modificados por los APC son la excreción de nitrógeno, la eficiencia de las reacciones de fosforilación en las células y la síntesis proteica. Los APC también producen modificaciones en el tracto digestivo, que suelen ir acompañadas de cambios en la composición de la flora digestiva (disminución de agentes patógenos), reducciones en el ritmo de tránsito de la digesta, aumento en la absorción de algunos nutrientes (vitaminas) y reducción en la producción de amoníaco, aminas tóxicas y a -toxinas (Rosen, 1995).

En los animales rumiantes adultos los APC provocan un aumento de la producción de ácido propiónico, una disminución de la producción de metano y de ácido láctico y una disminución de la degradación proteica y de la desaminación de los aminoácidos. Todos estos cambios producen un aumento de la eficiencia del metabolismo energético y nitrogenado en el rumen y/o en el animal. La utilización de APC reduce la incidencia de enfermedades en el ganado, mejora la digestión y utilización de los alimentos, y reduce la cantidad de gases y excretas producidos por los animales (Rosen, 1995). Todo ello se traduce en beneficios tanto para el consumidor, a través de una reducción del precio de los productos animales, como para el medio ambiente. Sin embargo, los efectos de los APC son menos acusados, llegando a ser incluso imperceptibles, cuando los animales que los reciben se encuentran en condiciones de higiene y manejo óptimas.

En la directiva 70/524/CEE del Consejo de la Unión Europea y en sus posteriores modificaciones (cuyo número supera la centena en la actualidad) se recogen las disposiciones legislativas, reglamentarias y administrativas a escala comunitaria en relación con los aditivos utilizados en la alimentación animal. Esta directiva establece que los APC no deben causar daños a los consumidores a través de alteraciones de las características de los productos animales, y no deben dejar residuos inaceptables de compuestos relacionados o de sus metabolitos en la carne, leche o huevos. A pesar de ello, no existen estudios fiables que hayan investigado la existencia de residuos de estas sustancias en los productos animales, y en la legislación europea vigente no figuran límites máximos

de residuos, ni existe un período de retirada previo al sacrificio de los animales (www.exopol.com).

Las primeras autorizaciones de antibióticos como aditivos promotores del crecimiento incluyeron un total de 13 sustancias que continuaron aumentando hasta alcanzar la cifra máxima de 24 en diciembre de 1998. Esta lista se ha visto reducida progresivamente, ya que el consejo de la Unión Europea ha prohibido la utilización de la mayoría de ellos, de tal forma que en la actualidad únicamente está autorizado el uso de cuatro: flavofosfolipol, monensina sódica, salinomicina sódica y avilamicina (González, 1999).

Esta autorización es temporal, ya que la Comisión de la Unión Europea propuso la prohibición de estos cuatro antibióticos en enero de 2006. La prohibición del uso de APC se basa, esencialmente, en la peligrosidad de estas sustancias por su capacidad para crear resistencias cruzadas con los antibióticos utilizados en medicina humana. Sin embargo, desde algunos sectores se apuntan otras razones, como son la existencia de intereses comerciales y la posibilidad de bloquear así la importación de productos animales procedentes de países en los que el uso de estas sustancias está permitido (Committee on Drug Use in Food Animals, 1999).

Por otra parte, en la opinión pública existe una tendencia generalizada al rechazo de todo lo que no sea "natural". Las últimas crisis provocadas por la aparición de la encefalopatía espongiforme bovina en el Reino Unido (mal de las

vacas locas), la contaminación por dioxinas en Bélgica y el escándalo asociado al uso de lodos procedentes de aguas residuales en Francia, han sensibilizado a los consumidores europeos con el mensaje de que la seguridad de los alimentos de origen animal empieza por la seguridad de los alimentos para los animales, incluidos los aditivos (www.exopol.com).

Desde un punto de vista científico, la definición de "calidad y seguridad" de un alimento de origen animal se fundamenta en el conocimiento de los procesos nutritivos e higiénico-toxicológicos en los que se basa su producción, aunque también pueden intervenir otros aspectos como son la ética y el bienestar de los animales y la protección del medio ambiente. Sin embargo, en el consumidor influye más el criterio de que el alimento sea "natural" y completamente aceptado por la opinión pública y los medios de comunicación. En este sentido, los medios de comunicación y las decisiones políticas juegan un gran papel en la aceptación que puede tener un determinado alimento (o aditivo) en el mercado (Committee on Drug Use in Food Animals, 1999).

2.2 Auxinas

Las auxinas, se llaman también fitohormonas y reguladores del crecimiento. La palabra auxina que alude al crecimiento (del griego "auxein" aumentar) fue introducida por Kogl (Bidwell, 1979).

Las auxinas u hormonas del crecimiento de las plantas, son sustancias químicas que ejercen cierta influencia hormonal en el desarrollo de las mismas. En condiciones naturales, son producidas en ciertos tejidos vegetales y causan efectos fisiológicos especiales en sitios de sus lugares de síntesis (Baker, 1967). Las auxinas actúan en varios procesos fisiológicos de la planta, como alargamiento celular, inducen a la síntesis de ARN o proteínas específicas y aumentan la permeabilidad celular osmótica de la pared (Devlin, 1982).

