# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

# FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA CANAL DE CERDOS EN FINALIZACIÓN ALIMENTADOS CON DIFERENTES NIVELES DE Lemna gibba Y ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO POR kg DE CARNE MAGRA PRODUCIDA.

# TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

# MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

**PRESENTA** 

# GERARDO BÁRCENA PALOMINO

**ASESORES**:

DRA. LEONOR SANGINÉS GARCÍA MPA. MARCO HERRADORA LOZANO MVZ. ARTURO ALONSO PESADO

México, D.F. 2006





UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

#### DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

quiero dedicar este trabajo,

el tiempo, el esfuerzo y la paciencia

que en él se encuentran,

a todos los animales que día a día

dan su vida,

para que nosotros podamos estar aquí;

en especial a esos 18 chanchos...

#### **AGRADECIMIENTOS**

a mi Universidad Nacional Autónoma de México

gracias por darme la oportunidad de formar parte de ti. gracias por enseñarnos a ser humanos. gracias por el espacio escultórico. gracias gracias gracias.

a mi facultad de medicina veterinaria y zootecnia

porque aprendí que lo que nos enseñan no empieza ni termina por los muros, bancas y salones. porque fue y será mi lugar.

al INCMNSZ, al DPAC y al DEA

por todo el apoyo que me dieron para realizar este trabajo.

a mi mamá

que desde el cielo me ve y me da un abrazo.

a mi papá

que desde la tierra me da la fuerza; eres el ejemplo de un padre que cuida a sus hijos.

lucy

gracias por tomar mi mano, por ayudarme a diferenciar el bien y el mal.

gilber

siempre serás un gran ejemplo de hombre, gracias por todos estos días de alegrías.

harto los quiero

a mis abuelos

a los que no conocí y quiero por las historias que cuentan, a la que conocí muy poco y admiro demasiado, y al que no termino de entender.

a todos mis tíos y tías

porque me cuidan y quieren, yo también los quiero mucho.

primos

martha, rosy, lulis, espe, ale, flaco, fer, pachín, ale, poli, vic, omar, chato y mis primos thierry, nunca podría olvidar lo juegos, y cascaritas que echábamos.

a toda mi familia

por ser eso... una familia.

miguel y eric

mis amigos, con los que quiero seguir creciendo y compartiendo.

#### a los profesores de la facultad

que a lo largo del camino, compartieron un poco de su experiencia. gracias en especial a la dra. norma pérez gallardo, si hubiera palabras para agradecer lo que haces por nosotros, seguro te las podríamos decir.

#### cinthya

por su puesto que para ti, porque eres amiga, por ayudarme siempre, dentro y fuera de la fac, por tantas cosas, gracias maka.

#### a mis compañeros

con los que compartimos desde horarios hasta una chela. adriana, alejandra, alejandro, allan, alma, armando, aydeé, bernardo, cristian, cinthya, cnidia, eric, ilse, iván, jorge, josé luís, juán, liliana, luary, lucero, manuel, monica, nancy, norma, oscar, patricia, rafael ......y a todos los que por guey, se me olvido mencionar.

#### a mis asesores

leonor sanginés, marco herradora y arturo alonso, que me ayudaron con este pequeño sueño.

#### a los que colaboraron

luís y delfino, que son parte de le gente a la que nos debemos; y a mi amiga naye, con la que compartí y aprendí mucho lo que es el trabajo.

# simplemente gracias por la confianza

noe ovando, josé heredia, gabriel lecumberri, sergio alamán, lourdes kido, mario perezortiz y gabriela espinosa

a tata dios y a nana naturaleza

porque no importa que pase,
al día siguiente siempre me traen un rayo de sol
y una brisa de aire.....

# CONTENIDO

1.	Int	troducción	2	
	1.1.	Producción y mercado de carne en México	2	
	1.2.	Producción y mercado de carne de cerdo en México	4	
	1.3.	La porcicultura nacional y el TLCAN	9	
	1.4.	El sistema de producción de traspatio en México	15	
	1.5.	Costos de producción	17	
	1.6.	Recursos no convencionales como fuentes alternas		
		de alimentación en cerdos	20	
	1.7.	Plantas acuáticas y su uso en la porcicultura	24	
	1.8.	Calidad de la canal	33	
2.	Ju	stificación	42	
3.	Objetivos			
	3.1.	Objetivos específicos	44	
4.	. Hipótesis		45	
5.	Material y métodos			
	5.1.	Localización	46	
	5.2.	Animales	46	
	5.3.	Costo de producción de la Lemna gibba	47	
	5.4.	Dietas	47	
	5.5.	Variables	49	
6.	Re	esultados	52	
7.	Discusión6			
8.	Conclusiones42			
9.	Bibliografía43			

### 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Producción y mercado de carne en México.

En México, las actividades pecuarias mantienen una gran importancia en el contexto socioeconómico, y al igual que el resto de las producciones primarias, han servido de base al desarrollo de la industria nacional, ya que proporcionan alimentos, materias primas, divisas, empleo y distribuyen ingresos en el sector rural<sup>1</sup>: Del campo y sus actividades económicas depende casi el 40% de la población del país, que está representado en su mayoría por ejidatarios, comuneros, pequeños propietarios y jornaleros<sup>2</sup>.

La ganadería y en especifico la producción de carne, es la actividad productiva más diseminada en el medio rural, pues se realiza en la mayoría de las regiones ecológicas del país. México cuenta con dos millones de km² de superficie³, y aproximadamente la mitad tiene un uso productivo rural que se divide de acuerdo con datos publicados por la SAGARPA⁴: 61 millones de hectáreas dedicadas a tierras forestales, 28 millones a la agricultura, 10 millones de hectáreas tienen otro uso, y se estima que en total la superficie aprovechada por la ganadería es superior a los 110 millones de hectáreas, representando aproximadamente el 60% de la superficie del territorio nacional, en donde 107.8 millones de hectáreas corresponden a pastizales y más de 2 millones son superficies agrícolas de granos forrajeros y forrajes de corte que se destinan al consumo animal¹.

Con relación a la agricultura mexicana, la FAO<sup>5</sup> sostiene que en términos generales esta actividad no es competitiva a nivel internacional, teniendo bajos niveles de producción y de productividad causados por algunos factores como los importantes rezagos en infraestructura, tecnología e inversiones.

La agricultura mexicana es esencialmente de temporal, y en la última década la producción total del campo ha contribuido en promedio entre 6% y 7% del Producto Interno Bruto (PIB)<sup>6</sup>. Anualmente la superficie sembrada se distribuye en: 68% para la siembra de granos y oleaginosas, 5.8% para frutales, 3% hortalizas, 0.9% cultivos para exportación y 23% de otros cultivos<sup>7</sup>.

A finales del siglo pasado se inicio en México una estrategia política general para la modernización del sector agropecuario; sin embargo, los pocos avances obtenidos no muestran una recuperación franca<sup>8</sup>; de 1990 a 2004, la producción total de carnes pasó de 2.8 millones de toneladas a poco más de 5 millones, lo que implicó un crecimiento de 2.2 millones de toneladas<sup>9</sup>. A principios de la década de los 90's, la composición de la producción de carnes en México se daba en un 41% para la de bovino, 28% de porcino, 28% para pollo, y 3% de ovino, caprino y pavo; pero hacia finales de la década, la conformación se transformó radicalmente para constituirse en un 41% para pollo, 33% de bovino, 24% de porcino y 2% de ovino, caprino y pavo<sup>1</sup>.

#### 1.2. Producción y mercado de carne de cerdo en México.

Tinoco<sup>10</sup> menciona que la historia de la porcicultura mexicana se remonta al siglo XVI con la llegada de las primeras razas ibéricas, napolitanas y célticas provenientes de Europa y vía la Nao China con cerdos asiáticos; y que a partir de ese momento hubo una reproducción sin control que dio lugar a los cerdos criollos, divididos en dos: cerdo cuino o enano de las tierras altas de México, que esta adaptado a los climas fríos y templado, y por otro lado el erdo pelón mexicano, adaptado a los climas tropicales. Así mismo también menciona que a partir del siglo XX, se han destacado 4 etapas en la porcicultura mexicana, marcadas por los distintos cambios socioeconómicos y políticos. La primera etapa comprende de principios de siglo hasta 1972, la segunda de 1972 hasta 1983, la tercera de 1984 a 1997, y finalmente la comprendida de 1997 a nuestros días.

Al dar a conocer las bondades de la mejora genética mediante la introducción de razas superiores a las locales, el Gobierno Federal implementa programas de mejoramiento genético porcino, pero una mala administración y deficiencias en la infraestructura y asistencia técnica, dieron como resultado un biotipo de "cerdo corriente". El reparto de las tierras en México presentó un gran problema y el surgimiento de las explotaciones intensivas fue una alternativa de inversión, dando como resultado las tasas más altas de crecimiento del sector porcícola, esto sumado al hecho de que se contaba con un subsidio del 60% en el sorgo y aranceles a la importación de productos porcinos de hasta el 50%. Sin embargo, y

por consecuencia de las crisis económicas desde 1984 y hasta 1994, y que afectaron a todo el sector pecuario del país, se presentó una decadencia en los niveles de producción, tanto en la porcicultura como en las otras ramas agropecuarias.

Durante el año 2003, las condiciones de inestabilidad económica a nivel mundial, generaron en México un bajo desempeño de la economía, el cual se ubicó en 1.3%, que si bien fue mayor al del año anterior, no alcanzó las expectativas planteadas por el Gobierno y por analistas privados.

Para principios del siglo XXI se estimó que la porcicultura nacional se encontraba dentro de los primeros cinco lugares en producción de carne de cerdo en América, tan solo por debajo de Brasil, Estados Unidos y Canadá, que en conjunto alcanzaron más de 30 millones de toneladas<sup>11</sup>.

En el 2001, la producción porcícola generó el 25% del total de la carne producida en el país, oferta nacional proveniente en un 75% de siete estados, que se resumen en 3 regiones: Occidente (Guanajuato, Jalisco y Michoacán), Oriente (Puebla y Veracruz) y las regiones conocidas como Libres de Fiebre Porcina Clásica (Sonora y Yucatán)<sup>12</sup>; de estos, los principales estados productores fueron: Jalisco, (209,443 ton), Sonora, (179,444 ton), y Guanajuato (100,740 ton); estos tres estados representaron mas del 45% del total producido en el año 2001, y que sumados equivalen a más de 10 mil millones de pesos<sup>9</sup>.

En el año 2002 la producción nacional se redujo en un 5% con respecto al año anterior, debido a cambios desfavorables en el precio, la incertidumbre por el aumento del 10% de las importaciones, además de una aparente disminución del consumo. Durante los años de 1993 a 2002, se puso en marcha el proceso de desgravación de los productos porcícolas y el mercado se presentó con un aumento en la producción nacional del 3% anual, las importaciones con el 8% y las exportaciones crecieron al 30%; estas aunque pocas y esporádicas, se realizaron a Japón, en 1977 se exportó la mayor cantidad de carne, 1,595 toneladas en total<sup>13</sup>; provenientes de los estados de Sonora y Yucatán, que tienen reconocimiento nacional e internacional de bajo riesgo sanitario<sup>12</sup>.

