



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE  
HIDALGO.  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.



“EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO EN ALIMENTO PARA  
CERDOS EN ENGORDA (10 A 100 kg DE PESO)”.

TESIS

QUE PRESENTAN

P. MVZ: ERNESTO GONZÁLEZ MARÍN.

P. MVZ: ALEJANDRO ESPINO GORDILLO.

ASESORES

Dr. LAURO ROGELIO CHÁVEZ RODRÍGUEZ

Dr. ROGELIO GARCIDUEÑAS PIÑA

M.V.Z. JUAN ANTONIO VALDOVINOS CHÁVEZ

MORELIA, MICHOACÁN, AGOSTO DE 2009



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE  
HIDALGO.  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.



“EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO EN ALIMENTO PARA  
CERDOS EN ENGORDA (10 A 100 kg DE PESO)”.

TESIS

QUE PRESENTAN

P. MVZ: ERNESTO GONZÁLEZ MARÍN.  
P. MVZ: ALEJANDRO ESPINO GORDILLO.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

MORELIA, MICHOCÁN, AGOSTO DE 2009.

# ÍNDICE

	Componente	Página
I.	Introducción.....	1
1.	Antecedentes y Revisión Bibliográfica.....	3
1.1.	Situación y perspectivas de la porcicultura.....	3
1.1.2.	La porcicultura en México.....	4
1.1.3.	Inventario y producción de carne.....	5
1.1.4.	La porcicultura en el estado de Michoacán.....	6
2.	Características digestivas de los de los cerdos.....	8
2.1.	Técnicas utilizadas para mejorar la digestibilidad del alimento	8
3.	Alimentos y su procesamiento químico básico.....	10
3.1.	Carbohidratos.....	10
4.	Alimentación y Nutrición en Cerdos.....	12
4.1.	Factores que limitan el consumo de alimento en cerdos.....	13
4.1.1.	Consumo voluntario.....	13
4.1.2.	Factores alimenticios.....	15
4.1.3.	Factores fisiológicos.....	16
II.	Hipótesis.....	18
III.	Objetivos.....	18
IV.	Material y Métodos.....	19
V.	Resultados y Discusión.....	25
VI.	Conclusiones.....	33
VII.	Bibliografía.....	34

## RESUMEN

Se evaluó el efecto del tratamiento térmico a un alimento elaborado con sorgo molido y un suplemento proteico comercial ofrecido a cerdos en engorda, sobre los parámetros productivos y costos de producción. Se utilizaron un total 60 cerdos, hembras y machos castrados, encastados de las razas Landrace – Duroc Jersey - Pietrain. Los pesos de los lotes fueron dispares desde el inicio, (menores en el tratamiento térmico) pero no significativas ( $P>0.05$ ). El alimento se ofreció en tres presentaciones: seco, húmedo y tratado térmicamente, para cubrir las necesidades nutricionales en cada etapa productiva (NRC, 1998). Con respecto a la ganancia media diaria, (GMD) en el resultado total de la engorda, hubo diferencias mínimas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ), con valores de 568, 555 y 564 g/d para los cerdos alimentados con las dietas en el orden descrito. La Conversión Alimenticia (CA) -que es quizá el resultado de mayor importancia y refleja la eficiencia de cualquier estrategia alimenticia, mostró que el tratamiento térmico mostró mejores resultados que los tratamientos tanto seco como húmedo ( $P>0.05$ ) lo que significó un ahorro de 10.7% con respecto al lote testigo y de 8.48% con respecto al tratamiento húmedo. La diferencia de un consumo menor de alimento (42 kg) a favor del tratamiento térmico con respecto al seco y de 28 con respecto al húmedo por cerdo, significó un ahorro económico significativo pues a un precio de 5.50 pesos significa un ahorro de 231.00 pesos por cerdo. Porcentualmente el ahorro es de 13.12% del húmedo con respecto al seco.

**Palabras Clave: Tratamiento térmico del alimento / Cerdos en engorda / Parámetros productivos**

# DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por haberme dado la vida y formado como hombre de bien.

A mis Padres

Les doy gracias por haberme apoyado en mi trayectoria como estudiante que siempre inculcaron en mi la responsabilidad y el hábito del estudio para verme formado como un profesionalista.

A mi esposa e hijos

Les doy las gracias por haberme apoyado y motivado en la realización del proyecto para titularme.

A mis hermanos

A quienes les doy las gracias por su apoyo moral y económico en la trayectoria de la carrera de Médico Veterinario Zootecnista.

A mis asesores

Dr. Lauro Rogelio Chávez Rodríguez, Dr. Rogelio Garcidueñas Piña y M.V.Z. Juan Antonio Valdovinos Chávez, a quienes les doy las gracias por haberme motivado e insistiendo durante algunos años para la realización de este proyecto de titulación.

A mi Facultad y a mi Universidad

Por haberme acogido en sus aulas y darme formación

A mis maestros

De los que he aprendido y espero cumplir con sus expectativas

## I.- Introducción.

La alimentación es uno de los temas centrales en granjas porcinas, ya que representa cerca del 70% de los costos de producción, por lo que cualquier evento que contribuya a abatir este factor puede significar la diferencia entre ser competitivo o no. Además de lo anterior, tiene un fuerte impacto en los resultados tanto productivos como de su calidad.

En un sistema intensivo de explotación porcina, los cerdos están a expensas de lo que se les proporcione directamente en el comedero y en este proceso el consumo de energía es uno de los factores más críticos que afectan la producción, definida en este caso como la ganancia media diaria (GMD), la conversión alimenticia (CA) y, finalmente, la rentabilidad.

El sorgo es la principal fuente de energía utilizada en nuestro entorno en la producción porcina y su empleo depende de su precio, disponibilidad y variedad y calidad; factores que puede afectar su eficiencia desde un 50 a 85% (Campabandal, 1992).

El almidón es la forma más común de almacenamiento vegetal de los carbohidratos y en su estado natural se encuentra agrupado en pequeños gránulos que impiden que las enzimas (amilasas) actúen eficazmente durante el proceso de hidrólisis. (FAO, 1980; Frandson, 1988; Guyton, 1991). Por este motivo es que algunos alimentos mejoran el proceso digestivo cuando se someten a tratamientos previos antes del ataque enzimático durante la digestión, como, por ejemplo, un tratamiento con agua caliente a 75-80 °C durante 10 minutos o a 60-65° C durante 45 minutos (FAO, 1980). Aunque se ha encontrado algún daño al contenido proteico de estas fuentes de carbohidratos cuando se someten a un tratamiento térmico, sin embargo hay trabajos que indican que el efecto favorable en la digestibilidad es de sobra compensado (García, 1990) mediante la aplicación de este tratamiento.

En la actualidad el sector pecuario atraviesa por una situación difícil, como efecto de la escasez mundial de maíz, dado que se ha estado destinando a la producción de etanol, lo que ha impactado fuertemente en el precio de todos los granos y cereales.

La presente investigación se llevó a cabo con la finalidad de evaluar la viabilidad práctica de la utilización de un alimento tratado térmicamente para mejorar la digestibilidad de los carbohidratos, en una granja porcina de pequeña escala.

## 1.- Antecedentes y Revisión Bibliográfica

### 1.1.-Situación y perspectivas de la porcicultura.

Cuando se pretende hacer un análisis de la situación actual y de las perspectivas del subsector porcino en el ámbito mundial se deben contemplar los tres principales datos de referencia que son los siguientes:

La producción mundial de carne de cerdo, se sitúa en 91,000,000 de toneladas métricas/año. La tasa de crecimiento en la última década ha sido realmente espectacular, en términos absolutos se estima en 21,500,000 toneladas, lo que equivale a siete veces la producción de Sudamérica.

Desde el año 2000 hay tres grandes zonas productoras en el mundo, que son las que, en gran medida, marcan las directrices de producción y sobre todo, de comercio en el mundo:

República Popular China.....41.2 %de la producción mundial.

Unión Europea.....20.0 % de la producción mundial.

E.U. de Norteamérica.....9.7 % de la producción mundial. (FAO, 2004)

Por otro lado, en lo que a los modelos productivos se refiere, hay que significar que se observa una importancia creciente de la cantidad de carne de porcino producida en modelos intensivos y en grandes corporativos (Buxadé, 1998).

Dentro de la producción mundial, Centro y Sudamérica, ocupan, con sus 3.6 millones de toneladas año de producción (expresadas en carne equivalente de canal), sólo lo que supone el 4 % de dicha producción mundial. Sin embargo, al igual que ocurre, en la Unión Europea, este dato presenta un sesgo, pues sólo



Brasil produce cerca del 49% de dicha producción. Cabría esperar que a mediano plazo, América Latina participe mucho más en este mercado.