Estas fitohormonas, en bajas proporciones, producen una aceleración de la respiración que trae como consecuencia un intenso metabolismo y por consiguiente el crecimiento es incrementado por bajas concentraciones de auxinas y deprimido por altas dosis (Rojas y Rovalo, 1985).

2.3 Estudios de auxinas en animales

Los resultados de Stob et al. (1962) son de mucha relevancia porque permiten predecir los efectos de las hormonas de crecimiento de las plantas, en la producción de cerdos. Por otro lado, el hecho de que la auxina influya sobre el crecimiento de los tejidos vegetales y animales (López, 1986) constituye un acercamiento mas a la problemática del desarrollo del cerdo, con una posible reacción en su tiempo de engorda al utilizar esta fitohormona en su dieta.

2.4 Las giberelinas

Es muy extensa la literatura sobre giberelinas, alrededor de 1973 se contaba con aproximadamente 600 publicaciones, en donde se menciona que el descubrimiento de las giberelinas fue hecha en Japón por su relación con una enfermedad del arroz denominada bakanae, la cual provocaba una elongación desusual de la planta del arroz que propiciaba que las plantas fueran mas pálidas que las normales (Krishnamoorthy, 1975).

El ácido giberélico GA3 fue la primera de esta clase de hormonas en ser descubierta. Las giberelinas son sintetizadas en los [primordios apicales de las hojas](#), en puntas de las raíces y en semillas en desarrollo. La [hormona](#) no muestra el mismo transporte fuertemente polarizado como el observado para la auxina, aunque en algunas especies existe un movimiento basipétalo en el tallo. Su principal función es incrementar la tasa de división celular (mitosis). Además de ser encontradas en el floema, las giberelinas también han sido aisladas de exudados del xilema, lo que sugiere un movimiento más generalmente bidireccional de la molécula en la planta (Ortega et al.,1986).

2.5 Biosíntesis

Las giberelinas son terpenos; su estructura se forma por ciclación de estas unidades, formando kaureno. Sintetizado en el camino metabólico del ácido mevalónico, de este mismo camino derivan, también, los retardantes del

crecimiento. Su síntesis se produce en todos los tejidos de los diferentes órganos y puede estar afectada aparte por procesos internos de retroalimentación negativa por factores externos como la luz que según su duración lleva a la producción de giberelinas o inhibidores del crecimiento (Lehninger, 1978).

2.6 Modo de acción

Las giberelinas provocan la división celular al acortar la interfase del ciclo celular e inducir las células en fase G1 a sintetizar ADN. También promueven la elongación celular al incrementar la plasticidad de la pared y aumentar el contenido de glucosa y fructosa, provocando la disminución del potencial agua, lo que lleva al ingreso de agua en la célula y produce su expansión, inducen la deposición transversal de microtúbulos y participan en el transporte de calcio. También pueden actuar a nivel génico para provocar algunos de sus efectos fisiológicos (Bidwell, 1979).

2.7 Efectos biológicos de las giberelinas

Todas las giberelinas son capaces de estimular el alargamiento del tallo o la división celular o ambas en las plantas, pero su eficiencia es variable. Así mismo estimulan la movilización de alimentos y elementos minerales en las células de semillas almacenadas, predisponen al aumento de los sitios de síntesis de los ácidos nucleicos ADN y ARN en los cromosomas, mejoran el crecimiento celular por su acción sobre la hidrólisis del almidón, del fructosano y de la sucrasa en la

glucosa y fructosana, etc. Estas actividades han permitido asemejar la actividad de la giberelina a la de la hormona de crecimiento (GH) (krishnamoorthy, 1975).

2.8 Efectos fisiológicos de las giberelinas

- Controlan el crecimiento y elongación de los tallos
- Inducción de floración en plantas de día largo cultivadas en época no apropiada
- Crecimiento y desarrollo de frutos
- Estimulan germinación de numerosas especies, y en cereales movilizan reservas para crecimiento inicial de la plántula
- Inducen formación de flores masculinas en plantas de especies diclinas
- Reemplaza la necesidad de horas frío (vernalización) para inducir la floración en algunas especies (hortícolas en general). (www.exopol.com).

2.9 Estudios de giberelinas en animales

Shamberev et al. (1989) en un estudio en toros jóvenes implantados con fenobolina y giberelina, encontraron que con ambas sustancias se tuvo un incremento promedio de peso por día de 5.4 a 13.8 % mas que los toros testigo y consumieron de 7.5 a 10.4 % menos alimento por unidad de peso ganado, demostrando así mejor eficiencia de los animales tratados.

Shamberev et al (1989) implantando subcutáneamente cerdos de peso vivo entre 80 y 120 kg con 250 mg de lisina sola y una combinación de 250 mg de

lisina y 30 o 60 mg de giberelina, observaron que la combinación lisina con giberelina permitía mejorar la ganancia de peso en un 9 a un 10 %.