Una de las principales razones de estas exportaciones se debió a que en México subsiste la Fiebre Porcina Clásica (FPC) y aunque existen estados de la República libres de la enfermedad, Estados Unidos maneja un concepto de países libres y no de zonas o regiones libres de FPC<sup>13</sup>.

En materia de importaciones, la FAO<sup>5</sup> calculó que en 1988, México introdujo 90 mil toneladas de carne de cerdo con un valor de 90 millones de dólares y en el mismo año solo se exportaron mil toneladas de carne con un valor de 4 millones de dólares. El departamento de agricultura de Estados Unidos informó que de 1987 a 1991 se ha incrementado ocho veces el volumen de las exportaciones hacia México<sup>13</sup>.

En el periodo de 1993 a 2002 continuó el crecimiento de las importaciones, favorecidas por una moneda sobrevaluada, por el excedente de carne en EU y por la reciente apertura comercial; el incremento se vio de 49,651 toneladas de carne en 1993 a más de 200 mil toneladas para el 2002<sup>12</sup>.

En el año 2003, fue de 1.03 millones de toneladas, que comparada con el año anterior, presentó una disminución en 3.1%, reflejo de los bajos precios y nula rentabilidad en la piara nacional, durante el año 2002<sup>14</sup>.

En México, la producción de cerdo en canal ha sufrido pocos cambios significativos, con una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) del 3%, pasando de 757,400 toneladas en el año 1990 a 1,143,581 toneladas en año 2001, cifra proveniente de casi 14 millones de cerdos sacrificados en rastros municipales<sup>11</sup>.

Como resultado a los bajos precios de las importaciones y de algunos cortes de porcino, el Consumo Nacional Aparente (CNA) aumento 2.7% mas en el año 2003, con respecto al año anterior, colocándose así en 1.5 millones de toneladas; de la disponibilidad de carne por habitante, en el año 1995 el promedio de consumo fue de 12 kg, y para el año 2003 se colocó en 14.7 kg<sup>14</sup>.

Es probable que este aumento en la disponibilidad de carne por persona este más ligado a grupos de la población económicamente privilegiados, los cuales, por razones de ingreso o hábitos alimenticios consumen más carne que otros, si es el caso, entonces las cifras ocultarían los problemas en la mala distribución de los alimentos entre los diferentes sectores sociales<sup>15</sup>.

El mercado mexicano de carne de cerdo esta compuesto por el consumo de embutidos (20%), consumo fuera de casa (20%), y por el 60% del mercado detallista para el consumo en casa, de este, el 91% se vende en carnicerías, mercados y tianguis, y el 9% se vende en supermercados<sup>12</sup>.

Cabe señalar que en el año de 1996, la suspensión de la tendencia del crecimiento se debió a la afectación de los procesos productivos por la caída de la demanda en 1995, a consecuencia de la crisis económica de finales de 1994, así como al encarecimiento del precio de los granos forrajeros, cuya cotización alcanzó niveles récord históricos, afectando principalmente a la porcicultura y a la avicultura, en virtud de que ambas actividades sustentan la alimentación de sus animales, hasta en un 70% con granos forrajeros<sup>1</sup>.

La poca competitividad de la porcicultura mexicana frente a los mercados internacionales podría provenir de una escasa infraestructura y de los pocos o nulos subsidios a la producción, mientras que en Estados Unidos se creo la infraestructura para el desarrollo agropecuario desde el siglo antepasado y se legitima en 1917 con el acuerdo de seguridad nacional a la producción del campo, que se traduce en maquinaria hidráulica, mejores caminos y transportes, mayores almacenamientos y fuertes subsidios; en México el nivel de desarrollo no tiene comparación a lo logrado hasta la fecha, donde la industria de la porcicultura inició en las décadas de los 50's y 60's del siglo pasado<sup>13</sup>.

En su libro, Tinoco<sup>10</sup> señala que el futuro de la porcicultura nacional es incierto debido a la política internacional de mercado, en donde las exportaciones se ven perjudicadas debido a que en México no se han podido establecer las condiciones sanitarias que permitan la aceptación de los productos del cerdo en los principales mercados mundiales.

#### 1.3. La porcicultura nacional y el TLCAN.

El Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) ha venido modificando la forma de pensar y de actuar en ciertas de las actividades económicas en México; de las cuales, algunas de ellas se han visto beneficiadas por tener acceso a un mercado que incluye a la mayor potencia económica del mundo. En tanto que otros sectores productores del país se ven desfavorecidos porque los problemas estructurales del país, y de los mismos sistemas de producción determinan enormes diferencias entre los tres países<sup>10</sup>.

En 1990, México (bajo la presidencia del Lic. Carlos Salinas de Gortari) propone a EUA, la firma de un tratado de libre comercio, al cual después se añade Canadá. Con el acuerdo se busca una mayor inversión, empleos, productividad y de una manera general reactivar la economía estancada. De forma particular, la eliminación de todo tipo de barreras arancelarias y no arancelarias, establecimiento de condiciones para una competencia leal, liberación de inversión,

y la creación de mecanismos y procedimientos para la solución de controversias que surjan de la práctica comercial<sup>16</sup>.

Para el TLCAN se formaron diferentes agrupaciones tanto públicas como privadas, con el fin de tener una mayor participación dentro del Tratado así, se formó la Comisión Intersecretarial del TLCAN, el Consejo Asesor y la Coordinadora de Organismos Empresariales de Comercio Exterior (COECE), esta última con 180 ramas productivas, convirtiéndose en el principal interlocutor de negociación y consulta<sup>17</sup>.

En 1991, el COECE, entregó un resumen de la posición de la porcicultura nacional, en la cual se mencionaban las grandes desventajas a las que se enfrentaría; sin embargo, como ya se mencionó el Tratado entro en vigor el 1º de enero de 1994<sup>10</sup>; y en cuanto a la porcicultura nacional se tomaron las siguientes medidas:

- 1.- Los cerdos reproductores que se encontraban libres de arancel, continuarían así; para los reproductores de alto nivel, desaparecería el 10% del arancel.
- 2.- Los animales para abasto, que contaban con el 20% de arancel, desaparecería en 10 años, y se permitiría la entrada de un cupo limitado sin pago. El cupo para 1994 fue de 46,900 animales con peso menor a 50 kg y de 324,300 con peso superior; además se acordó que este se

incrementaría 3% anual. Para los cerdos provenientes de Canadá el cupo seria de 1,000 cerdos, con un aumento anual del 5%.

- 3.- La carne de ganado porcino, fresca, refrigerada o congelada, seria desgravada del arancel del 20%, al igual que la carne salada, en salmuera, seca o salada con arancel del 10%, ambos en 10 años, con un incremento de 3% anual.
- 4.- Para los despojos comestibles del cerdo (vísceras, hígado, pieles y demás) se consideró un arancel del 10%, pieles congeladas entrarían libres, las ahumadas con un arancel base de 15%, y los otros despojos pagarían 20% de arancel; para todos los casos, el periodo de desgravación seria de 10 años.

Como todas las industrias, la porcicultura ha tenido que enfrentarse a diferentes retos relacionados con el incremento en los precios de los insumos y la disminución en la rentabilidad de sus operaciones, acentuados por un proceso de globalización y adaptación comercial que ha demostrado la vulnerabilidad de las actividades agropecuarias a pequeña escala o de traspatio; de la cual participan la mayoría de los productores y cuyo mercado se encuentra en un área local o regional que demanda un mínimo o nulo valor agregado; es así como a partir de la firma TLCAN, una tercera parte de los 18 mil porcicultores han tenido que cerrar sus granjas y cedido el paso a grandes productores estadounidenses, que actualmente controlan el 40 por ciento del mercado mexicano<sup>18</sup>.

En el sector agroalimentario comenzó a formarse un pensamiento donde la mayor preocupación de los campesinos y empresarios ya no era producir lo mas conveniente de acuerdo a sus recursos, tradiciones o intereses, sino mas bien a satisfacer a un mercado que cada vez se veía más competitivo, y que ahora es el que define la calidad, los precios y las condiciones de entrega del producto<sup>17</sup>.

El comportamiento de la porcicultura nacional se puede referir a factores externos e internos. De los externos se puede mencionar la política comercial adoptada por México, la cual pasó de ser una economía proteccionista a una más neoliberal, y se confirma con la adhesión de México al Acuerdo General de Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT por sus siglas en inglés) en 1986, hoy Organización Mundial de Comercio (OMC) y la firma del TLCAN en 1994. De los internos, ha influido la poca participación de los productores ante estos cambios que se dieron y que se seguirán dando<sup>16</sup>.

De los tres países firmantes del TLCAN, EUA ocupa el segundo lugar a nivel mundial en producción de carne de cerdo, después de China; pero también es el primer importador mundial del producto, se menciona que hasta el 7% del consumo de carne proviene de las importaciones<sup>13</sup>. Para México, el principal importador de carne de cerdo es EUA, y a que más del 85% de las importaciones provienen de su país; para el año 2003 se esperó la entrada de aproximadamente 726 mil toneladas del producto, además de la competitividad de los productos provenientes de empacadoras con muchos recursos económicos y alta tecnología,

cuentan con campañas que favorecen y aceleran la entrada al mercado mexicano, a través de la US Meat Export Federation<sup>12</sup>.

Canadá por su parte es el séptimo productor mundial con niveles de exportación en aumento, debido principalmente a la disponibilidad de granos baratos; su mercado principal es el de EU, sobre todo en cuanto a la introducción de lechones para engorda y en segundo lugar México<sup>12</sup>. La producción de cerdo en Canadá tiene un superávit, generando más de lo que se consume, en el periodo 1986-1990 produjeron 1.14 millones de toneladas, y su consumo llegó a ser de 845 mil toneladas; el resto de la producción se exportó principalmente a Estados Unidos. Tanto en EUA como en Canadá, el consumo prioritario proviene de los cortes magros: pecho, espaldilla, lomo, filete y pernil, que representan aproximadamente el 50% de la canal, el otro 50% es considerado como desecho y se oferta en: patas, cabeza, vísceras, pieles y manteca, que por lo general terminan en el mercado mexicano<sup>13</sup>.

Con la apertura comercial se expuso la falta de competitividad de la porcicultura nacional debido a cinco principales razones, como son: grandes rezagos en la productividad con respecto a Estados Unidos y Canadá; diferencias en la calidad, cantidad, variedad y costos de los insumos, que se ven reflejados con la incompatibilidad de bienes intermedios, de comercialización y de capital de la porcicultura; falta de integración en las cadenas productivas; ausencia en el control de calidad; y finalmente falta de planeación en la producción de la industria porcícola 19.

Dentro de las organizaciones porcícolas, existe una gran variedad de opiniones, unas a favor, pero la gran mayoría en contra acerca de la firma del TLCAN; dentro de las favorables se sabe de la importación de granos y materias primas más baratas, así como la posibilidad de adquirir un mejor pie de cría de alta calidad genética. Las opiniones opuestas reflejan el temor a que el mercado de cerdo en México llegue a saturarse; se debe de considerar que menos del 50% de la producción de carne de cerdo se logra en industrias integradas que podrían llegar a negociaciones con EU y Canadá, pero el resto de los productores quedará a la deriva por no tener un nivel competitivo<sup>13</sup>.