En síntesis se puede indicar que:

- Serán cada día más importantes los procesos de normalización y tipificación
- La trazabilidad adquirirá prioridad.
- La complejidad del Mercado Mundial va a aumentar.

Habrá que buscar desarrollos regionales mucho más compensados y, si no se actúa de forma consecuente puede verse muy presionada por los excedentes que registra el Mercado Mundial; precisamente a causa de estas presiones el subsector porcino de cada país tendrá enormes dificultades para desarrollarse de forma global y al margen de singularidades (Buxadé, 2000).

### 1.1.2.- La porcicultura en México.

En México, la porcicultura ocupa el tercer lugar en importancia por su aportación a la producción total de cárnicos. Si bien su participación en el Producto Interno Bruto es mínima, solamente alrededor del 0.3%, su relevancia reside en que proporciona un conjunto de productos importantes en la dieta de los estratos de bajos ingresos de la población; en que usan, en forma indirecta, vastas superficies agrícolas y da lugar a una amplia y compleja cadena productiva que incluye la producción de granos forrajeros y oleaginosas, la elaboración de alimentos balanceados, fármacos, biológicos veterinarios y la operación de establecimientos de sacrificio, despiezado y de industrialización de la carne.

No obstante el significativo desarrollo alcanzado por la porcicultura mexicana en los últimos años, sus características fundamentales siguen siendo su

enorme heterogeneidad productiva, su dependencia del exterior en la obtención de pie de cría e insumos alimenticios (entre un 30 - 40% del sorgo y más del 80% de la soya son de importación) y la falta de internalización de sus costos ambientales (Pérez, 2002).

### 1.1.3.- Inventario y producción de carne

La estadística periódica oficial sobre el sector pecuario es sumamente limitada y sobre porcicultura genera sólo dos datos: la producción de carne de cerdo, información mensual a nivel estatal y el inventario porcino, dato agregado a nivel nacional que se publica con un rezago de dos años.

Tampoco las organizaciones de poricultores proporcionan información estadística acerca de sus asociados, de tal manera que las cifras sobre número de vientres, escala de la producción, estructura de la piara y niveles de tecnificación tienen que inferirse a partir de la información censal o bien, de estudios específicos sobre el sector.

Los factores que sustentaron este dinamismo fueron: un mercado interno en expansión (el "milagro mexicano" con tasas de crecimiento de 8% en los años sesenta y poco menores a principios de los setenta), un rápido proceso de urbanización que provocó cambios sustanciales en los hábitos de consumo, una economía de subsidio (en este caso al sorgo que en México es el principal componente de la dieta de los cerdos) y un mercado protegido con elevados aranceles y permisos de importación.

El crecimiento de la porcicultura se llevó a cabo sin prestar ninguna atención a los problemas ambientales que creaba; no obstante que desde 1973 se había emitido un reglamento que señalaba límites para cinco parámetros en las descargas de aguas residuales.

La crisis de los ochenta, la llamada "década perdida" y los programas de ajuste aplicados modificaron ese panorama: el mercado interno se estancó, se eliminaron la mayor parte de los subsidios, entre ellos al sorgo, y se dio inicio a un proceso de apertura comercial que culmina, en la primera mitad de los noventa, con la firma de varios acuerdos comerciales con diferentes países.

En 1984 la porcicultura entra en crisis: el inventario se reduce en forma sistemática hasta 1995, la producción de carne disminuye 50% de 1983 a 1989 y el consumo *per capita* se reduce a la mitad, de 20 kg/año en 1983 a 9.1 kg/año en 1989.

A partir de 1991, la producción nacional de carne de cerdo muestra un repunte modesto pero sostenido, llegando a 1,431,210 de toneladas el año 2004, calculándose un consumo *per capita* de alrededor de 13.5 kg/año. (FAO, 2004). Sin embargo, los Estados Unidos de Norteamérica, ejercen una gran influencia en el mercado mexicano y mundial, lo que podrá implicar importantes enfrentamientos comerciales, en el comercio con terceros países como de la Unión Europea (Buxadé, 2000).

Desgraciadamente, no existe una política para este subsector que persiga recuperar el nivel que tenía a principios de los ochenta. Los recursos, reducidos en comparación con los canalizados a otras ganaderías, se han dirigido a apoyar a los grandes productores, particularmente en el sureste del país (Pérez, 2002), por lo que se necesita generar alternativas que ayuden a aumentar la productividad y competitividad especialmente de los productores de mediana y pequeña escala.

#### 1.1.4.- La porcicultura en el estado de Michoacán.

En la década de los setentas el estado de Michoacán fue una de las zonas de mayor producción porcícola; donde un solo productor de la región de la Piedad, podía llegar a influir en los precios del mercado, enviando más animales al

sacrificios; sin embargo, en dicha región en el año de 1984 se diagnosticó la enfermedad del ojo azul o Paramixovirus Porcino, teniendo como consecuencia grandes pérdidas económicas. Para la década de los noventas, la porcicultura estatal se caracterizó como la actividad más grande del sector pecuario. En la actualidad, la organización de los productores llevó a una alta concentración de los sistemas de producción, por lo que ahora se tiene que cuantificar no solamente en función del número de animales que puedan poseer en la explotación, sino por grupos empresariales, los cuales poseen el control, tanto de los insumos, como el pie de cría, medicamentos y alimentos; es decir, se ha llegado a un mayor nivel de integración, principalmente en la región del bajo (Kato, 1995).

Sin embargo, paradójicamente, la producción nacional mantiene una estructura de participación en la producción que ha pervivido desde hace muchos años, representada por tres sistemas de producción principales; el Tecnificado, el Semitecnificado y el de Traspatio o Familiar; y se dice paradójico porque se reparte la producción nacional en porcentajes equivalentes para cada sistema. Esto significa que cerca del 66% de nuestra producción está en manos de los productores de mediana y pequeña escala. Esto tiene implicaciones sociales y económicas importantes, pues si atendemos a las relaciones económicas y de estabilidad social que genera esta actividad económica en ese gran núcleo de población, se puede avizorar que dadas sus condiciones socioeconómicas y políticas no les es fácil sortear las dificultades inherentes a la condición que le supone la mediana y pequeña escala, por lo que cualquier intento por encontrar alternativas para optimizar la producción es relevante.

## 2.- Características digestivas de los de los cerdos.

El aparato digestivo es un conducto tubular que se extiende de la boca al ano. Sus funciones son las de ingerir, triturar, digerir y absorber los alimentos, además de eliminar los residuos sólidos. El aparato digestivo reduce los elementos nutritivos de los alimentos compuestos hasta hacerlos lo bastante simples para ser absorbidos y utilizados como energía y para la formación de otros compuestos con fines metabólicos. (McDonald, 1979)

En los cerdos la digestión es un proceso complejo y costoso desde el punto de vista energético, pues se calcula que un cerdo gasta cerca del 30% de la energía que consume en poder hacer asequible o aprovechable el resto de los nutrientes (English *et al.*, 1992). Sin embargo, y a pesar de ello, el cerdo es el animal que tiene el mayor grado de eficiencia en el uso de la energía comparado con la mayoría de las especies domésticas que explotamos (Shimada, 2003). No es ocioso buscar alternativas que permitan eficientar el uso del recurso alimentario y que en caso dado permita a los productores, principalmente de mediana y pequeña escala aumentar su productividad y en consecuencia su competitividad.

### 2.1.- Técnicas utilizadas para mejorar la digestibilidad del alimento.

Cuando un alimento es sometido al “peletizado” en las fabricas de alimentos para animales, el proceso repercute de manera positiva en la digestibilidad del mismo, calculándose una mejoría cercana al 20% de la digestibilidad; desgraciadamente, este proceso es caro y cuando se hace un balance costo-beneficio resulta poco atractivo para el productor mediano y a pequeña escala, pues el beneficio se va en el precio pagado por el alimento. Sin embargo, hay algunos resultados interesantes en la búsqueda por encontrar alternativas con ese objetivo, como lo es la alimentación húmeda, restringida (Magowan, 1995) y

cuando se le ha dado tratamiento térmico al sorgo, que proporcionan beneficios en digestibilidad cercanos al 20% (Chávez *et al.*, 2006<sup>1</sup>; Chávez *et al.*, 2006<sup>2</sup>). También se ha impulsado la alimentación líquida, especialmente en países europeos, en los que se han reportado hallazgos interesantes (Arán, 2005) y diversos; algunos prometedores y algunos con dificultades técnicas para su implementación a mayor escala. Sin embargo, en la búsqueda por encontrar resultados favorables no debe pensar en la inmediatez, sino en fincar el desarrollo futuro de mejores alternativas (English, 1990).