2.10 Citoquininas

La primera citoquinina cristalina se extrajo de semillas de *Zea mays* y se le denominó zeatina, la cual también es producida por un hongo, el *Rizopogon roseolus* (Bidwell, 1979).

La historia del descubrimiento de las citoquininas es muy extensa; sin embargo, se puede decir que la fecha definitiva de su aislamiento fue en 1955 cuando Miller y sus colaboradores (citados por Moore, 1955) aislaron a la kinetina, que es un furfurilamino purina de fórmula empírica $C_{10}H_9N_5$ a partir del núcleo del ADN de esperma de arenque. Este compuesto resultó ser muy activo en la mitosis y la división celular de tejidos de tabaco en condiciones "in vitro" el mismo autor señala que la generalización del término citosina se debe a Skoog y colaboradores en tanto que la llamada kinetina fue dada al compuesto por causar la división celular o citokinesis en tejidos de la medula de tabaco. La zeatina contiene en su molécula un núcleo purínico de base adenina. Debido a la composición de otros compuestos de actividad similar, se puede decir que la zeatina tiene lazos con la tiroxina y la serina que pertenecen a la cadena de ARN de transferencia, el ADN y la niacina (Weaver, 1976).

Las citoquininas son activas en la división celular y la elongación en las plantas. Sin embargo, sus lazos con los ácidos nucleicos y la niacina que juegan

papeles de primera importancia en los animales y en las plantas, permite ligar su actividad a la del crecimiento y desarrollo (Weaver, 1976).

2.11 Estudios con citoquininas en animales

Resultados obtenidos en pollos de engorda permiten predecir la posibilidad de producir canales de cerdos de buena aceptación y gustocidad por los consumidores, utilizando una combinación de ácido giberelico, auxinas y citocininas en el cerdo para el abasto, con buenos resultados sobre el consumo de alimento y ganancia de peso (kpoghomou, 1989).

2.12 Descripción del Porcibiol – I

Según Kpoghomou (1989) es un producto biotecnológico experimental de segunda generación a base de ácido giberelico y lisina, para uso en cerdos de engorda como promotor de crecimiento. El biológico para uso pecuario porcibiol – I es un polvo color blanco hueso que es 100 % mezclable en el alimento. Esta característica tan importante hace del porcibiol - I un producto de fácil manejo y de suministro rápido, así como de absorción eficiente. Es un compuesto que contiene la fitohormona giberelina, que es un elemento insustituible en el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas, además contiene lisina, que es un aminoácido esencial en las raciones para cerdos. También contiene otros componentes como enzimas y minerales, todas estas en forma de estratos.

2.13 Descripción del Porcibiol – II

Este es un producto biotecnológico experimental de tercera generación a base de ácido giberelico y citocininas, para uso en cerdos de engorda como promotor de crecimiento. El biológico para uso pecuario es un polvo de color verde claro que es 100 % mezclable en el alimento. Con un pH de 4.96 (ácido), lo que es muy importante para la actividad biológica del compuesto.

2.13.1 Aspectos químicos

Químicamente el porcibiol – II esta compuesto de fuentes de giberelina, zeatina (citocininas). Su formula química es:

Ácido (2B, 4a - 7 - trihidroxi – 1 –metil – B — metil – lengibb – 3 – ene - 1:10B – dicarboxílico + 6 - (4 – hidroxil – 3 – metil – cis - 2 butenilamino purina), siendo su formula molecular $C_{19}H_{22}O_6 + C_5H_4N_5 - C_5H_8OH$ y un peso molecular $346.37 + 219.00 = 565.37$ gr/mol.

El porcibiol – II tiene en su molécula dos ingredientes activos principales que son:

- a) Giberelinas
- b) Zeatina

Estos dos ingredientes activos son fitohormonas que actúan en el crecimiento de las plantas ya sea a nivel radicular, de las hojas y flores, se obtienen por fermentación a partir de *Giberella fujikuroi*: fermentación de semillas

(caso de la zeatina). Es decir, el compuesto porcibiol – II contiene enzimas de tipo proteasas, amilasas, lipasas, proteínas, minerales, grasas y azúcares, como metabolitos de la actividad de los hongos en el medio de cultivo (Kopoghomou, 1989). El mismo autor menciona que por ínter conversión metabólica, los principales ingredientes activos del porcibiol – II son transformados en:

- **Giberelinas:** Estas se degradan en Acetil CoA con producción de ATP y posteriormente de AMPc, lo cual incrementa la actividad de la hormona de crecimiento. Así mismo, el Acetil CoA producido, puede polimerizarse y producir esteroides y vitamina A que son potentes promotores de crecimiento, por su acción conjugada con la de la hormona de crecimiento.

- **Citocininas:** Por ser un artefacto de ADN y ARN, las citocininas que contienen un núcleo adenilico con base purina, intervienen en la síntesis de proteínas.

La acción conjunta de estos dos elementos permite incrementar la actividad de la hormona de crecimiento, la cual se reflejará sobre la actividad de las demás hormonas metabólicas y gástricas como insulina, glucagon, colecistoquinina, glucocorticoides, mineralocorticoides, cortisona, progesterona, estradiol, etc. Esta acción no solo mejora el crecimiento sino que permite producir una carne sabrosa, con buen contenido de proteína y poca grasa.