Debido a todas las complicaciones derivadas del TLCAN, expertos de FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura), y sus investigaciones, señalan que un grupo de porcicultores está en búsqueda de la posibilidad de adentrarse en el mercado Centroamericano con productos terminados, que de lograrse abrirá nuevos horizontes a la porcicultura mexicana<sup>13</sup>.

Con los cambios en la producción que se vienen generando, no solo en México sino de todo el mundo, la porcicultura corre el riesgo de sufrir modificaciones en los tres niveles de producción (bajo, medio y alto), siendo el nivel medio el que corre el mayor riesgo a desaparecer, ya que los grandes productores seguirán en las líneas de mercado, mientras que los productores de traspatio permanecerán como una fuente de supervivencia para las poblaciones y como suministro a mercados locales, con pocas o nulas posibilidades de crecimiento<sup>20</sup>.

#### 1.4. El sistema de producción de traspatio en México.

La producción porcina de México se desarrolla bajo tres sistemas: intensivo, semiintensivo y de traspatio o de autoconsumo, la diferencia radica en el nivel de tecnificación de cada uno de ellos, así como del porcentaje que aportan a la producción, siendo del 50, 20 y 30% respectivamente<sup>20</sup>.

En México los sistemas productivos de traspatio o de autoconsumo constituyen una fuente de ingreso extra para las familias; estos sistemas productivos se encuentran a lo largo de toda la República Mexicana y de acuerdo con la SAGARPA<sup>21</sup>, las canales que se comercializan de estos sistemas de producción son fuente de abasto en zonas en las que los centros comerciales formales no operan, razón por la cual los niveles de producción no se ven afectados por las variaciones de precios en los grandes centros de consumo.

Aproximadamente el 40% de los cerdos vivos son producidos bajo el sistema de traspatio, que se basa en: a) satisfacer las necesidades primarias de la familia y de la comunidad, representando en ocasiones la única fuente de proteína de origen animal; b) ser una fuente extra de ingresos; c) por lo general predominan las razas nativas y algunas cruzas con razas mejoradas; d) escasa o nula utilización de productos veterinarios; e) el manejo de los animales esta a cargo de miembros de la familia; f) el número de animales es reducido; g) la alimentación de

los cerdos es a base de los diferentes recursos de la agricultura local, desperdicios caseros y ocasionalmente de alimentos balanceados <sup>22</sup>.

En México el sistema porcino más afectado por la falta de atención técnica es el de traspatio, siendo importante su consideración, ya que su distribución en el territorio nacional es muy amplio, incluso en la Ciudad de México, como en las zonas del Ajusco, Milpa Alta, Tláhuac, Cuajimalpa, Magdalena Contreras y Xochimilco, que con su gran riqueza biológica permite el desarrollo de sistemas sostenibles de producción porcina a mediano y largo plazo <sup>20</sup>.

En la región de Xochimilco, (que comprende las delegaciones de Milpa Alta, Tláhuac y Xochimilco) la herencia ancestral de producción ha sido de las más grandes y variadas, incluyendo la agricultura y la ganadería. En la primera existen tres zonas importantes: 1) la lacustre, donde crecen diferentes tipos de plantas acuáticas; 2) las chinampas, de las que se cultivan hortalizas y flores; y 3) la zona de la montaña, que se caracteriza por su riqueza de flora nativa<sup>23</sup>.

La cría de cerdos, se lleva a cabo en las zonas urbanizadas, donde el sistema que predomina es el de traspatio, caracterizado por la variedad de razas y cruzas de animales alojados en instalaciones rústicas, con piso de concreto y alimentados con una gran diversidad de productos derivados de la industria alimenticia (tortilla, sema y salvado de trigo principalmente), y algunos productos provenientes de las chinampas como pasto kikuyo, cañuela o xacaltule, quelite y rastrojo de maíz, que por lo general llegan a ser escasos e insuficientes, lo que hace necesario la

utilización de las plantas acuáticas presentes. El manejo sanitario esta limitado a las enfermedades endémicas como Fiebre Porcina Clásica<sup>23</sup>.

En las empresas de traspatio, donde generalmente el cerdo se comercializa en pie, subsiste un alto nivel de intermediarismo, lo cual disminuye la utilidad del producto, dificulta la consistencia en la producción y el abastecimiento, afectando al productor, el cual se ve obligado a aumentar los precios de sus animales conforme se incrementan los costos en los insumos. Al final de esta cadena, todos estos eslabones se reflejan en el precio que el consumidor tiene que pagar por un kilogramo del cerdo<sup>13</sup>.

#### 1.5. Costos de producción.

Se menciona que la porcicultura presenta una estacionalidad debido principalmente a las demandas del mercado, el poder adquisitivo y el hábito de consumo de los compradores, incrementándose en las fiestas de fin de año en donde el producto alcanza su mejor precio<sup>21</sup>.

Pérez<sup>24</sup> menciona que la porcicultura moderna se basa en los conceptos de racionalidad, intensificación, aumento de la productividad, con disminución de los costos y ahorro de la mano de obra, entre otros, por lo que el mejoramiento de los sistemas de producción tiene que ser una prioridad, para que los productores

puedan optimizar los niveles de eficiencia y de esta manera mantenerse competitivamente dentro del sector porcícola.

Lograr producir productos baratos y de mala calidad no implica que los costos de producción sean bajos, es posible obtener un producto final de muy buena calidad a un costo razonable y que satisfaga las necesidades de los consumidores, que no solo demandan cantidad, sino también calidad a un precio adecuado. Para lograr una reducción en los costos de producción, el porcicultor deberá analizar el material genético con el que cuenta, el tipo de alimento usado y su optimización, el programa preventivo, de control y erradicación de enfermedades, así como el manejo técnico, diseño y construcción de las instalaciones<sup>25</sup>.

El precio de los granos está determinado por su cotización en el mercado en las bolsas de valores de EU, más el costo de transporte a la granja o planta de alimento, y varía en respuesta al nivel de reservas en existencia, principalmente en EU. Por ejemplo, en 1996 las reservas llegaron ser menores al 8% del consumo anual y el precio del grano se colocó en 170 dólares por tonelada, mientras que en los últimos años las reservas se han mantenido en más del 20% del consumo y los precios han estado en los niveles más bajos desde 1986<sup>12</sup>. Estas cotizaciones están hechas en dólares, por lo que las variaciones en el tipo de cambio también influyen en el precio y directamente en el costo de producción; hasta la década pasada el dólar se mantuvo estable, sobrevaluándose y favoreciendo la rentabilidad de las producciones, pero el comportamiento económico del mercado es muy diferente en la actualidad.

En Estados Unidos el costo de alimentación de un cerdo representa el 68% de los costos totales, mientras que en México este costo se incrementa hasta un 70 u 80%, aunado a que el precio del grano y de la pasta de soya es superior en 30 o 40% en México; por otra parte, el productor estadounidense cuenta con abastecimientos seguros y regulares, manejando un inventario de granos a 15 días, mientras que el productor nacional tiene que hacerlo a 75 u 80 días, lo que incrementa sus costos financieros, de infraestructura, maniobras y mermas<sup>13</sup>.

Para lograr una disminución en los costos de producción se tiene que tomar en cuenta que de todos los insumos, principalmente el alimento, que representa del 70 al 80% de los costos totales. En una granja de ciclo completo, la disposición del alimento se distribuye de la siguiente manera: 16 - 18% a los reproductores, 12 - 14% a los cerdos destetados, y más del 50% a los animales en crecimiento y engorda. Esto justifica la elaboración de raciones al mínimo costo, particularmente con el empleo de materias primas no convencionales, mismas que pueden representar una fuente alternativa para el porcicultor a pequeña escala<sup>26</sup>. Al respecto Gutiérrez<sup>27</sup> señala que el uso de plantas acuáticas en la alimentación de los cerdos, puede llegar a ser una buena alternativa para lograr una disminución en los costos de alimentación. Es así que algunos expertos señalan que la sustitución de ingredientes como el maíz, sorgo y soya, permitirá abatir hasta en un 50% los costos de producción y evitar el desplazamiento del mercado porcícola de un importante sector de productores<sup>20</sup>.

1.6. Recursos no convencionales como fuentes alternas de alimentación en cerdos.

La producción e investigación de alimentos no convencionales es un área prioritaria, no solamente para México, sino a nivel mundial. La demanda de materias primas para la alimentación del ganado a generado amplias, conocidas y discutidas crisis alimenticias y económicas, sabiendo de la limitada capacidad de la agricultura para satisfacer esas demandas<sup>28</sup>.

Los subproductos como fuente de alimentación para los animales son muchos y muy variados; la FAO<sup>29</sup> los divide en 4 categorías dependiendo el tipo de nutrimentos que aportan (energía o proteína), su papel en los sistemas de producción y la cantidad con la que contribuyen:

- Grupo 1. Se encuentran los subproductos que aportan energía y forman la mayor parte de las raciones. Se caracterizan por ser ricos en carbohidratos fermentables y por ser escasos en fibra y proteínas. Algunos ejemplos incluyen a los derivados de la caña de azúcar, remolacha, frutas cítricas, yuca, papas, plátanos, café y piña entre otros.
- Grupo 2. Clasifica a los alimentos empleados como fuente de proteína,
   principalmente las pastas y harinas de leguminosas, oleaginosas;
   subproductos de origen animal, follajes de leguminosas y proteína unicelular.

- Grupo 3. Considera a los subproductos que provienen de la molienda de los cereales como trigo, arroz y maíz, que pueden aportar grandes cantidades de energía y proteínas. Las limitaciones generales son la calidad de la fibra y las proteínas.
- Grupo 4. Corresponde a los desperdicios provenientes de la industrialización de las frutas y verduras.

Por su parte Grande y col.<sup>30</sup> nombran una clasificación de los alimentos no convencionales que se utilizan en la dieta de los cerdos, dividiéndolos en seis grupos:

- Recursos naturales. Cubre una gran variedad de plantas y animales, como la morera, costilla de vaca, ámate, mezquite, huizache, guaje, nabillo, plantas acuáticas como el lirio y la lentejilla, e invertebrados como las moscas y lombrices.
- Productos de actividades primarias. Incluye varias leguminosas forrajeras, especies cultivadas como el achiote, calabaza, amaranto, marañón, plátano, remolacha, camote y papa.
- Proteína unicelular. Proveniente de microorganismos como algas, bacterias, hongos y levaduras.