Desde principios de los años 80, con la imposición de destetes más tempranos, se empezó a suministrar cereales y soya tratados térmicamente a los lechones de transición esperando mejorar la digestión enzimática (Edwin, 1985). El tratamiento térmico de los cereales, tiene una justificación bioquímica, pues el calor produce una gelatinización de su almidón que “abre su estructura”.

Recientemente algunos estudios han obligado a replantear este concepto, dado que en un experimento en el que se proporcionó cereales crudos vs extrudidos a 120 lechones desde el destete (20 días) hasta los 42 días y de ahí hasta los 124 días. En el primer intervalo los cerdos que consumieron cereales extrusionados tuvieron un consumo y una ganancia diaria promedio ligeramente superior, sin embargo, el efecto se revirtió en el siguiente periodo. Al final del experimento, los lechones que sólo habían consumido cereales crudos pesaban 64.5 kg en promedio, mientras que los que consumieron cereales extrusionados en una primera fase, sólo alcanzaron los 60.8 kg en promedio.

Las altas temperaturas necesarias para la extrusión, junto con la humedad favorecen la reacción de Maillard entre los carbohidratos y las proteínas, lo que puede afectar al resto de los componentes, especialmente lisina. Se estima que la reducción de energía y proteína bruta puede alcanzar el 1-2 %. Sin embargo, esta pérdida se supone que es compensada por un aumento sustancial de la digestibilidad de estos nutrientes (Arán, 2005).

### **3.- Alimentos y su procesamiento químico básico**

La función de los alimentos es la de proporcionar energía para la conservación de las funciones vitales y productivas, la sustitución de tejidos en los animales adultos, así como la creación de tejidos nuevos en los jóvenes y en hembras en estado de gestación y de las materias que deben secretar las glándulas. En general, los alimentos pueden clasificarse como esenciales (carbohidratos proteínas y grasas), con función de suministrar energía, o accesorios (agua, sales inorgánicas y vitaminas), esenciales para la vida, pero sin suministrar energía. Los porcentajes de cada uno de los citados compuestos varían en cierta medida según las especies, la edad, el sexo y las condiciones especiales de cada animal.

#### **3.1.- Carbohidratos**

Los carbohidratos son los compuestos orgánicos más abundantes de la biosfera y a su vez los más diversos. Como su nombre indica, contienen carbono en combinación química con hidrógeno y oxígeno, estos dos últimos generalmente en la misma proporción que en el agua (H<sub>2</sub>O). Normalmente se les encuentra en las partes estructurales de los vegetales y también en los tejidos animales, en forma de glucosa o glucógeno. Estos compuestos sirven básicamente como fuente de energía para todas las actividades celulares vitales, aunque también pueden tener funciones estructurales, en menor medida. Los carbohidratos incluyen azúcares, almidones, celulosa, gomas y sustancias afines. Adicionalmente, muchos de los alimentos para animales deben contener cantidades variables (generalmente bajas) de azúcares libres y oligosacáridos, los cuales pueden ser absorbidos directamente o fermentados.

El primer grupo, formado por el almidón y ciertos disacáridos, pueden ser hidrolizados a sus constituyentes monosacáridos por la actividad enzimática del animal. Según aumenta la complejidad de estas sustancias, disminuye proporcionalmente su facilidad de digestión. Las semillas, granos y subproductos de ellos tienen poco contenido en celulosa, por lo que se digieren mejor.

Los carbohidratos se clasifican en simples y complejos: Los simples, son azúcares de rápida absorción y son fuente de energía rápida. Estos generan la inmediata secreción de insulina; se encuentran en los productos hechos con azúcares refinados, azúcar, miel, mermeladas, jaleas, golosinas, leche, hortalizas y frutas.

Los complejos, son de absorción más lenta y actúan más bien como energía de reserva. Se encuentran en cereales, legumbres, harinas, pan y pastas, principalmente (Bock *et al.*, 1989).

El almidón, principal reserva alimenticia de muchas plantas, es un polisacárido que al hidrolizarse forma dextrina, luego maltosa y finalmente glucosa. Es quizás la fuente de energía por excelencia para animales de granja. La celulosa, base de la porción estructural de los vegetales, es una sustancia más compleja y resistente a la hidrólisis comparada con el almidón; se digiere por la acción de enzimas proporcionadas por microorganismos presentes sobre todo en los animales herbívoros.



#### 4.- Alimentación y Nutrición en Cerdos

En la producción porcina moderna, las prácticas nutricionales y la formulación con dietas compuestas cada vez son más precisas y económicas, aunque el encarecimiento de la materia prima y su escasez, obliga cada vez más a tener una mayor eficiencia productiva, mediante el mejoramiento genético y la aplicación de mejores prácticas de manejo y alimentación.

La cantidad de alimento consumido por los cerdos en crecimiento y alimentados *ad libitum* está controlada principalmente por el contenido energético de la dieta. Si contiene cantidades excesivas de fibra (mayor de 5-7%) sin aumentos proporcionales de grasa, la tasa y especialmente, la eficiencia del aumento de peso se modifican negativamente.

La alimentación es uno de los pilares donde se sostiene un sistema productivo rentable. En la actualidad, nuestros sistemas de producción tienen como principal objetivo obtener cerdos con un peso de sacrificio de aproximadamente 100 kg con una duración media de 175 días, lo que da lugar a que se produzca un crecimiento medio diario de aproximadamente 800 gr.

Para alcanzar estos valores se requiere aportar una alimentación con una relación óptima de energía-proteína además de emplear animales con un potencial genético probado, como ejemplo de ello son los resultados de la evaluación de líneas terminales de NPPC en 1995, en el que se encuentran consumos de alimento por día que van desde los 2.35 hasta los 2.65 kg/día, lo que pone de manifiesto la variabilidad que puede haber aun bajo condiciones similares de manejo y alimentación y que se traduce en consumos totales que se reflejan en conversiones alimenticias desde 2.6 a 3.3, que en las condiciones actuales sus diferencias son abismales, desde el punto de vista de productividad.

#### 4.1.- Factores que limitan el consumo de alimento en cerdos

Es frecuente que en las explotaciones porcinas el bajo consumo de alimento se atribuya a las características del alimento, cuando existen otras influencias no nutricionales o alimenticias que pueden limitar gravemente el consumo de alimento.

La cantidad de alimento que un cerdo consume está regulada por factores fisiológicos, los inherentes al animal, y determinados por su genotipo, sexo, estado productivo y peso corporal.

Los contrastes entre genotipos se deben a diferencias en su composición genética o en la intensidad de la expresión de algunos genes, lo que a su vez puede traducirse en diferentes niveles de la cantidad de hormonas circulantes, como la leptina, citoquinas y somatotropinas.

El consumo de alimento es diferente entre sexos, aunque en animales menores de 35 kg la diferencia entre géneros no es evidente. Queda claro entonces que los esteroides sexuales juegan un papel importante en la regulación del consumo de alimento, sin embargo el mecanismo exacto está aún por dilucidarse. El mayor consumo de alimento presentado por los cerdos castrados en comparación con las hembras es responsable directo de su mayor deposición de grasa (Cisneros, 2000).

##### 4.1.1.-Consumo voluntario

El consumo voluntario es probablemente el factor más importante desde el punto de vista de la productividad pecuaria; en términos generales se busca que el

animal consume más, ya que en individuos sanos esto se traduce en mayor producción.

En forma complementaria, los cálculos de conversión y de eficiencia alimenticia así como los costos de producción, expresan la relación de los parámetros mencionados con el consumo, es decir, se espera que los animales aumenten al máximo su producción con el mínimo alimento consumido, al menor costo posible. Visto en otra forma, el comportamiento animal es el resultado del consumo de alimento, concentración energética, digestibilidad y metabolismo.

Vale la pena analizar la relación entre los componentes del binomio consumo voluntario y comportamiento productivo, para diferenciar cuál es la causa y cuál el efecto, pues mientras que por un lado puede considerarse que el consumo determina el comportamiento, también es correcto pensar que el comportamiento determina el consumo. De esa manera, si el consumo fuera el efecto, podría entonces estar limitado tanto por el potencial del animal para ingerir, como por las características mismas de la dieta; si por el contrario, el comportamiento fuera el efecto, sus limitantes serían entonces la capacidad productiva del animal y los aportes nutricionales del alimento (Shimada, 2003).