El hecho de que el porcibiol – II contenga minerales, proteínas y azúcares, permite que el animal no presente problemas de deficiencia aun con la reducción

de consumo de alimento. El porcibiol – II además de su acción directa sobre la hormona de crecimiento, provoca un alargamiento del tracto gastrointestinal. Este tamaño extra incrementa la superficie de absorción de los nutrientes, lo que eficientiza aun más al animal tratado.

La rápida degradación de sus componentes en elementos son fáciles de absorber o de excretar, hacen del porcibiol – II un producto simple y nutricionalmente muy activo. Sus ingredientes mayores se excretan por vía urinaria y por ello, el porcibiol – II no se deposita en los tejidos y es completamente eliminado del organismo después de tres tiempos, (ingestión, absorción y excreción). (Feling, 1983).

2.13.2 Toxicidad

Siendo un producto natural y basándose en los lineamientos de la Food and Drug Administration (FDA) no se conocen restricciones en su uso (cuadro 1) puesto que es un producto que solo presenta reacciones tóxicas a la concentración de 25,000 ppm, en ratas (kopoghomou, 1989).

Cuadro 1. Analisis toxicológico sobre la materia prima de porcibiol – II		
CUANTIFICACIONES	MÉTODO	RESULTADOS
Azucares reductores	Feling modificado	No cuantificable
Amonio	Berthelot	No cuantificable
Aflatoxina	Flurometrico	13 ppb
Caldo centrifugado	Aflatest	5 ppb

(Fuente: Lanfi s/f. Citado por kopoghomou, 1989)

2.13.3 Enzimología del porcibiol – II

Los análisis efectuados sobre los componentes del porcibiol – II permiten llegar a la conclusión de que el producto contiene: proteasas, lipasas y amilasas, proteínas, macrominerales y microminerales. Así mismo es de observar que la proteína del porcibiol – II tiene un buen balance de aminoácidos.

2.13.4 Mecanismos de acción y metabolismo

Los estudios realizados sobre los componentes del porcibiol – II y sobre el producto propiamente, así como los animales tratados (ratas y pollos) han permitido entender mejor el metabolismo del producto y su mecanismo de acción.

2.14 Suplementación con aminoácidos

La lisina y la metionina son los únicos aminoácidos esenciales que son lo suficientemente baratos para poderlos emplear económicamente en las raciones porcinas (Hausen s/f, citado por De la Fuente, 1973).

Las cantidades suplementarias de algún aminoácido especialmente metionina a una determinada ración más allá de cierto mínimo, puede producir efectos perniciosos al reducir la eficiencia de engorda y crecimiento (Howard s/f, citado por De la Fuente, 1973).

Diversos estudios han demostrado que la lisina es el primer aminoácido limitante de las dietas de sorgo y otros alimentos. Se menciona que para una

mejor utilización de los aminoácidos esenciales deberán ser alimentados en las cantidades y tiempo preciso, así como al nivel correcto con todos los aminoácidos esenciales, ya que el cerdo no puede consumir un exceso de aminoácidos ahora para suplir las necesidades de mañana o almacenarlos, observándose mejores resultados cuando son suministrados al mismo tiempo todos los aminoácidos (Cunha, 1977).

Una dieta con un buen balance de aminoácidos, aunque esté por abajo del nivel convencional de proteína y aminoácidos esenciales, trae una pequeña o nula depresión del consumo de alimento. Sin embargo, una deficiencia de cualquier aminoácido, o un desbalance de aminoácidos (exceso de uno en relación a otros) causará una reducción en el consumo y ganancia de peso.

Una serie de anomalías de aminoácidos son reportados por Maynard et al (1979) indicando:

- a) Un desbalance de aminoácidos es el resultado de agregar a una dieta baja en proteína uno o mas aminoácidos, distintos al que limita el crecimiento, aunque en cantidades que no son tóxicas pero causan una depresión en el consumo y crecimiento, que se previene rápidamente con la suplementación del aminoácido limitante del crecimiento.
- b) El antagonismo de aminoácidos se hace referente en que hay ocasiones en las que se observa que un aminoácido afecta el requerimiento de otro. Un ejemplo es el antagonismo lisina – arginina, en donde la lisina

incrementa el requerimiento con la arginina por la reabsorción en los tubulos renales incrementando la excreción de arginina y además por incrementar la actividad de la arginina renal y de esta manera separa la arginina en urea.

2.15 Los aminoácidos en la nutrición de cerdos

Las unidades de aminoácidos han sido obtenidas a partir de experimentos diseñados precisamente para este propósito, de tal suerte que pueden presentarse discrepancias sobre las utilizaciones de los requerimientos conforme a diferentes experimentos, mismos que pueden ser atribuidos a los tipos de cerdos utilizados en cada caso, así como la fuente y disponibilidad del aminoácido de que se trate (N.R.C, 1988; Shimada, 1983).