- 4. Subproductos de la actividad primaria. Este es el grupo más grande y esta dividido en subproductos de origen agrícola, pecuario y forestal:
  - a) Subproductos agrícolas. Entre los que se incluyen esquilmos como las pajas, rastrojos de cereales o leguminosas, cáscara de cacao, desperdicios de la papa, entre otros.
  - b) Subproductos pecuarios. Dentro de este grupo se clasifican la cama de los pollos o las excretas de aves o cerdos, e inclusive efluentes del ensilaje de maíz.
  - c) Subproductos forestales. Se menciona la viruta de madera, la corteza o el follaje de los árboles.
- 5. Subproductos agroindustriales. Son los que se originan en las industrias que se encargan de la conservación de frutas y hortalizas, de alcoholes, azucarera, cervecera, aceite, productora de almidón, láctea y cárnica, dentro de los cuales se encuentran: suero de queso, subproductos de la curtiduría, harina de cuernos, cascos y plumas hidrolizadas, y otros menos conocidos como las vísceras, órganos o los contenidos estomacales de algunas especies domésticas; además se incluyen los sobrantes de diversos cultivos, como: cítricos, manzana, uva, cacahuate, algodón, girasol, jojoba, palma de aceite, caña de azúcar y yuca.

 Desperdicios de consumo humano. Son los sobrantes orgánicos generados en los hogares, restaurantes, comedores escolares y empresariales, industrias y mercados.

La mayoría de estos productos alternos se encuentran disponibles en diferentes partes de la república y varios de ellos son subutilizados, y se considera que tienen un alto potencial para su utilización en la alimentación de los cerdos. Por otro lado, el empleo de este tipo de recursos tiene la ventaja de ayudar a reducir la contaminación ambiental y el deterioro de los recursos<sup>28</sup>.

En la empresa porcina, los granos son uno de los insumos más importantes, pero el productor depende de muchos factores para su adquisición, desde su importación hasta las decisiones políticas federales como el precio de garantía a los mismos<sup>25</sup>.

Por lo anterior, tanto los productores como investigadores en búsqueda de una alternativa a los altos costos de los insumos, han llevado a cabo diferentes prácticas para encontrar fuentes alternas de alimentación animal, con relación a las dietas o alimentos convencionales<sup>31</sup>; tales investigaciones deben responder a la problemática local o a la demanda concreta de un grupo de usuarios que pueden utilizar eficientemente el recurso con el que cuentan.

Existe una gran variedad de fuentes de alimentos no tradicionales que se pueden usar en las dietas de los animales, y aunque cada uno de ellos tiene sus propio valor y potencial, la economía de cada proceso mejoraría significativamente cuando la producción de varios de ellos se integre a un sistema donde el producto final se pueda convertir en materia prima de otro subsecuente<sup>28</sup>. El uso de *Lemna gibba*<sup>27</sup>, así como vísceras de pollo, desperdicios de las industrias restauranteras, tortillería, panadería, juguería y la adición de heces animales procesadas como la gallinaza y cerdaza<sup>32</sup>, son ejemplos de fuentes de alimentación, con una buena cantidad de nutrimentos necesarios para los cerdos.

#### 1.7. Plantas acuáticas y su uso en la porcicultura.

Las plantas acuáticas son aquellas que crecen asociadas al agua o que al menos están presentes en suelos que están cubiertos por ella durante la mayor parte de su desarrollo; no se puede dar una definición exacta del término macrófitas acuáticas, ya que algunas se desarrollan en la zona de transición de los ambientes terrestres y el acuático, o en zonas inundadas durante algunas épocas del año<sup>33,</sup> 34, 35

Las plantas acuáticas superiores o macrófitas acuáticas, son importantes componentes ecológicos de los sistemas acuosos, al ser productoras primarias que proveen un hábitat para vertebrados, epífitas, peces y una gran diversidad de otros organismos, constituyendo un recurso que hasta la fecha ha sido casi o

totalmente subutilizado <sup>36, 37</sup>. Su uso se basa principalmente en la fabricación de papel, cartón, tejados, lazos y canastos, también como hortalizas, abono y hábitat en peceras. Actualmente el interés sobre estas plantas como purificadoras de agua ha ido en aumento, debido a la capacidad que tienen para captar la materia orgánica, lo que permite purificar el agua contaminada por la agricultura y la industria, este efecto se logra gracias a los microorganismos presentes en sus raíces y tallos <sup>22</sup>.

El contenido nutrimental de las macrófitas esta sujeto a las especies y depende de la temporada, localidad y morfología de la planta. Durante la extracción de un concentrado proteico, se obtiene un alto contenido de carotenos, xantofilas (80 – 85%)<sup>38</sup>, almidón y carbohidratos solubles que se encuentran en un rango del 8 al 11%; finalmente también son ricas en minerales como el hierro, calcio y fósforo<sup>39</sup>,

Dentro de las zonas agropecuarias del Distrito Federal, en la delegación Xochimilco, uno de los recursos son las plantas acuáticas existentes, que por un lado, presentan un crecimiento desmedido, causando problemas ecológicos y por otro, representan un potencial no aprovechado como alimento para los animales, ya que son ricas en proteína, minerales y aminoácidos como la lisina, treonina y valina<sup>22, 34, 35</sup>. Dentro de este grupo de plantas, sobresale por su abundancia el "chichicaztle" (*Lemna gibba*), perteneciente a la familia *Lemnacea*, la cual es una pequeña planta flotadora de morfología simple, crecimiento rápido y abundante, de

fácil propagación, con un contenido de proteína comparable a la pasta de soya y harina de pescado<sup>22, 41, 42</sup>.

La familia *Lemnacea* (Cuadro 1), se encuentra dentro del grupo de las plantas macrófitas, con cerca de 35 especies divididas en 4 géneros: *Spirodela, Lemna, Wolfiella y Wolffia*; estas plantas son de morfología simple, carecen de tallos y hojas verdaderas, las cuales son de forma ovalada y aplanada que rara vez exceden los 5 mm de largo, se encuentran en pequeños grupos llamados frondas que miden de 0.8 a 1.5cm. La reproducción de la *Lemna gibba* es vegetativa (asexual), los clones presentan variaciones es su tasa de crecimiento. Una fronda madura puede llegar a producir 20 frondas hijas que salen de unas bolsas reproductivas laterales en un periodo de 4 semanas antes de morir; cada grupo de plantas puede tener o no raíz presente y rara vez florea<sup>43</sup>. Journey y col<sup>44</sup>, mencionan que se puede duplicar la biomasa en 2 días bajo condiciones ideales; de manera experimental la tasa de crecimiento puede llegar a ser de 4 toneladas métricas por hectárea por día de planta fresca, o de 80 toneladas métricas por hectárea por año de material sólido.

Cuadro 1. Taxonomía del Chichicaztle\*:

Reino Plantae

Subreino Tracheobionta

Superdivisión Spermatophyta

División Magnoliophyta

Clase *Liliopsida* 

Subclase Arecidae

Orden Arales

Familia Lemnacea

Género Lemna

Especie gibba

La calidad y el valor nutritivo de las macrófitas varía dependiendo la especie a la que pertenece, la calidad del agua donde se desarrolla, la edad en el momento de la cosecha y el tratamiento que se le da después de la colecta. Aunque tienen un alto contenido de agua (90 – 95%) su composición química en base seca de acuerdo con Boyd<sup>34</sup> muestra que poseen igual o mayor cantidad de Proteína Cruda (PC) y minerales que muchos de los alimentos convencionales, inclusive tienen una menor cantidad de fibra que los forrajes. El contenido de aminoácidos muestra que son ricas en lisina y deficientes en aminoácidos azufrados como la metionina; las cenizas se encuentran en un porcentaje alto, llegando a ser de hasta un 60%. Las sustancias tóxicas presentes en estas plantas acuáticas, como

\*
 United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

\*

los nitratos, oxalatos, taninos y glucósidos cianogénicos no se encuentran en cantidades perjudiciales<sup>45</sup>.

Dewanji<sup>35</sup>, determinó la composición química y el contenido de aminoácido de cinco especies acuáticas obteniendo un contenido de extracto etéreo de 8%, fibra cruda 5%, energía bruta de 2.5 – 4.3 kcal/g, proteína cruda de 38.3 – 54.2% y una digestibilidad *in vitro* superior al 70%.

Por su parte, Gutiérrez<sup>27</sup>, hizo una comparación de la *Lemna gibba* con la pasta de soya y el sorgo; arrojando los siguientes resultados:

Cuadro 2. Composición química de la Lemna, Sorgo y Soya.

	Sorgo	Pasta de Soya	Lemna gibba
Materia Seca %	85.66	88.02	89.04
Proteína Bruta %	10.64	54.47	27.82
Extracto Etéreo %	3.22	3.05	1.10
Cenizas %	1.98	7.08	24.15
Extracto Libre de Nitrógeno	79.48	32.97	35.82
Fibra Cruda %	4.56	2.40	11.07
TND <sup>1</sup>	76.45	72.98	55.52
Energía Bruta, kJ/g MS	15.40	15.90	11.84

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>TND= PC (0.75) + EE (0.9)(2.25) + FC (0.5) + ELN (0.75)

<sup>1</sup> kg TND =18.46 Kj ED/g

La *Lemna gibba*, o "Chichicaztle", crece en estanques, zanjas, arroyos, lagunas bajas y en general en cualquier superficie de agua con poco movimiento. La distribución de esta familia de plantas es mundial, excepto en los polos donde las temperaturas se mantienen cercanas a los 0°C. Varias especies pueden soportar temperaturas extremas, pero tienen un mejor crecimiento en climas cálidos y soleados<sup>46</sup>.

La producción de biomasa y la velocidad de crecimiento de la *Lemna gibba* se ve afectada por diferentes factores, tales como: temperatura, intensidad de la luz, viento, corrientes acuáticas, humedad, lluvia, densidad de plantas, crecimiento de algas, profundidad del agua, pH y concentración de nutrimentos<sup>47</sup>.

La siembra y el cultivo de estas plantas es sencillo si se cuenta con estanques que tengan una profundidad mínima de 20 a 25 cm y 20 mg de nitrógeno por litro, la semilla se siembra a una densidad de 200 g/m²; la cosecha se realiza dos días después dejando como semilla 100 g de *Lemna*/m², la limpieza del estanque se puede hacer cada 20 días, regando el agua a los cultivos como fertilizante<sup>42</sup>.

La calidad y el valor nutritivo varía dependiendo de la especie a la que pertenezca, la calidad del agua en donde se desarrolla, la edad en el momento de su cosecha y del tratamiento posterior a su colecta; si el agua es natural, con pocos nutrimentos, el nivel de proteína es bajo, y por el contrario, el chichicaztle que crece en aguas enriquecidas con minerales o provenientes de afluentes agrícolas o municipales, puede llegar a incrementarse su nivel de PC del 30 al 40%<sup>46</sup>.

Se reporta que la *Lemna gibba* tiene todos los aminoácidos esenciales (Cuadro 3) en diferentes proporciones y que en mayor concentración se encuentran la Leucina y la Lisina; de acuerdo con las tablas de la FAO, el contenido de estos aminoácidos es comparable con la pasta de soya, exceptuando a la Metionina; esta variación en los componentes depende de diferentes factores, como: a) contenido medio de nutrimentos donde esta creciendo; b) horas luz; c) movimiento; d) sobrepoblación; e) estado de maduración y f) especies de *Lemna*.

Cuadro 3. Aminoácidos esenciales en diferentes especies de Lemna<sup>46</sup>.