Aparentemente existe un mecanismo regulador del contenido energético corporal en conjunción con un controlador del consumo, que en circunstancias normales mantienen un equilibrio entre el ingreso y el gasto energético. Cuando el sistema se rebasa, ocurren excesivas ganancias o pérdidas de energía, que a su vez provocan disturbios metabólicos o ineficiencia productiva.

Así, cuando el consumo es relativamente bajo, las necesidades de mantenimiento representan un gran porcentaje de lo ingerido, con la consecuente depresión o ineficiencia de la producción. Por el contrario, si el consumo está por encima de lo requerido, la tendencia es acumular grasa corporal.

En los casos de alimentación forzada, el animal efectúa la regulación de su consumo como respuesta a diversos factores tanto externos (condiciones ambientales, características de la dieta) como internos (gastrointestinales, hormonales, metabólicos), por lo que es necesario el conocimiento detallado de los mecanismos que inciden en dicha regulación (English *et al.*, 1992).

#### 4.1.2.- Factores alimenticios.

Cuando la concentración de energía de la dieta se diluye o reduce, el animal aumenta su consumo de alimento, lo que ocasiona un ajuste automático que le permite mantener constante su ingestión energética. Por el contrario, cuando la dieta se modifica de tal manera que aumenta su contenido energético, el animal reduce su consumo con objeto de mantener su ingestión energética al nivel constante anterior (Shimada, 2003).

Explicado de otra manera, en el caso de un alimento gustoso, de alta densidad física; es decir, poco voluminoso, y con una gran concentración de energía, la demanda de esta última se regula por el consumo. Por otra parte, en un alimento de igual gustosidad que el anterior, pero voluminoso y de baja densidad energética, la capacidad del tubo digestivo es la que limita el consumo (English *et al.*, 1992).

El contenido de agua puede influir en el consumo en dos formas: aumentando la ingestión al mejorar características organolépticas como la textura, o ejerciendo un efecto diluyente de la densidad física y energética (por aumento del volumen), lo que limita el consumo. Deberá tenerse en cuenta posibles deficiencias o desbalance de macro y micro nutrimentos: Algunas carencias o excesos que afectan el consumo voluntario en rumiantes son de calcio, fósforo, sodio, potasio, cloro, manganeso, cobre, cinc, cobalto, vitamina A, vitamina D,

riboflavina, vitamina B, Lo mismo ocurre en las intoxicaciones por arsénico, flúor, molibdeno, selenio y zinc.

Se reconoce que los sabores (dulce, salado, ácido, amargo) tienen un efecto importante, e incluso, hay diferencia entre especies animales en la gama de sabores aceptable. El aroma y la textura también son componentes del alimento que afectan la gustosidad (Shimada, 2003).

#### 4.1.3.- Factores fisiológicos.

Temperatura ambiente: Sugiere que los animales ajustan su consumo para mantener una temperatura corporal constante. En este caso el control ocurre a nivel del sistema nervioso central; aparentemente el efecto es en el centro de pérdida de calor situado en el hipotálamo anterior o el área preóptica, aunque también hay receptores cutáneos. La zona de confort térmico o de termoneutralidad de los animales domésticos se encuentra entre 15 y 25 ° C. En general, el consumo disminuye a temperaturas grandes, y llega a suspenderse completamente a más de 40° C. Comer incrementa la producción de calor en tres formas: por la acción dinámica específica, por el aumento en la tasa metabólica en función del nivel de alimentación y por el incremento en la tasa metabólica en función de la masa corporal.

Glucostática o Quimiostática: Es un mecanismo a corto plazo, regulado por el centro de la saciedad (en el lóbulo medio ventral del hipotálamo, cuya destrucción causa hiperfagia, aumento de peso y obesidad) y un centro del apetito (en el hipotálamo lateral, cuya destrucción origina afagia y adipsia). Aparentemente la glucosa inyectada por vía intravenosa no produce cambios en el consumo.

Lipostática: Es a largo plazo y se basa en la masa de tejido adiposo como medio de control, a través de sus metabolitos como son la hormona leptina, los ácidos grasos libres o el glicerol circulantes. Se sospecha que puede existir una comunicación entre los depósitos energéticos corporales de tejido adiposo y el órgano de control (hipotálamo), pero no existe evidencia al respecto. Dado que en el ayuno se observa un incremento del nivel de ácidos grasos libres en el plasma, se presume que estos compuestos tienen una función en el consumo voluntario, aunque no se ha podido comprobar.

Aminostática: Aunque se tiene la hipótesis de que los aminoácidos corporales controlan el consumo, al menos los aminoácidos libres y sus metabolitos no parecen tener ningún efecto directo en la ingestión. Por el contrario, tanto la distensión gástrica y la sensación del llenado del estómago y los intestinos parece que sí lo tiene; se cree que ellos son factores determinantes de la saciedad (English *et al.*, 1992).

La observación de que la presencia de algunas hormonas peptídicas, como la colecistoquinina y algunos opioides cerebrales, parecen tener relación con patrones de consumo-saciedad mediante mecanismos diferentes en receptores gástricos. Por otra parte, aparentemente existe un componente hepático portal de tipo hormonal que se asocia con el comportamiento alimenticio a través de la concentración del glucógeno hepático.

Las hormonas pancreáticas hiperglicemiantes e hipoglicemiantes tienen efecto sobre la saciedad y el inicio del consumo voluntario, respectivamente. Se ha observado que las prostaglandinas se incrementan en el periodo post prandium y se inhiben durante el ayuno. Las somatomedinas influyen en el crecimiento de los tejidos no adiposos y parecen actuar sobre los reguladores del balance energético, lo que ocasiona un decremento en el comportamiento alimenticio (Shimada, 2003).

## II.- Hipótesis.

El alimento para cerdos en crecimiento y finalización, tratado térmicamente (Cocción) puede mejorar su crecimiento y la eficiencia alimenticia frente a la alimentación seca y húmeda.

## III.- Objetivo.

### a)- Objetivo General:

Evaluar los parámetros productivos de cerdos en engorda (10 a 100 kg) con un alimento (compuesto por sorgo molido y un suplemento comercial) tratado térmicamente.

### b).- Objetivos Particulares:

- Evaluar la ganancia media diaria de peso (GMDP).
- Determinar la conversión alimenticia (CA).
- Realizar un análisis económico de los resultados Productivos por los tratamientos.

## IV.- Material y Métodos.

### **Biológico:**

Se contó con 60 cerdos, hembras y machos castrados, cruzados de las razas Landrace – Duroc Jersey - Pietrain. Con un peso inicial promedio de 10.610 kg ( $\pm 2.560$ ).

### **Tratamientos:**

Se aplicaron tres tratamientos a base de un alimento compuesto por sorgo molido y un suplemento comercial al 36% de proteína cruda (PC) mezclado en una proporción adecuada para cubrir las necesidades nutricionales de proteína cruda y energía correspondiente a la etapa productiva de los cerdos (Cuadro 1).

Los Tratamientos fueron:

**Tratamiento T1** o lote testigo recibió el alimento seco y *ad libitum* en comedero de tolva con 6 bocas.

**Tratamiento T2**, alimento húmedo; recibió la misma alimentación que el grupo anterior pero humedecido con agua en una proporción de 1 a 1 (kg / litro de agua). El alimento se ofreció en comedero de canaleta y se sirvió dos veces al día en la misma cantidad que se dispensó al lote T1.

**Tratamiento T3**, tratado térmicamente (Cocido); recibió la misma alimentación que los anteriores, pero con el alimento tratado térmicamente. El alimento se sirvió en comedero de canaleta y se suministró sobre la base del 85% con respecto al lote T1 y las recomendaciones del NRC (1998), según se puede ver en el cuadro 2.



### Grupos experimentales:

T1: 20 cerdos, hembras y machos de 50 días de edad y un peso promedio de  $12.690 \pm 1.7$

T2: 20 cerdos, hembras y machos de 42 días de edad y un peso promedio de  $10.15 \pm 2.0$

T3: 20 cerdos, hembras y machos de 35 días de edad y un peso promedio y de  $8.880 \pm 2.2$

### Metodología

Cerdos:

Los cerdos se pesaron inicialmente para hacer los grupos lo más homogéneos posible. Una vez lotificados se sometieron a una etapa de adaptación a la dieta y su presentación por ocho días; pasado este periodo se pesaron nuevamente y fue el peso considerado como de inicio del experimento (Cuadro 2).