Es posible que ciertos aminoácidos se formen a partir de otros por un proceso conocido como transaminación, pero hay algunos que no pueden ser sintetizados en absoluto por el organismo del animal, estos aminoácidos son denominados “aminoácidos esenciales o indispensables” (cuadro 2), mismos que por esta razón deberán suministrarse en la dieta. Uno de estos aminoácidos esenciales es la lisina, el cual constituye el principal “factor limitante” en los granos de cereales que son la fuente primordial de energía para cerdos (García, 1985).

2.15.1 Descripción física de la lisina

El aminoácido lisina es un producto de color café claro, en presencia granulada de olor muy fuerte parecido al olor de la posta porcina, irritante al contacto directo (Harol, 1978).

Símbolo = Lis [K]

Nombre sistemático = ácido-diaminohexanoico

2.15.2 Signos de deficiencia de lisina

Son pocos los signos clínicos característicos de deficiencia en cerdos (N.R.C, 1988). Los principales son:

- a) Reducción en la nutrición
- b) Pérdida de peso

2.15.3 Cantidad de lisina en la dieta

Las recomendaciones generales para lisina son del orden de 0.7 % para cerdos en etapa de crecimiento y de 0.61 % para la etapa de finalización (Anderson y Lewis, 1982).

2.15.4 Estudios con lisina en cerdos

En estudios realizados por Wahlston y Libal (1974) demostraron que la tasa de ganancia durante el periodo final fue influenciada por el nivel diario de proteína (14 contra 11 %) o la Suplementación de lisina. Por lo tanto en lo correspondiente a lisina, se ha supuesto que los cerdos utilizan solamente el L

- isómero y que la presencia del D – isómero no inhibe la utilización de la forma L.

Muchos investigadores han señalado mejoras en la tasa de ganancia de peso vivo en cerdos jóvenes cuando suplementos de L – lisina sola o con metionina, se añadieron a dietas de maíz – soya o dietas conteniendo centeno y proteína vegetal (A. R. C., 1969).

Catron et al., s/f., (citado por A. R. C., 1969) encontraron que un suplemento de 0.1 % de L – lisina producía una mejora ($P < .01$) en la tasa de ganancia de peso vivo con una dieta conteniendo 12 % de proteína vegetal pero que no tenía efecto significativo cuando la proteína era del 14 %.

Se han encontrado respuestas significativas mayores en ganancia de peso diario y retención de nitrógeno en cerdos que recibieron dietas que contenían 0.98 % lisina y 18 % PC., que aquellos que recibieron dietas con 0.65 % lisina y 15 % PC a los 64 kg, las canales de cerdos que recibieron porcentajes altos de lisina tenían significativamente menos grasa, mas proteína y cortes mas grandes del músculo *Longissimus dorsi* (Jones et al., s/f., citado por A. R. C., 1969).

Recientemente se ha demostrado que una ración de crecimiento de 14 % de PC con la adición de lisina dio comportamientos iguales que una ración de crecimiento de 16 %; por esta razón, una ración de crecimiento de 14 % PC con lisina es sugerida (Tanksley, 1974).

Cuadro 2. Clasificación nutricional de aminoácidos esenciales o indispensables y no esenciales.

ESENCIALES	SINTETIZADOS DE SUSTRATOS LIMITADOS	NO ESENCIALES
Arginina	Tirosina	Alanina
Lisina	Cistina	Aspartico (Ac)
Histidina	Hydroxilina	Aspargina
Leucina		Glutámico (Ac)
Isoleucina		Hielroxiprolina
Valina		Glicina
Metionina		Serina
Treonina		Prolina
Triptofano		Norleucina
Fenilalanina		

(Fuente: McDonald, 1975; Shimada, 1983).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en la unidad porcina de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, explotación de ciclo completo desde el pie de cría hasta la finalización de cerdos para abasto.

La granja se encuentra ubicada en Buenavista, Saltillo, Coah; a 1,700 msnm, a 25° 22' 44" latitud norte y 100° 00' 00" de longitud oeste, con un clima identificado como seco árido (BsoKX' (e)): el mas seco de los BS, templado con un verano cálido extremo en la oscilación anual de temperaturas medias mensuales con régimen de lluvias entre el verano e invierno que acumulan 303.0 mm de precipitación pluvial anual y una temperatura media mensual de 17.7° C (García, 1973).

3.2 Animales experimentales

Se utilizaron 20 lechones (15 hembras y 5 machos), tipo comercial con diferentes tipos de hibridación entre las razas Yorkshire, Landrace, Hampshire.

Los machos y las hembras con peso promedio inicial por tratamiento, T1= 22.10, T2=21.80, T3=24.00, T4=24.40 kg de peso vivo.