Aminoácidos	Lemna	Lemna	Familia
Aminoacidos	Gibba	minor	Lemnacea
Lisina	7.03	6.9	4.01
Metionina	2.64	1.57	0.9
Histidina	2.79	2.3	1.78
Argenina	6.31	9.26	4.54
Treonina	4.95	4.78	3.12
Glicina	5.77	5.51	3.68
Valina	6.83	5.57	4.39
Isoleucina	4.73	4.24	3.61
Leucina	9.38	7.8	6.68
Tirosina	5.69	4.42	2.82
Fenilalanina	7.24	5.02	4.16

El uso de plantas acuáticas de la familia *Lemnacea* ha sido común en pequeños productores, sobre todo en los climas tropicales, las aves, cerdos y peces son los principales consumidores de la planta como una fuente de proteína; los rumiantes también son afines al consumo, pero como fuente de fósforo y nitrógeno<sup>22</sup>. Para la alimentación de los animales, el uso de estas plantas tienen muchas ventajas, tales como: a) un rápido crecimiento en aguas estancadas con un mínimo cuidado agronómico; b) comparadas con otras proteínas foliares, el contenido de proteína es mayor y el de fibra es menor, y c) el balance de aminoácidos de estas plantas puede llegar a ser más rico y completo que el de otras fuentes de proteína vegetal, como la lisina, o en el caso de proteínas de origen animal, más que la leche y el queso<sup>41, 48</sup>.

En estudios previos donde se ha utilizado a la *Lemna gibba* como fuente alterna o sustituta de ingredientes en la dieta de otros animales, se ha encontrado favorablemente que su inclusión no altera o mejora el producto final. Hanczakowski y col. 49 hicieron estudios en ratas para determinar el valor nutritivo de las lemnáceas desarrolladas en plantas purificadoras de agua, y la composición química encontrada fue similar a la reportada por otros autores. La utilización neta de proteína (NPU) de la *Lemna minor* (NPU=29) fue comparable al valor de la harina de hueso (NPU=30), pero menor al NPU de la soya (NPU=49). Este valor nutritivo propone el uso de plantas lemnáceas como una posible fuente de proteína y carotenoides que pueden ser utilizados en la alimentación del ganado y aves de postura.

Haustein y col.<sup>50</sup>, en 1990 usaron la *Lemna gibba* en un 40% como un sustituto de harina de pescado en las dietas para aves de postura, se evaluaron los parámetros productivos y la calidad del huevo; lo que encontraron fue que incluida hasta un 15% no afectó la producción de huevo, ni la pigmentación de la yema y el contenido proteico se incrementó de forma directa conforme se fue agregando a la dieta. La conclusión de este trabajo fue la importancia del uso de esta planta como un sustituto a los ingredientes tradicionales como la harina de pescado o la pasta de soya. Para el año de 1994 encontraron que la inclusión máxima de 15% de *Lemna gibba* en dietas para pollitos en crecimiento, produce valores similares en la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia que las que se alcanzan con las dietas tradicionales, además de que aumenta la coloración de la piel y la grasa de las aves.

Por su parte, Van Lai<sup>51</sup> realizó un experimento con cerdos de una raza rústica y cerdos de raza Large White de un poblado del norte de Vietnam. A la dieta tradicional que consistía en ensilado de yuca y salvado de arroz, se le agrego *Lemna gibba* que se cosechaba diariamente de los canales del poblado. Los resultados de dicho experimento demostraron que durante los primeros dos meses, los cerdos rústicos alcanzaron mejores ganancias diarias de peso (200 g /día) que los otros cerdos (87 g/día); sin embargo, poco tiempo después, los cerdos de la raza Large White sobrepasaron a los cerdos Mong Cai en la tasa de crecimiento, lo que indica que el uso de plantas acuáticas como la *Lemna gibba* en razas genéticamente superiores es justificable.

El uso de plantas acuáticas, o de cualquier otra fuente alternativa de proteína, debe tener la cualidad de ser un ingrediente en la dieta que ayude a mejorar los parámetros productivos de los cerdos (o de cualquier otro animal), dando así, un valor agregado al producto final.

### 1.8. Calidad de la canal

El nuevo orden mundial exige una adaptación de las tecnologías modernas para el aprovechamiento de los recursos locales y lograr una producción sustentable<sup>30</sup>, generando nuevas formas de producir a bajos costos con más de un propósito: generar ingresos adicionales a los núcleos rurales y ofrecer precios más bajos a los consumidores<sup>52</sup>. Es así como el desarrollo y el crecimiento de la porcicultura en México, no necesariamente tiene implicaciones en cuanto a la calidad de las canales, cuando se habla de crecimiento, el significado se refleja en la "cantidad"; mientras que desarrollo se refiere preferentemente a la "calidad"<sup>53</sup>.

El conocimiento del músculo, es esencial para entender las propiedades del mismo y su uso como fuente de alimento. Los parámetros productivos del mismo, dependen de factores externos e internos para su expresión; la calidad de la carne se puede ver afectada o beneficiada extrínsecamente por la calidad del alimento, el sistema de alimentación, las instalaciones, el clima, el manejo y las enfermedades infecciosas, entre otras. Intrínsicamente hay que tomar en cuenta la raza, el sexo, la edad del animal, la condición física, las contracciones de las

miofibrillas o la magnitud de degradación de las estructuras, así como los nutrimentos ingeridos (proteínas, lípidos, carbohidratos, compuestos inorgánicos y agua) que son necesarios para su formación<sup>54, 55</sup>.

Las proteínas son los compuestos orgánicos esenciales de los seres vivos, y tienen participación en todos los procesos biológicos. En los músculos, son fundamentales para el desarrollo, crecimiento y movimiento de las fibras musculares (a través de la miosina y actina)<sup>56</sup>. Todas las proteínas están compuestas por unidades simples llamadas aminoácidos, los cuales están formados por carbono, hidrógeno, oxigeno y azufre. Los aminoácidos esenciales son aquellos que no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser incorporados a la dieta; y los aminoácidos no esenciales son los que el organismo es capaz de sintetizar. El patrón ideal de aminoácidos esenciales para cerdos a partir de los 50 kg se muestra en la siguiente tabla<sup>58</sup>:

Patrón ideal de aminoácidos (% de Lisina)\*

Aminoácido	50-100				
Aminoacido	kg				
Lisina	100				
Arginina	30				
Histidina	32				
Triptofano	20				
Isoleucina	60				
Leucina	100				
Valina	68				
Fe + Tir <sup>a</sup>	95				
Treonina	70				
Met + Cis <sup>b</sup>	70				
Metionina	30				
Cistina	40				
<sup>a</sup> 53% I -fenilalanina + 47% I -tirosina					

<sup>a</sup>53% L-fenilalanina + 47% L-tirosina

Los lípidos o grasas, son el segundo componente en abundancia en las canales de los cerdos (12 al 20%). La grasa es la forma energética más concentrada para supervivencia de un animal. Las grasas tienen la función de actuar como fuente de energía, recubren las membranas celulares, transportan proteínas liposolubles, y en los alimentos dan sabor y textura<sup>56</sup>.

-

<sup>&</sup>lt;sup>b</sup>50% DL-metionina + 50% L-cistina

<sup>\*</sup> Los valores se expresan en cantidades de canda aminoácido como porcentaje de lisina en la ración; se supone que el 100% de biodisponibilidad de cada aminoácido.

Los carbohidratos se encuentran en abundancia en los vegetales (hasta el 70% de la materia seca de los forrajes), y almacenados como glucógeno en las fibras musculares. Dentro del organismo funcionan como fuente de energía, ahorro de proteínas, regulan el metabolismo de las grasas y como parte estructural<sup>58</sup>. En las plantas hay tres tipos de carbohidratos: 1) fibras (que son fuente importante de energía para los herbívoros), 2) azúcares sencillos (glucosa, galactosa y fructosa) y complejos (lactosa, sacarosa, maltosa) y 3) almidones, utilizados por la planta para almacenar energía (amilasa y amilopectina)<sup>56</sup>.

Vitaminas. Estas se necesitan en cantidades muy pequeñas para que el cuerpo lleve a cabo un metabolismo normal. Están divididas en dos: Liposolubles (A, D, E y K) e Hidrosolubles (Vitaminas del complejo B, y vitamina C). Las vitaminas liposolubles son poco alterables y el organismo puede almacenarlas fácilmente, una carencia de este tipo de vitaminas estaría basada en una mala alimentación. Las vitaminas hidrosolubles se almacenan en muy pocas cantidades, por lo que las necesidades de cada individuo deben ser cubiertas con la dieta diaria<sup>56</sup>. Compuestos inorgánicos o minerales, son necesarios para algunos procesos metabólicos, enzimáticos, o de formación; el agua circula entre los distintos compartimentos corporales llevando electrolitos, que son partículas minerales en solución. Se dividen en dos grupos, dependiendo de la cantidad que se requieren, macrominerales (>100 mg por día): Ca, P, Na, Cl, K, Mg y S; y microminerales (<100 mg por día) Fe, Zn, Mn, Cu, I, Si, Mb, Co, Se, As, Cr, F, Ni, Sn, V<sup>56</sup>.

El agua (H<sub>2</sub>O) con frecuencia no es tomada como un nutriente, sin embargo hay que tomar en cuenta que sin ella la vida no existiría. Constituye del 50 al 60% de la masa corporal en adultos y hasta 90% en neonatos, además, mas del 99% de las moléculas del cuerpo son de agua. El suministro de agua potable al ganado es de suma importancia, ya que participa en los procesos digestivos de los nutrientes<sup>56</sup>.

El complemento y la adición de todos estos elementos básicos, como base para la formación de carne magra nos permite definirla como el tejido músculo esquelético con un máximo del 10% de grasa infiltrada; y su utilidad se ve reflejada en el rendimiento de los cortes primarios o mayores, tales como: cabeza de lomo, entrecot (tipo americano o lomo con hueso para chuletear), espaldilla, jamón o pierna y tocino, la correlación de estos cortes primarios con el rendimiento magro de la canal es muy alto (95%) y tiene sus beneficios al ser comparados con el resto de la canal, casi 3 veces más caros los primarios que el resto de la canal. Por lo tanto, el obrador o industria que procesa esta carne obtiene un mayor beneficio por su actividad, y en consecuencia, al productor le debería retribuir esa ganancia<sup>59</sup>.

Greer<sup>60</sup> y Kauffman y col.<sup>61</sup> definen la calidad de la carne como una combinación de características que dan como resultado un producto sano, que pierde un mínimo de constituyentes durante el manejo, libre de putrefacción y otras anormalidades después de procesamiento y almacenaje, es atractivo en apariencia, mantiene una imagen sana y natural, es conveniente para su

preparación, nutritiva y palatable. Kauffman y col. 62 también sugirieron tres niveles de calidad: 1) de supervivencia; demanda una sanidad y calidad nutritiva mínimas.

2) nivel económico; incluye además de la sanidad y calidad nutritiva, una merma mínima durante su procesamiento. Y finalmente, 3) el ideal; que incluye todas las características de los niveles 1 y 2, pero insiste en el atractivo visual (características organolépticas).