### Alimentación:

El alimento ofrecido se compuso de sorgo molido y un suplemento comercial al 36% de proteína cruda y mezclados para proporcionar las necesidades de proteína y energía correspondientes al peso de los animales, según recomendación del NRC, 1998. (Cuadros 1 y 2)

**Cuadro 1. Necesidades de proteína cruda y energía según el peso de los cerdos (NRC, 1998)**

Peso del cerdo	PC	Dieta		Consumo/ED estimado/día	Consumo kg estimado/día
		ED	EM		
3-5 kg	26%	3400	3265	855	0.250
5-10 kg	23.7	3400	3265	1690	0.500
10-20 kg	20.9	3400	3265	3400	1.000
20-50 kg	18	3400	3265	6305	1.855
50-80 kg	15.5	3400	3265	8760	2.575
80-120 kg	13.2	3400	3265	10450	3.075

PC= Proteína Cruda; ED= Energía Digestible; EM= Energía Metabolizable

<b>Cuadro 2.- Mezcla de Sorgo y Suplemento Comercial según la etapa</b>			
Peso del cerdo kg.	kg. Sorgo Molido 8.5% PC	Kg. Suplemento 36% PC	Aporte de PC
10-20	60	40	20%
20-50	65	35	18%
50-80	75	25	15.3%
80-120	83	17	13.2%

PC= Proteína Cruda

El alimento tratado térmicamente se preparó según la técnica descrita por (Chávez *et al.*, 2006<sup>2</sup>) que consiste en el calentamiento de agua a 80° C y mezclar a una proporción de dos litros de agua por kilo de alimento compuesto y posteriormente luego de verter el alimento, se mezcló con una pala hasta homogenizarlo, dejándolo en reposo por 24 horas, luego de lo cual se sirve en los comederos y se prepara el del día siguiente.

### **Mediciones:**

Del alimento:

Al inicio del periodo de adaptación se sirvió el alimento seco (Lote T1) de manera suficiente y se midió el rechazo; posteriormente y en base a las tablas (NRC, 1998) se calculó el consumo esperado de acuerdo al peso de los cerdos, teniendo el cuidado que al lote testigo no le faltara alimento al día siguiente para no provocar una restricción. Al lote T2 se les suministró el alimento previamente humedecido en unas cubetas en la proporción descrita anteriormente. Al Lote T3 se le sirvió en una sola vez por la mañana en las canaletas. Todos los días se recogía y pesaba el rechazo de cada lote, si lo había.

Se realizó un análisis bromatológico a las tres dietas para determinar los valores nutricionales, con la finalidad de confirmar la proporción de nutrientes requeridos, por lo menos de proteína cruda.

Se realizaron seis pesajes de los cerdos a lo largo del experimento con la finalidad de registrar y ajustar tanto la composición de las dietas como su consumo, así como para determinar la ganancia media diaria (GMD) de peso.

#### **Instalaciones:**

Se utilizaron tres corraletas de 40 metros cuadrados, con bardas de tabique de 1.20 metros de alto y techos de lámina de asbesto y piso de cemento, con pendiente y buen drenaje. Cada corral contaba con tres bebederos de chupón para el suministro de agua *ad libitum*.

#### **Equipo de medición:**

Para el pesaje de los cerdos y alimento, se utilizó una báscula con capacidad de 500 Kg y una jaula metálica para pesaje individual.

Para la preparación del tratamiento térmico, se contó con un termómetro, un cazo con capacidad de 100 litros, una base para su soporte y una pala.

Se calculó la conversión de alimento (CA) para los periodos de crecimiento y de engorda. Estas se obtuvieron dividiendo los kg de alimento totales consumidos entre los kg totales ganados por los animales durante cada etapa. De este modo:

$$CA = \frac{\text{consumo total de materia seca por lote (kg MS)}}{\text{peso vivo total ganado por lote (kg PV)}}$$

$$\text{PV totales ganados (kg PV)} = \sum \text{kg PV final etapa} - \sum \text{kg PV inicio etapa}$$

La eficiencia de conversión alimenticia (ECA) se calculó a la inversa de la CA:

$$\text{ECA} = \frac{\text{PV total ganado por lote (kg PV)}}{\text{Consumo total de materia seca por lote (kg MS)}}$$

También se calculó la ganancia diaria de peso (GDP) como:

$$\text{GDP (kg PV/día)} = \frac{\text{PV prom. final etapa (kg PV)} - \text{PV prom. inicio etapa (kg PV)}}{\text{Nº días de duración etapa}}$$

El consumo diario de alimento (CDA) se calculó como el consumo diario promedio de cada lote, el cual se obtuvo dividiendo el suministro diario de alimento entre el total de animales vivos del lote. Las muertes y descartes se restaron al número de animales al otro día de su eliminación, restando el consumo de promediado de estos.

### **Localización del área de trabajo:**

La explotación porcina donde se realizó este trabajo de investigación se localiza en el poblado de “Los Órganos” Municipio de Acámbaro, Guanajuato. Ubicada al norte del Estado, en las coordenadas 19°58’ de latitud norte y 101°08’ de longitud oeste, a una altura de 1,840 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el Estado de Guanajuato; al noroeste con Santa Ana Maya; al sureste con Álvaro Obregón, al sur con Tarímbaro y al oeste con Huandacareo y Copándaro, Michoacán. Su distancia a la capital del Estado es de 34 Km.

### Clima:

El tiene dos tipos de clima: Semicálido y subhúmedo. Con temperaturas máximas en verano de 35° C y mínimas de 5°C en invierno. La temperatura media anual es de 18°C, templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 906.2 milímetros. (INEGI, 2006).

### Análisis Estadístico

La información obtenida fue analizada mediante técnicas de estadística descriptiva y análisis de varianza para el modelo general lineal

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  representa el valor de una observación (v.gr. consumo de alimento, ganancia de peso, etc.).

$\mu$  representa el efecto común general para todas las observaciones.

$T_i$  representa el efecto del tratamiento del alimento.

$P_j$  representa el efecto del periodo.

$e_{ijk}$  representa el efecto aleatorio asociado a cada observación.

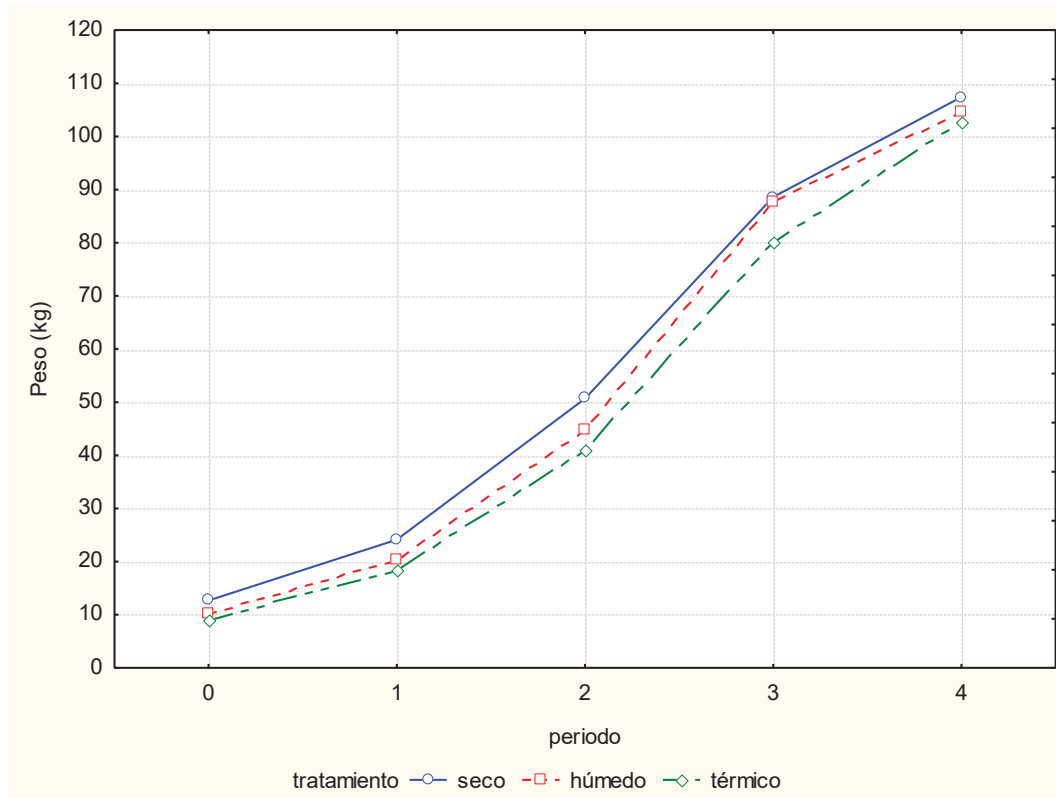
## V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A efecto de realizar un análisis de los resultados obtenidos, se ajustaron los periodos de los pesajes con los periodos de consumo, generándose para este efecto cuatro puntos de comparación entre los tratamientos. Los pesos de los lotes fueron dispares desde el inicio, (menores en el T3) aunque las diferencias no fueron significativas ( $P>0.05$ ); pero se puede observar que los tres tuvieron un crecimiento muy similar, aunque conservando las diferencias originales, lo que se puede apreciar claramente en el cuadro 3 y la figura 1.