3.3 Tratamientos

Los animales en estudio se dividieron en cuatro grupos a los cuales se les proporcionó lo siguiente. (Cuadro 3):

Cuadro 3. Numero de animales por grupo, en el experimento de cerdos alimentados con los diferentes productos.					
GRUPO DE ANIMALES	PRODUCTO	PESO INICIAL PROMEDIO (KG)	PESO FINAL PROMEDIO (KG)	NO. DE ANIMALES	
				♂	♀
I	Testigo	22.10	48.50	1	4
II	Porcibiol – I	21.80	51.60	2	3
II	Porcibio – II	24.00	55.80	1	4
IV	Lisina	24.40	53.20	1	4

Dichos productos se suministraron en el alimento a los animales desde el inicio del experimento hasta que los cerdos alcanzaron un peso promedio por cada tratamiento T1=48.50, T2=51.60, T3=55.80, T4=53.20 kg de peso vivo al final del experimento.

3.4 Procedimiento experimental

El día 2 de febrero de 2004 se pesaron los animales y se distribuyeron en 4 corrales (5 animales por tratamiento) con el propósito de repartirlos homogéneamente hembras y machos y adaptarlos por 8 días de tal forma que el día 9 de febrero se dio inicio y posteriormente se pesó cada 14 días hasta llevarlos a un peso promedio de 52.27 kg. Finalizando con la última pesada el 22 de marzo de 2004.

La alimentación proporcionada a los cerdos fue con el alimento utilizado por la unidad porcicola de la U.A.A.A.N. (Cuadro 4). El análisis bromatológico del alimento se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 4. ingredientes de las raciones de iniciación y crecimiento para cerdos utilizados durante el periodo experimental.		
INGREDIENTES	INICIACIÓN %	CRECIMIENTO %
Grano de sorgo molido	69.5	72.5
Harina de soya	25.0	15.0
Alfalfa achicalada	–	10.0
Roca fosfórica	1.5	1.5
Premezcla Vit. Min	0.5	0.5
Sal	0.5	0.5
Antibióticos	0.7	0.33
Lacto M.A.	3.0	–

La alimentación ofrecida fue en la etapa de crecimiento la cual comprendió desde los 23.07 kg hasta los 52.27 kg de peso vivo.

Cuadro 5. análisis bromatológico de las raciones de iniciación y crecimiento utilizadas durante el periodo experimental.		
NUTRIENTES	INICIACIÓN %	CRECIMIENTO %
Materia seca	89.5	89.3
Cenizas	4.66	5.17
Grasas	2.71	3.13
Fibra cruda	4.6	4.65
Proteína	22.0	18.9
E .L. N	66.0	68.1

3.5 Manejo de los animales

Previo al inicio del experimento, se dio un período de adaptación al manejo de los cerdos, registrando su peso inicial.

La identificación de cada animal fue a través del sistema universal de muesqueo, las pesadas se realizaron cada 14 días, las pesadas se realizaron en una bascula con capacidad de 500 kg.

Para el suministro de los productos experimentales (testigo, porcibiol – I, porcibiol –II, y lisina) fueron necesarios 4 comederos, 2 chicos de 5 bocas para cerdos en iniciación y 2 grandes por corral ya que en ese lugar permanecieron por aproximadamente 15 días, posteriormente se pasaron al área de crecimiento en donde se ocuparon los mismos comederos, el suministro de agua se realizó por medio de los chupones existentes en la unidad porcina ofreciéndose por tanto, el agua como el alimento a libre acceso.

3.6 Tratamiento experimental:

Etapas de crecimiento

T1 = Alimento testigo

T2 = Alimento testigo mas 20 gr de porcibiol – I / 50 kg de alimento

T3 = Alimento testigo mas 20 gr de porcibiol – II / 50 kg de alimento

T4 = Alimento testigo mas 30 gr de lisina / 50 kg de alimento

3.7 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 4 tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento, con un total de 20 unidades experimentales.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete de diseños experimentales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1993).

3.8 Variables que se midieron:

- A) Ganancia Diaria de Peso (GDP)
- B) Ganancia Total de Peso (GTP)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este trabajo se describen en el cuadro 6 para las dos variables analizadas.

4.1 Ganancia Diaria de Peso (GDP)

Para esta variable no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P > 0.05$), siendo los valores obtenidos de 0.8380, 0.8480, 0.9180 y 0.9060 kg para los tratamientos T1, T2, T3 y T4 respectivamente.

Como se observa, el tratamiento tres 0.9180 y en el cual se ofreció un nivel de 20 gr de porcibiol – II/50 kg de alimento fue significativamente mejor que el resto de los tratamientos y el rendimiento mas bajo se obtuvo en el tratamiento 1 (testigo). Este comportamiento se aprecia con mayor objetividad en la figura 1.

Estos resultados concuerdan a los reportados por Uribe (1995), quien obtuvo T1= 0.3587, T2= 0.2862, T3= 0.4037 y T4= 0.3600 kg respectivamente por tratamiento, aunque en el experimento tampoco se encontró diferencia significativa entre tratamientos, pero en la cual el valor mas alto fue para porcibiol – II (T3) con 0.4037 kg de ganancia diaria de peso.