La calidad de la canal es un término que puede variar en distintos pueblos, ciudades o países; por ejemplo, una carne obscura con alto contenido de grasa intramuscular es altamente aceptable en Japón, pero no tendría un buen mercado en Europa<sup>63</sup>.

La importancia de la calidad también depende del destino final que se le de al producto, y de forma general la calidad de la carne tiene diferentes categorías, las cuales se mencionan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Aspectos de la calidad de carne<sup>63</sup>:

Categoría	Atributos
Salud	<ul> <li>Higiene microbiológica: ausencia de bacterias como Salmonella o Campylobacter.</li> <li>Libre de residuos tales como: antibióticos, metales o pesticidas</li> </ul>
Cualidades organolépticas	<ul> <li>Color</li> <li>Ternura y jugosidad</li> <li>Sabor y olor</li> <li>Marmoleo</li> </ul>
Calidad nutritiva	<ul> <li>Cantidad y composición de las grasas</li> <li>Valor proteico</li> </ul>
Calidad tecnológica	<ul> <li>PH</li> <li>Capacidad de retención de agua</li> <li>Firmeza de la grasa</li> <li>Estabilidad oxidativa</li> </ul>
Calidad social	<ul><li>Bienestar de los animales</li><li>Cuidado del ambiente</li></ul>

Las carnes rojas como la de bovino, cerdo y cordero, tienen una alta densidad de nutrimentos de elevada calidad (proteína, grasa, colesterol, niacina, tiamina, vitamina B6, vitamina B12, hierro hemático y zinc); sin embargo, los contenidos de

grasa y colesterol son la mayor preocupación de los consumidores. El colesterol contenido en la carne de cerdo al igual que en la grasa dorsal están lejos de ser elevados; mientras la mantequilla contiene 240 mg de colesterol /100 g, el contenido en la carne y en la grasa dorsal del cerdo son de 55 y 60 mg de colesterol/100 g respectivamente. La grasa en el cerdo a diferencia del colesterol puede ser elevada dependiendo el corte de carne o la forma en que ésta es preparada, ya que es usada frecuentemente en productos cárnicos, a diferencia de la grasa de otras especies, contribuyendo de ésta forma sustancialmente en el total de la grasa de la dieta consumida, que está estimada en 23% aproximadamente<sup>64</sup>.

Enser y col.<sup>65</sup> analizaron el contenido de grasa de cortes similares de bovino, cordero y cerdo comprados en supermercados (Cuadro 5). El estudio reveló que el cordero contiene el mayor porcentaje de tejido adiposo (30.2%), seguido por el cerdo (21.1%) y al final el de bovino (15.6%). El porcentaje de grasa en el músculo (marmoleo) fue mayor en el cordero (4.9%), seguido por el de bovino (3.8%) y al final el de cerdo (2.3%).

Cuadro 5. Composición de cortes de lomo y chuleta

Especies	Músculo (%)	Tejido Adiposo (%)	Grasa en Músculo (%)
Bovino	84.4	15.6	3.8
Ovino	69.8	30.2	4.9
Porcino	78.9	21.1	2.3

Como en muchas industrias, la porcicultura posee diversos factores tradicionales que son difíciles de combatir; por ejemplo la engorda de cerdos sin un cuidado en la dieta no da lugar a una producción con más kilogramos de carne magra (rosada, suave y jugosa), que bajo ciertas condiciones podría competir con los extremos de la calidad: por un lado la carne pálida, suave y jugosa, y por otro la obscura, firme y seca. Si se toma en cuenta el constante aumento de un mercado de consumidores que están dispuestos a pagar precios extras por productos con menos cantidades de grasa, los productores podrían considerar los beneficios de producir un cerdo más magro, que además los libraría del costo adicional que implica la posterior remoción de la grasa<sup>66</sup>.

# 2. JUSTIFICACIÓN

En México la producción de traspatio, o familiar, sigue siendo una de las más grandes y diseminadas a lo largo de la República, y lejos de la posibilidad de mejorar, los pocos y bajos estímulos otorgados a este sistema por parte del Gobierno Federal, provoca una desmotivación al desarrollo de las producciones. Las limitantes en los recursos alimenticios genera también una necesidad de encontrar fuentes alternas de alimentación al mínimo costo en empresas porcinas de traspatio, lo que justifica el uso de la *Lemna gibba*, como una alternativa en la dieta de los cerdos en engorda.

Russof y col.<sup>67</sup>, así como Gutiérrez y col.<sup>27</sup>, determinaron el potencial nutricional de diferentes plantas de la familia *Lemnacea*, encontrando una composición en base seca de: 25 a 36.5% de proteína cruda, 8.8 a 11% de fibra cruda, 4.7 a 6.6% de extracto etéreo, 14 a 17% de cenizas y de 1.5 a 2% de lisina. Además de aprovechar este recurso local de alto valor nutricional, se elimina un elemento contaminante del medio ambiente.

La obtención de la *Lemna gibba*, que crece de manera natural en los canales de Xochimilco, así como en lagos, lagunas y riveras de ríos, se hace de forma artesanal. Por esta razón no se encuentra disponible en el mercado, por lo que se hace necesario calcular los costos de producción, al incluir diferentes niveles de este recurso en dietas para cerdos en una explotación de tipo familiar, y de esta manera, determinar cual es el porcentaje de inclusión más adecuado económicamente. Por otra parte se considera necesario conocer si el empleo de la *Lemna gibba* en la alimentación de cerdos implica un cambio en la calidad de la canal.

## 3. OBJETIVOS

Evaluar la calidad de la canal de cerdos en finalización alimentados con diferentes niveles de *Lemna gibba* y realizar un análisis costo – beneficio por kg de carne magra producida.

## 3.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 3.1.1 Evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de Lemna gibba (0,15 y 25%) en la alimentación de cerdos de 50 kg, al peso de mercado, sobre la calidad de la canal.
- 3.1.2 Determinar el costo de kg de Lemna gibba deshidratada colectada en forma artesanal de los canales de Xochimilco, D.F.
- 3.1.3 Analizar el costo-beneficio de incorporar diferentes porcentajes de Lemna gibba en las dietas de los cerdos, durante la etapa comprendida de los 50 kg al peso de mercado.

# 4. HIPOTESIS

La calidad de la canal de los cerdos alimentados con 15 y 25% de *Lemna gibba*, no se verá afectada con relación a una dieta testigo (0% de *Lemna gibba*). Así mismo, conforme se incremente el porcentaje de *Lemna gibba* en la dieta para cerdos, se disminuirán los costos de producción en la etapa de finalización.

# **5. MATERIAL Y METODOS**

### 5.1. Localización

El presente trabajo se llevó a cabo en una granja familiar de traspatio localizada en la Delegación Xochimilco, como parte del proyecto de investigación "Utilización de diferentes porcentajes de inclusión de Lemna gibba (0, 15 y 25%) en la alimentación de cerdos para engorda", que se realizó en el Departamento de Nutrición Animal de la Dirección de Nutrición del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán".

#### 5.2. Animales

La evaluación de los costos de producción y de la calidad de la canal se realizó en un lote de 18 cerdos híbridos, los cuales se identificaron y alojaron en corrales individuales; mismos que se distribuyeron equitativamente al azar en 3 tratamientos (lotes), el testigo, y los tratamientos con 15 y 25% de inclusión de *Lemna gibba* respectivamente. Las dietas se ofrecieron *ad libitum* en forma de harina; la ración se proporcionó dos veces al día y se llevó un registro del consumo de alimento, pesando lo ofrecido y lo rechazado. El agua estuvo disponible en todo momento mediante bebederos automáticos.

Los cerdos se pesaron al inicio de la etapa de finalización (50 kg) y cada 14 días hasta llegar al peso de mercado (95 kg en promedio), una vez registrado este peso, los cerdos se llevaron al sacrificio independientemente del tratamiento en el que se encontraban.

# 5.3. Costo de Producción de la Lemna gibba

Para la evaluación del costo de producción de la *Lemna gibba* deshidratada bajo un sistema artesanal, se consideraron los insumos para su cosecha y tratamiento, tomando en cuenta la mano de obra y las horas requeridas.

### 5.4. Dietas

Los cerdos fueron alimentados con una dieta a base de sorgo molido, pasta de soya, melaza, grasa de pollo, y los tratamientos 2 y 3 con 15 y 25% de *Lemna gibba* respectivamente (Cuadro 6). Las dietas fueron calculadas a 15% de Proteína Cruda (PC) y 3,200 Kcal de Energía Metabolizable (EM/kg).

Cuadro 6: Composición de ingredientes de la dieta, kg/ton

Ingredientes	Testigo	15 %	25 %
Lemna gibba		150.00	250.00
Sorgo	602.24	514.94	426.31
Pasta de soya	227.22	154.14	113.44
Melaza	122.01	120.00	120.00
Grasa de pollo	25.51	50.04	77.05
Lisina	6.96		
Treonina	6.85		
Metionina	2.66		
Carbonato Ca	6.13	0.45	
Fosfato Dicálcico	3.89	11.76	14.63
Vit - Min	2.50	2.50	2.5
PC (%)	15	15	15
FC (%)	2.66	3.70	4.36
EM (EM/Kcal)	3200	3200	3200

#### 5.5. Variables

Para determinar el rendimiento de la canal, fue necesario hacer una transformación de los datos a la raíz cuadrada del arco seno, obtenidos a partir del peso final y de la canal, con el fin de normalizar los datos y poder analizar con mayor exactitud los resultados.

La calidad de la canal se evaluó a través de la obtención de las siguientes variables: peso al sacrificio, promedio de grasa dorsal medido en la 10<sup>a</sup> costilla, rendimiento de la canal y tejido magro.

La determinación del tejido magro se calculó a través de la formula propuesta por Cervantes y col.<sup>59</sup>:

En donde:

A: es el peso de la canal medida en Kg.

B: la grasa dorsal medida en la 10ª costilla representada en cm.

Para la conversión alimenticia a magro se consideró el consumo total de alimento dividido entre los kg de cortes magros obtenidos.

El análisis estadístico del peso final, se hizo mediante un análisis de varianza completamente al azar de tres tratamientos y 6 repeticiones cada uno, con un nivel de significancia de P<0.05, bajo el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau i + \epsilon_{ij}$$

En donde:

Y<sub>ij</sub> = variable de respuesta (peso final)

 $\mu$  = media general de la población

 $\tau_i$  = efecto del iésimo tratamiento para la iésima variable

 $\epsilon_{ij}$  = efecto del error experimental en el iésimo tratamiento y en la iésima observación.