**Cuadro 3.- Promedios y desviación estándar de los cuatro pesajes en cerdos.**

Lote	Peso inicial	Pesajes intermedios			Peso Final
T1	12.7 ± 1.8	24.1 ± 3.5	50.7 ± 5.6	88.6 ± 12.3	107.2 ± 16.8
T2	10.1 ± 2.0	20.4 ± 5.2	44.9 ± 11.0	87.8 ± 13.9	104.5 ± 15.5
T3	8.9 ± 2.2	18.5 ± 3.1	41.2 ± 6.9	80.0 ± 11.5	102.6 ± 14.6

**Figura 1.- Curva de crecimiento de los cerdos por tratamiento**



Con respecto a la ganancia media diaria, (GMD) en el resultado total de la engorda, (Cuadro 4) hubo diferencias mínimas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ), con valores de 568, 555 y 564 g/d para los cerdos alimentados con las dietas seca, húmeda y térmica respectivamente. Esto está en desacuerdo con lo que señalan English *et al.* (1992) en cuanto a que el ritmo de crecimiento de los cerdos está muy relacionado con la ingestión de alimento, lo que le da más valor a los resultados obtenidos, ya que como se verá adelante los cerdos con la dieta térmica tuvieron menores consumos de alimento.

**Cuadro 4.- Promedio y desviación estándar de la ganancia de peso media diaria por lote**

tratamiento	
seco	0.568 ± 0.190
húmedo	0.555 ± 0.251
térmico	0.564 ± 0.229

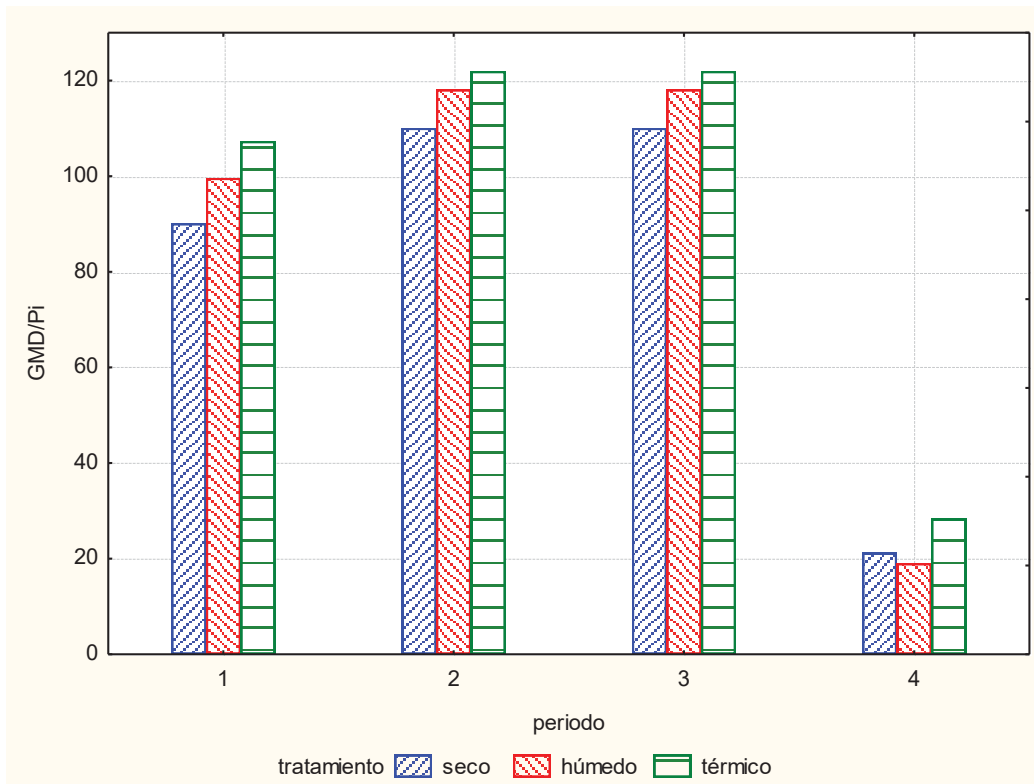
Al analizar por periodos, la GMD el tratamiento térmico aparentemente sólo es mejor al final de la engorda (cuadro 5), aunque no significativamente ( $P>0.05$ ).

<b>Cuadro 5.- Ganancia Media Diaria por Periodos</b>				
	1	2	3	4
seco	0.327	0.604	0.790	0.553
húmedo	0.288	0.549	0.893	0.491
térmico	0.273	0.511	0.807	0.668

Pero ante un primer y simple análisis este resultado podría ser engañoso, pues los pesos de los lotes desde un inicio fueron dispares y es que es lógico esperar que animales de mayor peso tengan mayores ganancias frente a los de menor peso. Esta conclusión generó la necesidad de hacer un ajuste que derivó en una relación entre la ganancia de peso y el peso al inicio de cada periodo, mostrándose de este modo un resultado más confiable y apegado a la realidad (Cuadro 6 y Figura 2).

<b>Cuadro 6.- Ganancia Media Ajustada como Porcentaje del Peso inicial en los Periodos Referidos</b>				
tratamiento	1	2	3	4
seco	90.11	110.07	110.07	21.22
húmedo	99.62	118.12	118.12	19.01
térmico	107.30	121.93	121.93	28.38

**Figura 2.- Diagrama de barras mostrando el porcentaje de ganancia de peso de los cerdos con respecto al peso inicial de cada periodo**



Estos datos coinciden con lo publicado por Chávez *et al.* (2006<sup>2</sup>) quienes encontraron que los cerdos alimentados con dietas con sorgo tratado térmicamente mostraron una mejor Conversión Alimenticia y mayores Ganancias Medias Diarias que los alimentados con alimento seco o húmedo.



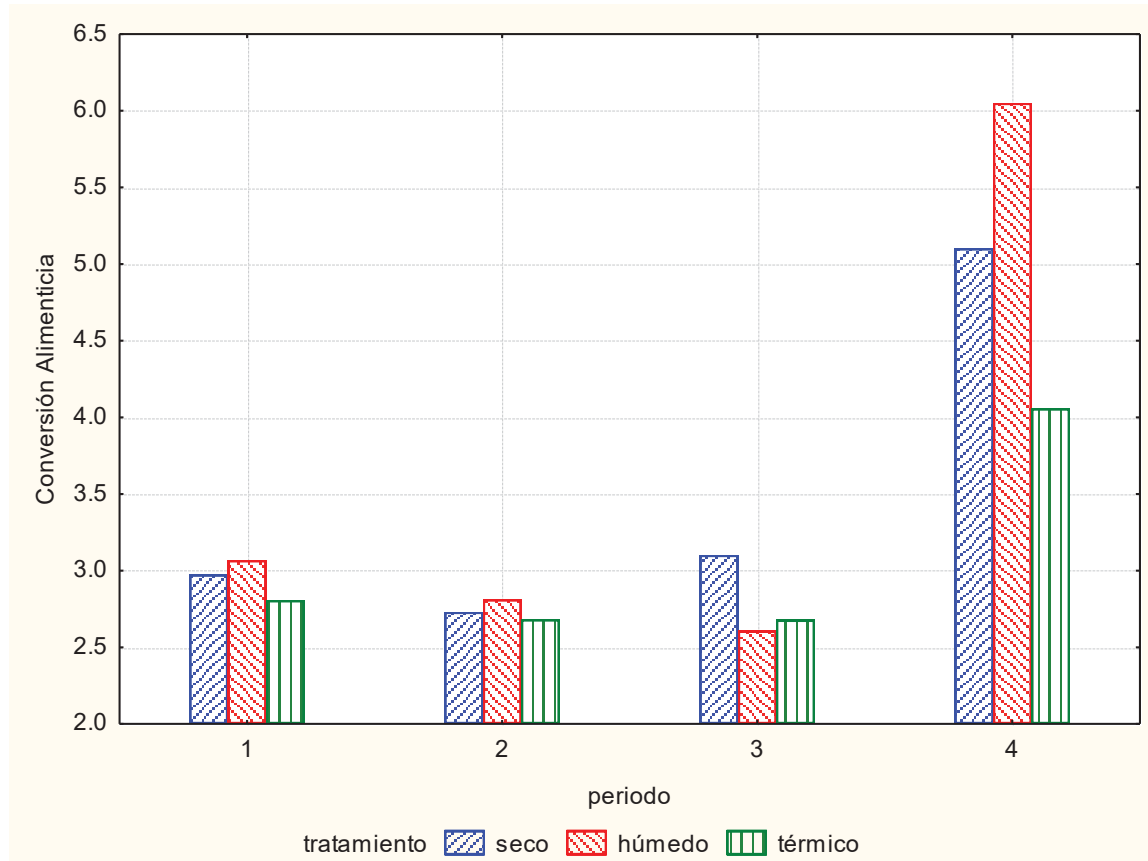
Igualmente Magowan (1995), cuando comparó la alimentación suministrada seca y *ad libitum* en comederos de tolva vs comederos con agua, encontró beneficios en la Ganancia Media Diaria y la Conversión Alimenticia a favor de los segundos, especialmente en la etapa de finalización, a partir de los 60 kg de peso.