Cuadro 6. Resultados de la prueba de 0-42 días, para ganancia diaria de peso y ganancia total de peso.				
Tratamientos	(G. D. P) Ganancia Diaria de Peso (Kg)	Posición	(G. T. P) Ganancia Total de Peso (Kg)	Posición
T1 (testigo)	0.8380 ^a	4	35.3660	4
T2(Porcibiol-I)	0.8480 ^a	3	35.7799	3
T3 (Porcibiol-II)	0.9180 ^a	1	38.7999	1
T4 (Lisina)	0.9060 ^a	2	38.3400	2

(^a Cifras con la misma literal en cada columna son estadísticamente iguales (P>0.05))

4.2 Ganancia total de Peso (GTP)

En cuanto a esta variable no se encontró diferencia estadística significativa (P>0.05), entre tratamientos.

La ganancia total de peso de los animales experimentales en los cuatro tratamientos (cuadro 6) fue: 35.3660, 35.7799, 38.7999, 38.3400 kg de peso vivo respectivamente para los tratamientos testigo, porcibiol – I, porcibiol – II, y lisina. La figura 1 muestra con mayor objetividad los resultados.

Cabe mencionar que la mayor ganancia total de peso fue para el tratamiento 3 (20 g de porcibiol-II/ 50 kg de alimento) y la menor fue para el tratamiento 1 (testigo).

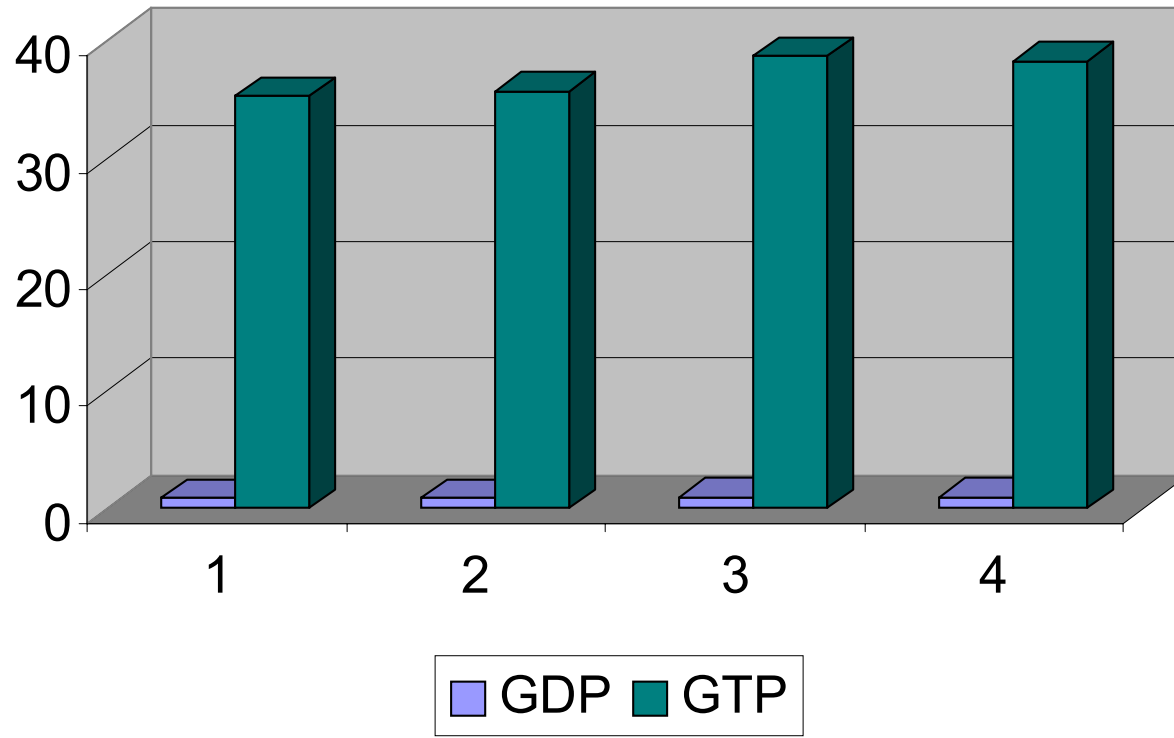


Fig. 1. Ganancia diaria de peso y ganancia total en la etapa de 0 a 42 días .

Estos resultados son similares a los reportados por Uribe (1995), quien obtuvo T1= 25.00, T2= 20.00, T3= 28.25 y T4= 25.22 kg respectivamente por tratamiento, en la cual el valor mas alto fue para porcibiol – II (T3) con 28.25 kg respectivamente de ganancia total de peso.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir lo siguiente:

- El producto que mejor respondió fue el porcibiol – II tanto para GDP así como también para el caso de GTP, sin embargo la diferencia con respecto al tratamiento testigo significó apenas 0.0800 kg lo cual no representa beneficio importante para el uso de este promotor de crecimiento. Sin embargo, es recomendable realizar mas investigaciones con este producto en las diferentes etapas de crecimiento – desarrollo del cerdo y empleando diferentes niveles del porcibiol – II.