Para las variables de respuesta (peso y rendimiento en canal, grasa dorsal, porcentaje, kilogramos y conversión alimenticia a cortes magros), se empleó un diseño de análisis de covarianza de tres tratamientos con 6 repeticiones cada uno, con un nivel de significancia de P<0.05, utilizando como factor de covarianza el peso final, bajo el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau i + \beta (x_{ij}-x..) + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

Y<sub>ij</sub> = variable de respuesta (peso y rendimiento en canal, grasa dorsal, porcentaje, kilogramos y conversión alimenticia a cortes magros)

 $\mu$  = media general

 $\tau_i$  = efecto del iésimo tratamiento para la iésima variable

 $\beta$  = coeficiente de regresión de la covariable

x<sub>ij</sub> = valor de la variable concomitante o covariable de la i-ésima repetición, en la
 ji-ésima observación

x.. = media general de los valores de la covariable

 $\epsilon_{ij}$  = efecto del error experimental en el i-ésimo tratamiento y en la ji-ésima observación.

La diferencia entre medias de los tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de P<0.05.

# 6. RESULTADOS

De cada cosecha de aproximadamente una tonelada se obtuvieron 60 kg de producto deshidratado; calculando el costo de un kg de *Lemna gibba* deshidratada en \$1.33 (Cuadro 7). Para considerar este costo, se tomo en cuenta, la renta de la canoa con zaranda, y el salario de mano de obra para su procesamiento.

- Canoa y dos zarandas. La renta por dos horas de este equipo para la cosecha de la planta tuvo un costo de \$12.50.
- Mano de obra: Para cosechar una tonelada de planta en los canales de Xochimilco, fueron necesarios 2 jornaleros trabajando 1.5 horas, los cuales tienen un salario por 8 horas de jornada laboral de \$120.00. Se requirió de un jornalero adicional, que en espacio de media hora al día por tres días trabajara dándole mantenimiento a la planta (voltearla) durante el proceso de deshidratación; por lo que el costo total por concepto de mano de obra fue de \$67.50.

Cuadro 7. Costos de producción de Lemna gibba deshidratada (60 kg)

Materiales	Materia prima	Cantidad	_	Precio tario (\$)	Pred	cio total (\$)
Renta de canoa y zarandas	horas	2	\$	6.25	\$	12.50
Mano de obra (cosecha)	horas	3	\$	15.00	\$	45.00
Mano de obra (mantenimiento)	horas	1.5	\$	15.00	\$	22.50
Total por 60 kg					\$	80.00
Precio por kg					\$	1.33

Cuadro 8. Costo por tonelada y kg de alimento.

			Tes		0	15% Lemna gibba		25% Lemna gibba		a gibba	
	Prec kg		kg de inclusión		Total	kg de inclusión		Total	kg de inclusión		Total
Lemna gibba	\$	1.33	0			150	\$	199.50	250	\$	332.50
Sorgo	\$	1.70	612.24	\$1	,040.81	514.94	\$	875.40	426.31	\$	724.73
Pasta de soya	\$ :	3.60	227.22	\$	817.99	154.14	\$	554.90	113.44	\$	408.38
Melaza	\$	1.00	122.01	\$	122.01	120	\$	120.00	120	\$	120.00
Grasa de pollo	\$ 2	2.00	25.51	\$	51.02	50.04	\$	100.08	77.05	\$	154.10
Precio por	tonela	ıda		\$2	,031.83		\$	1849.88		\$	1739.71
Precio por	kg			\$2	2.03		\$	1.84		\$	1.73

En el Cuadro 8 se puede observar el precio de las distintas dietas, el cual disminuyó conforme se adiciona la *Lemna gibba*, por lo tanto la más económica por kg fue la dieta con 25% de inclusión (\$1.73), y la más costosa la dieta testigo (\$2.03).

Durante la fase de engorda, uno de los cerdos del tratamiento con 25% de inclusión de *Lemna gibba* se retraso fuera de lo normal en las ganancia de peso, lo que provocó que fuera retirado del proyecto; por lo tanto este tratamiento quedó solo con 5 cerdos (repeticiones).

El Cuadro 9 muestra el peso inicial de los animales, el cual fue de 50 kg con una variación menor a los 250 g, además se puede apreciar que no hubo diferencia estadística significativa entre los distintos tratamientos (P>0.05). También se puede observar que no hubo diferencia estadística significativa en el peso final de los animales (P>0.05), en donde el peso promedio fue de 93.32 kg. (± 4.03 kg.) para los tres tratamientos. Sin embargo, el efecto de esta variable influyó sobre las otras, particularmente sobre el peso de la canal y los kg de cortes magros, por lo que fue considerada como covariable en el análisis estadístico.

El peso de la canal, no se presentaron diferencias estadísticas (P>0.05) entre los distintos tratamientos; sin embargo, esta variable si se vio afectada por el peso de venta (P<0.05) (Cuadro 9); mientras que el rendimiento de la canal a partir de la transformación de los datos a la raíz cuadrada del arco seno, se encontró que no hubo diferencia estadística en los tres tratamientos, colocándose por arriba del 75% (P>0.05).

En la variable de grasa dorsal no se observaron diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos (P>0.05); sin embargo, si se aprecia una tendencia en la disminución en el grosor de la grasa dorsal, en la medida que aumenta el contenido de *Lemna gibba* en la dieta (P=0.08).

Cuadro 9. Variables productivas de cerdos alimentados con diferentes niveles de *Lemna gibba*.

	Testigo	15% Lemna gibba	25% Lemna gibba	ES	Efecto de covariable	Prob.
Peso inicial (kg)	49.90 ± 0.19	50.16 ± 0.05	50.00 ± 0.24	0.17		0.058
Peso final (kg)	95.15 ± 4.57	94.43 ± 3.13	90.38 ± 4.41	4.07	0.66	0.16
Peso de la canal (kg)	68.58 ± 5.29	67.16 ± 2.48	64.40 ± 3.43	3.59	0.04	0.21
Rendimiento en canal (%)	76.41 ± 4.66	75.45 ± 3.45	75.57 ± 3.03	4.04	0.97	0.90
Grasa dorsal 10a costilla (mm)	21 ± 8.46	16.91 ± 6.07	14 ± 1.96	4.43	0.60	0.08

<sup>±</sup> Desviación Estándar

Prob. Probabilidad del tratamiento

Los kg de cortes magros que se obtuvieron no fueron diferentes estadísticamente en los distintos tratamientos (Cuadro 10), encontrándose en los tres, por arriba de los 39 kg; sin embargo, se aprecia una tendencia positiva de la covariable (peso de venta) sobre los kg de cortes magros (P=0.07). Cuando estos kg se pasaron a porcentaje el tratamiento con 25% de *Lemna gibba* fue superior en relación a la dieta testigo (P<0.05).

ES Error Estándar de la media

En el análisis estadístico de la conversión alimenticia a Kg. de cortes magros (Cuadro 10), se muestra que no hay un efecto de los tratamientos sobre dicha variable (P>0.05).

Cuadro 10. Variables de la calidad de canal de cerdos alimentados con diferentes niveles de *Lemna gibba*.

	Testigo	15% Lemna gibba	25% Lemna gibba	ES	Efecto de covariable	Prob.
Cortes magros (kg)	39.67 ± 3.18	39.83 ± 1.77	39.11 ± 1.78	1.95	0.07	0.82
Cortes magros (%)	54.60 <sup>B</sup> ± 2.64	55.95 <sup>AB</sup> ± 1.85	57.31 <sup>A</sup> ± 0.78	1.47	0.18	0.04
Conversión alimenticia a cortes magros (kg)	4.15 ± 0.20	4.27 ± 0.39	3.95 ± 0.14	0.08	0.57	0.53

<sup>±</sup> Desviación Estándar

Prob. Probabilidad del tratamiento

En el Cuadro 11 se muestra el costo promedio de la alimentación total por cerdo, en los distintos tratamientos. Se observa que el tratamiento con 25% de inclusión de *Lemna gibba* fue el más barato, teniendo un costo de \$269.00, comparado al tratamiento testigo que tuvo un costo de \$399.50, la diferencia entre el más caro y el más barato fue de \$130.50, lo que equivale a un 32.66%.

ES Error Estándar de la media

Cuadro 11. Costo de alimentación por cerdo

	Precio por tonelada	Días de prueba	Consumo total (kg)	Costo total % Costo
Testigo	\$2,031.83	67	196.8	\$399.50 100
15% Lemna gibba	\$1,849.88	70	204.2	\$377.77 - 5.43
25% Lemna gibba	\$1,739.71	62	154.6	\$269.00 - 32.66

En el Cuadro 12 se señala el costo de producción por kg de cortes magros producidos. El tratamiento con 25% de inclusión de *Lemna gibba* mostró ser el más rentable en comparación a los tratamientos testigo y 15% de inclusión; ya que los costos por kg de cortes magros producido para los tratamientos testigo, 15 y 25%, fueron de: \$10.07, \$9.48 y \$6.87; respectivamente. De esta forma, el tratamiento con 25% de inclusión resultó ser 46.57% y 37.99% mas rentable en relación a los tratamientos 0 y 15% respectivamente.

Cuadro 12. Costo de producción de cortes magros.

	Costo de alimentació	•	Costo por kg de cortes magros	% Costo
Testigo	\$ 399.	50 39.67	\$ 10.07	100
15% Lemna gibba	\$ 377.	77 39.83	\$ 9.48	- 5.85
25% Lemna gibba	\$ 269.	00 39.11	\$ 6.87	- 31.77

El análisis costo-beneficio de este trabajo (Cuadro 13) muestra que a lo largo de un año, la producción total de cerdos es más cara si se alimentan con la dieta testigo, mientras que si ofrece la dieta con 25% de inclusión de *Lemna gibba*, el ahorro es de \$10,670 pesos.

Cuadro 13. Análisis costo-beneficio de la producción anual

	Animales	kg de cortes magros	Costo de alimentación
Testigo	98	3,890	39,175
15% Lemna gibba	94	3,738	35,456
25% Lemna gibba	106	4,144	28,505

# 7. DISCUSIÓN

El costo de producción de la *Lemna gibba* deshidratada es bajo, debido a la gran disponibilidad del recurso y a los pocos insumos que se requieren para su cosecha. En este rubro se consideró la renta de la canoa y zaranda, que los productores poseen para realizar otras actividades agrícolas en las chinampas. En relación al procesamiento de la planta, esta no requiere más que secarse al sol, lo cual se puede hacer al pie de canal y una vez seca, ser transportada a las instalaciones de producción, que corresponden a un sistema casero, comúnmente conocido como traspatio.

En el presente estudio el costo de producción de un kg de *Lemna gibba* correspondió a \$1.33, por lo que podría pensarse que al incluirlo en las dietas para cerdos en la etapa de engorda en 15 y 25%, bajaría el costo de la dieta, quedando por debajo de los alimentos comerciales. Por consiguiente las fuentes alternativas de proteína como la *Lemna gibba*, son una opción que contribuyen a la reducción de los costos de alimentación y al incremento en los beneficios económicos para los porcicultores de traspatio, ya que solo se utilizan en un porcentaje bajo para suplir a las fuentes comunes, como la pasta de soya.

Para la variable de peso inicial se corrió un análisis de covarianza para saber si había afectado a la variable de peso final, los resultados obtenidos muestran que aunque hubo una tendencia estadística entre los tratamientos (P=0.058), esta no tuvo influencia sobre el peso final (0.66).