En el análisis de la Conversión Alimenticia (CA) -que es quizá el resultado de mayor importancia, puesto que refleja la eficiencia de cualquier estrategia alimenticia, podemos observar en el cuadro 7 que el tratamiento térmico mostró mejores resultados que los tratamientos tanto seco como húmedo ( $P > 0.05$ ) ya en un análisis global y especialmente al final del periodo de engorda, quizá debido a que el impacto de cualquier ahorro en alimento es más visible en esa etapa de mayor consumo, que como sabemos el cerdo consume casi el 30 % del alimento en la etapa de los 80 a los 100 kg, y que como muestra el cuadro 8, la Conversión Alimenticia del tratamiento térmico o cocido en todo el periodo tiene un valor de mayor eficiencia, la cual mejora gradualmente hasta ciertos porcentajes de restricción (Vanschoubroek, 1967); hecho que se ve reflejado contundentemente en este trabajo en que la conversión alimenticia total, significó un ahorro de 10.7% con respecto al lote testigo y de 8.48% con respecto al tratamiento húmedo.

Esquemáticamente se observa el detalle en la figura 4. Sin embargo, la conversión alimenticia mostrada en estos resultados está muy por encima de lo que se considera en la actualidad como valores rentables en granjas tecnificadas, que se ubicarían en 2.3 a 2.7, con una genética más selecta y con alimentación diseñada bajo un esquema de proteína ideal y con mayor densidad energética; en este caso, pudimos observar una gran variabilidad en el crecimiento de los cerdos, así como resultados más bien pobres, que pudieran atribuirse a la calidad del alimento comercial.

tratamiento	1	2	3	4
seco	2.97	2.73	3.10	5.1
húmedo	3.06	2.81	2.60	6.05
térmico	2.80	2.68	2.67	4.05

**Figura 4. Conversión alimenticia por periodo de acuerdo al tratamiento**



		PR	AP
seco	3.38	100%	
húmedo	3.30	97.6%	2.36%
térmico	3.02	89.3%	10.7 %
<b>PR= Porcentaje Relativo</b>		<b>AP= Ahorro Porcentual</b>	

En relación al consumo de alimento, los datos nos muestran un ahorro en alimentación muy interesante, (Cuadro 9) con un impacto económico considerable y que aunque porcentualmente el ahorro es de 8.7%, con respecto al Tratamiento Húmedo, significan 28 kilos de alimento que cada cerdo no consumió, traducido en un ahorro bruto de hasta \$ 154.00 /MN por cerdo (un kilo de alimento en promedio cuesta \$ 5.50); cantidad nada despreciable para la viabilidad de esta actividad, aspecto que resultó también efectivo en el experimento realizado con cerdos en engorda y en cerdas lactantes alimentados con sorgo tratado térmicamente (Chávez *et al.*, 2006<sup>2</sup>; Chávez *et al.*, 2006<sup>1</sup>)

seco	320 = 100
húmedo	306 = 95.62
térmico	278 = 86.87

Hay que considerar lo descrito por Medel y Fuentetaja (1998) y Braude *et al.* (1967) quienes señalan que de las desventajas de la restricción es que se puede afectar la tasa de la **GMD**, pues el animal puede quedar en desventaja al no poder ingerir los mismos nutrientes que los que lo hacen *ad libitum*, cuando esta restricción es cercana al 15% o más (Peraza, 1972; citado por Mondragón, 1973).

En este sentido y de acuerdo a los datos recogidos en este trabajo, al parecer no hubo dicha desventaja en la **GMD** entre los tratamientos pero sí concuerda con lo que señala García (1982), quien menciona que la restricción puede significar una mejoría en la **CA** e invita a explorar diversas posibilidades.

Braude (1972) hace comparaciones entre alimentación restringida y *ad libitum* en climas templados que coinciden con esta propuesta. Igualmente cuando se ha utilizado la alimentación líquida (Arán, 2005), se han observado beneficios interesantes a tal grado que en el caso de esta opción parece ser ya una tendencia en algunos países europeos.

Sin embargo, en esta investigación los consumos totales de alimento, están por encima de los que se consideran como óptimos en la explotación moderna del cerdo y corresponde a resultados considerados como aceptables hace algunos años, con otros recursos alimentarios y otra genética (Meade, 1980).

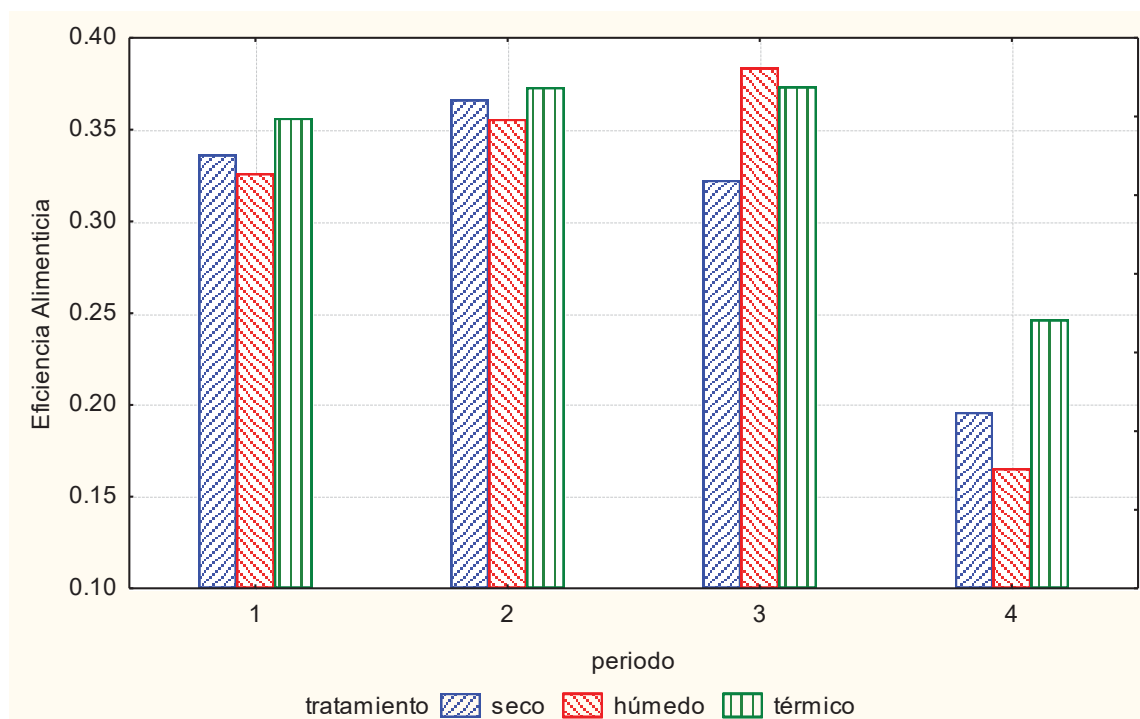
En la actualidad se considera que un cerdo necesita entre 235 y 270 kg de alimento para terminar su periodo de engorda a los 100 kg. Obviamente bajo un esquema de trabajo con animales de genética superior, instalaciones óptimas, buena salud, alimento de buena calidad y manejo eficiente (Widdowson, 1980). En este trabajo los datos obtenidos muestran que los consumos son superiores, además sin tomar en cuenta aquellos correspondientes a la etapa de destete y hasta el peso de inicio del experimento como se ve en el cuadro 9.