VI. LITERATURA CITADA

- Anderson, L.C y A.J. Lewis, 1982. Animal nutrition research highlights lysine and arginine in growing finishing diets. Nebraska swine report. E.C 82 – 219:34, department of animal science, university of Nebraska, Lincoln NE 68503.
- A. R. C., 1969. Necesidades nutritivas de los animales domésticos. Editorial Eros. Academia. España.
- Baker, J. J. W. 1967. Biología e investigación científica. Ed fondo Interamericano. México. pp 214 – 224.
- Bidwell, R. G. S. 1979. Fisiología vegetal. Agt editor. Pp 600 –628
- Committee on drug use in food animals,1999. Panel on animal health, food safety, and public health. 1999. the use of drug in food animals: benefits and risks. National research council (Ed). National academy press, Washington, USA.
- Cunha, T.J., 1977. Swine feeding and nutrition. Academic press. New York
- De la Fuente, R. H. 1973. Estudio del efecto de la adición de tres diferentes niveles del aminoácido metionina en cerdos destinados a la engorda. Tesis. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah, México.
- Feling, P. 1983. Endocrinología y metabolismo. McGraw – Hill, México. p 61-109
- García, C.F. 1985. Técnicas y practicas modernas en la cría del cerdo. Editores mexicanos unidos. 253 pp

- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2ª edición. Instituto de geografía. UNAM. México p 46 – 52
- González, A.C.1999. Naturaleza y función de los promotores de crecimiento en cerdos. Cerdos publicación de Midia relaciones. S.A. de C.V. año 2. No 21. p 6 – 8
- Harol, A. H. 1978. Manual de química fisiología 6ª edición, editorial el manual moderno, S.A. México D.F. 25 p
- Kpoghomou, R.N.1989. Fitohormonas en producción animal (Ave) III convención internacional bioenzimas. Cuernavaca, Mor. México, memorias
- Krishnamoorthy, N.H. 1975. Gibberellins and plants growth. Haryana agricultural university Hissar. New Delhi India.
- Lehninger, A. J. 1978. Bioquímica 2ª edición. Editorial Omega. Barcelona España. P 817 – 830
- López, P. D. 1986. La biotecnología de plantas: una herramienta estratégica en los programas alimentarios de México. Ciencia y desarrollo No 68 año XII
- Maynard, L. A., J. K. Loosli, F.H. Harold and G.W. Richard, 1979. Animal nutrition. McGraw – Hill book company. New York
- McDonald, P. 1975. Nutrición animal. Departamento de bioquímica agrícola de la escuela de agricultura de Edimburgo Inglaterra. P 49 – 64

Moore, T. C. 1995. Biochemistry and physiology of plants hormones 2^a edition. Springer – Verlag. New York USA. p 85 – 86

National Research council, 1988. Nutrient requirements of domestic animals nutrient requirements of swine, ninth revised edition. National academy of sciences. National research council. Washington. DC. USA. 9 p

Ortega, M. M y R. N. Kopoghomu. 1986. Uso de hormonas vegetales en dietas para pollos de engorda. Tesis de licenciatura. U.A.S.L.P. san Luis Potosí, México

Olivares, S. 1993. Paquete de diseños experimentales F. A. U. A. N. L. Versión 2.4 facultad de Agronomía U. A. N. L., Marín, N.L. México.

Rojas, G. M y M. Rovalo., 1985. Fisiología vegetal aplicada. 3^a edición. Editorial litográfica. McGraw – Hill. Mexico. Pp 204 – 225

Rosen, G. D. 1995. Antibacterials in poultry and pig nutrition. In: biotechnology in animal feeds and animal nutrition. J. Wallace and A. Chesson (ed). Pp 143 – 172. vch Verlagsgesellschaft Mbh, weinheim, Germany

Shamberev, Yu. N, M. N. Ertuer y S.A. Gusar. 1989. Growth and productivity in young bulls implanted with phenobolin and giberellin. Nutr. Abs. Rev. 59 (9): 94

Shimada, A. 1983. Fundamentos de nutrición animal comparativa. 1^a edición. Asociación americana de soya. p 44, México.

Stob, M. M., R. S. Baldwin., J. Tuite., F. N. Andrews., K. G. Guillete, K. 1962.
Isolation of an anabolic, uterotrophic compound from corn infected with
giberella zeae. Nature, 196: 1318

Tanksley, T. D. Jr. 1974. Formulating practical swine rations with sorghum.
Texas A & M University, department of animal science. College station
Texas, U. S. A.

Tepperman, J. 1975. Fisiología metabólica y endocrina 3^a edición. Editorial
interamericana. México 14 p

Uribe, G. J. 1995. Evaluación de dos productos como promotores de
crecimiento (POCR – 1), (POCR – 2) y el aminoácido lisina; sobre el
comportamiento productivo de cerdos en crecimiento – desarrollo.
Tesis. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México

Wahlstrom, R. C. y W. George Libal, 1974. Gain, feed efficiency and carcass
characteristics of swine feed supplemental lysine and metionine in corn
soybean meal diets during the growing and finishing periods. J. Anim.
Sci. 38. (6): páginas

Weaver, R. J. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la
agricultura. Ed. Trillas. México. pp 91 – 114

<http://www.exopol.com/general/circulares/90circ.html>