La Eficiencia Alimenticia se define como la cantidad de carne producida con una tonelada de alimento. Es esta medida junto con la **CA** las que dan mayor indicio de la productividad, valga la redundancia, de la eficiencia para convertir el alimento en carne. En cuadro 10 y la figura 5 se muestran los resultados de este experimento en relación a la (**EA**). Se puede ver que el **T3**, fue superior a **T1** y **T2** en la mayoría de los periodos de análisis así como en el promedio final de la engorda ( $P=0.06$ ), por lo que, aunado a los demás resultados existe una clara tendencia de la superioridad del tratamiento térmico al alimento para mejorar los parámetros productivos en la engorda de cerdos.

**Cuadro 10.- Eficiencia Alimenticia**

Trat.	1	2	3	4	Promedio global
seco	0.336	0.366	0.322	0.196	0.295
húmedo	0.326	0.356	0.384	0.165	0.292
térmico	0.356	0.373	0.373	0.246	0.320

Figura 5. Eficiencia alimenticia por periodo, de acuerdo al tratamiento



A la luz de los datos disponibles en este trabajo, cabe preguntar: ¿Qué pasaría si en el tratamiento térmico – en función de que se produce una restricción al “hincharse” el alimento con la incorporación de agua – incorporáramos una mayor cantidad de **PC** y energía para compensar esa diferencia de consumo que ronda el 10%?; cantidad que puede ser significativamente deficitaria, según señalan Vanschoubroek y Lampo, (1967). Esa pregunta podría ser motivo de otro trabajo. Aunque deberá tomarse en cuenta que los cambios en los sistemas de alimentación implica un distinto manejo, instalaciones y comederos adecuados y que corregir errores estructurales, que además de difícil, puede ser muy costoso (Gozzini, 2006).

## VI.- CONCLUSIONES

1.- El tratamiento térmico a un alimento para cerdos compuesto por sorgo molido y un suplemento comercial de proteína al 36%, mostró ventajas en la Conversión Alimenticia frente al mismo alimento cuando fue suministrado *ad libitum*, ya sea en seco o húmedo ( $P>0.05$ ), hasta un 7.7% y del 8.7 respectivamente.

2.- Se observaron diferencias ( $P>0.05$ ) en la **GMD** entre los tratamientos a la luz de un ajuste porcentual con relación al peso vivo. Estas diferencias favorecieron al **lote tratado térmicamente**.

3.- Desde el punto de vista económico el impacto es muy importante, pues la diferencia encontrada en el ahorro, puede significar en muchos casos la diferencia entre permanecer o no en esta actividad productiva, sobretodo para los productores de pequeña escala.

4.- Los consumos totales de alimento en los tres tratamientos resultaron elevados, por encima de lo que se puede esperar en la porcicultura moderna, quizá debido a dos factores principales: el alimento comercial que puede ser deficitario en calidad de nutrientes y la calidad y variabilidad genética de los animales de este experimento.

5.- La Eficiencia Alimenticia resultó mejor en el tratamiento térmico ( $P>0.05$ ), tanto en las mediciones parciales como en el promedio final de la engorda, por lo que hay claros indicios de que esta alternativa puede mejorar los resultados productivos en la engorda de cerdos.

## VII.- Bibliografía.

- Arán, F. (2005) International Pig Topics. 20(6):13-15
- Braude R; Mitchell K. and Pitman, R. J. (1967). A Note en Rationing of Growing Pigs According to Age. Animal Production. 21: 337-339.
- Braude R. (1972) Feedings Methods in Pig Production. Cole D. J. A. Butterworths, London.
- Bock, H.D., Eggum, B.O., Low, A.G., Simon, O. and Zebrowska, T. (1989) Protein Metabolism in Farm Animals. Oxford Univ. Press. (editors) U.K.
- Buxadé, C. (1998) Perspectivas do Mercado Mundial do Sector Porcino. VI Congresso Iberoamericano de Porcicultura. III Congreso Nacional de Suinicultura. Estoril, Portugal.
- Buxadé, C. (2000) Perspectivas de la P.A.C. ante la globalización; su aplicación al Subsector Porcino. Puebla- México. Mayo, 2000.
- Campabadal, C.M. (1992) Importancia de la Energía de Alimentación de cerdas lactantes. Asociación Americana de la soya. ASA/MEXICO A.N. No. 113.
- Carlson, J. R. (1972) Reguladores del Crecimiento. Desarrollo y Nutrición Animal. Ed. Acribia. Zaragoza, España. p.p 172-1 90.
- Cisneros G. F. (2000) Factores que Limitan el Consumo de Alimento en Cerdos. Los Porcicultores y su Entorno. Publicación Bimestral. Año 3. no. 17. p. 4-11.
- Chávez, R. L.R., González, M. F., Pedrizco, P. I., Valdovinos, Ch. J. A., Ortega G. R.<sup>1</sup> (2006) Comportamiento Productivo de Cerdas en Lactancia como Efecto de un Tratamiento Térmico (cocción) al Sorgo de la Dieta. Seminario Internacional Porcicultura Tropical. La Habana. Versión electrónica disponible en disco compacto ISBN 959-0282-25-3
- Chávez, R. L. R., Adame, E., Toriche, V., Calderón, O. O., Sánchez, P.V. y Garcidueñas, P.R.<sup>2</sup> (2006) Evaluación del Comportamiento Productivo de Cerdos en Engorda con una Dieta Sometida a Tratamiento Térmico (cocción). Seminario Internacional Porcicultura Tropical. La Habana. Versión electrónica disponible en disco compacto ISBN 959-0282-25-3

- Edwin, T.M., (1985) Bioquímica. Publicaciones Culturales, México, D.F. pp 11-26.
- English, R. P. (1990) En: La Cerda, Como Mejorar su Productividad. edit. El Manual Moderno. México, D.F.
- English, R. P.; Fowler, R.; Raxter S. y Smith W. J. (1992). En: Crecimiento y Finalización del Cerdo. edit. El Manual Moderno. México, D.F.
- FAO. (1980) Los Carbohidratos en la alimentación Humana. Roma. pp. 25-52.
- FAO. (2004) Anuario de Producción. Faostat. ONU.
- Frandsen, R.D. (1988) Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos. Ed. Interamericana. México, D.F. pp. 288-313.
- García Y. A. (1982) Un estudio sobre la comparación de tres diferentes sistemas de alimentación en cerdos de engorde en el trópico de Yucatán. (Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias). Universidad Autónoma de Yucatán. FMVZ. Mérida, Yucatán, México.
- García, D.J. (1990) Evaluación del Daño al Valor Proteico de los Alimentos Empleados en la Nutrición Animal. Tesis. Departamento de Zootecnia, Chapingo, México.
- Gozzini, M. (2006) alimentación líquida: puntos críticos. International Pig Topics. 25(7):18-16
- Guyton, A.C. (1991) Tratado de Fisiología Médica. Ed. Interamericana. España. pp. 760-761.
- INEGI. (2008) Información Estadística y Geográfica. Portal del SNIEG · [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx).
- Kato, M. L. (1995) La Producción Porcícola en México: Contribución al Desarrollo de una Visión Integral. UAM-UMSNH.
- Magowan, E. (2005) Test compares feeder choices. Pig International. 8(35):34-35.
- McDonald, B.E. (1979) Fundamentos de Nutrición. Acribia. México, D.F. pp 61-63.
- Meade, R. J. (1980) Necesidades de Proteína de Cerdos en Crecimiento. Revista Porcira. 72 (6):31-50.
- Medel P. y Fuentetaja A. (1998) XIV Curso de Especialización 1. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Departamento de Producción Animal. UPM. COPESE. S.A. España.



Mondragón V. I. (1973) Departamento de Genética Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias.

NRC, (1998) Nutrition of Swine.

Pérez Espejo R. (2002) Aspectos económico ambientales de la ganadería en México. El caso de la porcicultura en la región de La Piedad, Mich”, Tesis de doctorado. s/p FMVZ, UNAM. México.

Shimada M. A. (2003) Nutrición Animal. Ed. Trillas. México D. F. p.p 64-76.

Vanschoubroek F; Wilde de R. and Lampo, P. H. (1967) The Quantitative Effects of Feed Restriction in Fattening Pigs on Weight Gain, Efficiency of Feed Utilization and BackfatThickness. *Animal Production*. 9:141-148.

Widdowson, E. M. (1980) Definitions of Growth in: *Growth in Animals* ed. T. L. J. Lawreflce. ed. Butterworths. London, Boston. p 4