En el presente estudio se observó que proporcionar dietas con la inclusión de *Lemna gibba* en la etapa de engorda, no perjudica la calidad de la canal, ya que los promedios para estas características no presentaron diferencias estadísticamente significativas (P>0.05), sin embargo si hubo una tendencia a la disminución de la grasa dorsal (P=0.08) y una diferencia en los porcentajes de cortes magros (P=0.04) en las canales de los cerdos alimentados con 15 y 25% de *Lemna gibba*. Esto se debe probablemente a que las tres dietas cubrieron los requerimientos de los cerdos, logrando que expresaran su potencial genético.

Thanh<sup>68</sup> registró las características de comportamiento y de la canal de 44 cerdos (Large White x Mong Cai) alimentados con una dieta a base de camote (*Ipomoea batatas*) suplementada con casava ensilada (*Manihot escapulata*) (13.1% PC) y *Lemna minor* fresca (11.6% PC). Él menciona que los animales que recibieron ésta dieta presentaron mejores pesos de venta (86.31 kg), en comparación con aquellos que recibieron la dieta testigo (67.5 kg). Dicha diferencia fue significativa (P<0.05) y a favor de la *Lemna minor*; sin que se afectara el rendimiento de la canal y la grasa dorsal medida a la altura de la 10ª costilla, los cuales presentaron 68.8% para la dieta testigo y 68.4% para la dieta con *Lemna minor*; mientras que la grasa dorsal alcanzo 32 mm para los cerdos con la dieta testigo y 30 mm para

aquellos con la *Lemna minor* fresca (P>0.05). Estos resultados coinciden con el presente estudio, en donde, no se presentó una diferencia estadística (P>0.05), se encontró que las dietas con 15 y 25% de inclusión de *Lemna gibba* tuvieron un rendimiento de canal numéricamente menor (75.45 y 75.57%) al reportado en el tratamiento testigo (76.42%).

Por su parte Hong y col. 69, trabajaron durante 120 días con 24 cerdos (Yorkshire x Landrace-Baxuyen) con un peso inicial de 25.8 kg y 3 meses de edad. Se manejaron 2 dietas, la testigo (concentrado 100%) y otra a base de raíz de yuca ensilada (Manihot esculenta), adicionada con 8.6% de Lemna spp. Los resultados indican que los cerdos alimentados con la dieta testigo alcanzaron mejores pesos al finalizar la prueba (92.3 kg), que aquellos con dieta experimental (86.6 kg). Por otro lado, la grasa dorsal en los cerdos con la Lemna spp fue menor a la de los cerdos alimentados con concentrado (21 y 30 mm, respectivamente). Los resultados reportados en este estudio, concuerdan con lo reportado por Hong y col.<sup>69</sup>, en donde los cerdos alimentados con la dieta testigo tuvieron los mejores pesos al finalizar la prueba (95.15 kg), en comparación con los cerdos alimentados con 15 y 25% de Lemna gibba (94.43 y 90.38 kg). Lo mismo ocurrió con los resultados en la grasa dorsal; los cerdos alimentados con 25% de Lemna gibba obtuvieron 14 mm de grasa dorsal, mientras que los cerdos con la dieta testigo y 15% de inclusión de *Lemna gibba* llegaron a 21 y 16.91 mm, respectivamente.

Otros investigadores que han utilizado fuentes alternas de proteína para sustituir a la pasta de soya, mencionaron parámetros similares a los encontrados en el presente estudio. Así por ejemplo Luna<sup>70</sup> trabajó con 32 cerdos (Landrace x Yorkshire) alimentados con una dieta a base de maíz, sorgo, soya y heno de alfalfa, para reducir la grasa dorsal, los tratamientos fueron de 0, 5, 10 y 15% de inclusión del heno. El experimento corrió en dos etapas, de los 30 a los 50 kg y de 50 al peso de mercado (90 kg). Los resultados obtenidos mencionan que los cerdos con 5% de inclusión de alfalfa llegaron más rápido al peso de venta (72 días) que los tratamientos 10, 15 y 0 (78, 83 y 83 días respectivamente). La grasa dorsal que se midió y promedio en tres puntos (escápala, lomo y jamón) reporto que el tratamiento 10, presentó 21 mm, mientras que los tratamientos 15, 5 y 0 registraron 23, 26 y 28 mm, respectivamente, estos resultados al ser comparados entre sí, demostraron que si hubo diferencia estadística (P<0.05) entre los tratamientos 0 – 10, 0 –15, 5 –10 y 5 – 15.

Por su parte Toledo<sup>71</sup> observó las características de la canal de 15 cerdas híbridas divididas en tres tratamientos y alimentadas con una dieta comercial (grupo testigo), 10 y 15% de inclusión de ensilado de residuos de pollería (13% PC); los animales fueron sacrificados con un peso promedio a rastro de 96.25 kg (±8.84 kg), las características de la canal medidas (peso, rendimiento, grasa dorsal y porcentaje de cortes magros) no presentaron diferencias estadísticas significativas entre si (P>0.05). El peso de la canal registró un promedio de 75.73 kg.; el rendimiento de la canal 78.54%; la grasa dorsal medida en la 10ª costilla fue de 26 mm; y el porcentaje de cortes magros correspondió a 51.73%.

Finalmente Bermúdez y col. 72, en Argentina, hicieron un ensilado con vísceras de pescado Cachama blanca (*Piaractus brachyponum*) y lo sustituyeron en 0, 50 y 75% a pasta de soya. El experimento se realizó con 30 cerdos (Landrace x Yorkshire x Hampshire) engordados en dos etapas, de los 20 a los 50 kg. (levante) y de los 50 al peso de mercado, >70 kg. (ceba). De los resultados obtenidos, los cerdos con 50% de inclusión de ensilado presentaron los mejores pesos finales (79 kg.), en comparación a los cerdos con la dieta a base de pasta de soya (70 kg.), las canales de los cerdos con 50% de sustitución de soya, fueron más pesadas y con mayor rendimiento (66 kg. y 83%) a las de los cerdos testigos (56 kg. y 80%); por último, la grasa dorsal de los cerdos con 100% de pasta de soya fue mayor en comparación a los cerdos con 50% de inclusión de ensilado de pescado (20 y 18 mm, respectivamente).

Estos resultados coinciden con el presente estudio, en relación a la sustitución de pasta de soya y al adicionar ingredientes alternos a la dieta de los cerdos de engorda como se mencionó, no altera las variables productivas de manera significativa. Cunha<sup>73</sup> también señala que los cerdos, al tener un estómago sencillo, no son capaces de consumir grandes cantidades de alimento; en este trabajo, al adicionar *Lemna gibba* a las dietas de los cerdos, estas adquieren un mayor volumen (aproximadamente 50% más) que provoca que la energía que se consume sea destinada para el mantenimiento y producción de músculo, y por lo tanto el exceso que se acumula como grasa en los animales es menor.

Se puede mencionar que la grasa dorsal de los cerdos de este estudio, si presentaron una tendencia (P=0.08) a la disminución en los milímetros medidos en la 10<sup>a</sup> costilla, registrando 17.3, mientras que el porcentaje de cortes magros presentó una diferencia de casi 3% entre los tratamientos testigo y 25% (P<0.05). Cunha<sup>73</sup>, menciona que cuando los cerdos son alimentados con niveles altos de fibra, requieren de mayor gasto energético en los procesos de digestión y absorción, lo que podría, por una parte, explicarnos la disminución de los milímetros en la grasa dorsal de aquellos cerdos a los que les fue incluida la planta<sup>74</sup>.

Otros estudios relacionados a evaluar la calidad de la canal, indican claramente que durante los últimos 10 años ha habido una notable mejoría en cuanto a la deposición de grasa dorsal y desarrollo de tejido magro, ya que los productores por lo general buscan animales que tengan mayor velocidad de crecimiento, debido a que esta característica esta relacionada con el depósito de tejido magro, esto se puede explicar por el hecho de que cuando los animales presentan una mayor velocidad de crecimiento, logran más rápido el peso a rastro sin llegar a depositar una gran cantidad de grasa, la explicación a este fenómeno depende de la capacidad de crecimiento magro que se ve influenciado en gran medida por el consumo de alimento, es decir que los cerdos con bajo o medio potencial de crecimiento magro, requieren una menor ingestión de nutrimentos para lograr una máxima deposición de magro, y mientras más alto sea dicho potencial la respuesta de los animales a una mayor ingestión de nutrimentos se manifiesta en un mayor desarrollo de dicho tejido<sup>70</sup>.

Al respecto Strang<sup>75</sup> menciona que se ha trabajado intensamente en el vigor híbrido de algunas características en diversas especies animales, encontrando que algunas de estas no muestran gran vigor híbrido y son generalmente de bajo índice de herencia; por ejemplo, la ganancia diaria de peso después del destete y la conversión alimenticia son de bajo índice, 30 y 35% de heredabilidad, mientras que el promedio en la grasa dorsal y el porcentaje ganado de carne magra se heredan en 40 y 50% respectivamente.

Los cerdos pueden asimilar los nutrientes del alimento mediante los procesos de digestión y absorción, reduciendo así el tamaño de la partícula para que pueda ser transportada a través del epitelio intestinal y llegar al sistema vascular para su distribución<sup>70</sup>. El incluir en las dietas de animales jóvenes un ingrediente alto en fibra como la Lemna gibba, puede provocar un mayor desarrollo en las vellosidades y microvellosidades intestinales, como lo explica Church<sup>56</sup> y Varley<sup>76</sup>; la mayor parte de la absorción de nutrimentos se lleva a cabo en las porciones del duodeno y yeyuno principalmente, y en menor grado en el ileon e intestino grueso. Bajo esta teoría, es posible que los cerdos que fueron alimentados con 15 y 25% inclusión de *Lemna gibba* hayan presentado mejores niveles aprovechamiento de los nutrientes debido a un incremento en la superficie de la mucosa intestinal. Contrario a los cerdos que fueron alimentados con 0% de Lemna gibba, en donde la dieta al carecer de un ingrediente que favorezca el transito lento a través del aparato digestivo, genera una disminución en la absorción de los nutrimentos<sup>77</sup>.

Lo anterior representa una gran ventaja para el porcicultor de traspatio, que aunque posee animales de baja calidad genética, puede utilizar las dietas con la inclusión de *Lemna gibba* y a pesar de que hubo parámetros en los que se vio ligeramente disminuida la calidad de la canal (peso y rendimiento), las dietas experimentales con un menor costo resultaron ser más redituables que la dieta comercial. Todo lo anterior contribuye a que los productores obtengan un mayor rendimiento económico y los consumidores finales obtengan un producto de mejor calidad.

Al incluir en 15 y 25% la *Lemna gibba* en la dieta de los cerdos, disminuye directamente el precio por kg de la dieta, demostrando que es redituable utilizar *Lemna gibba* en la dieta, aunque se debe considerar que su uso podría aumentar el número de días que tardan los cerdos en llegar al peso de mercado, pero se obtendrían animales magros de mejor calidad.

La ventaja de utilización de pocos insumos en la recolección de la planta, se ve reflejada directamente en los costos de alimentación, por lo que en este caso resultó ser más viable económicamente la dieta con 25% de inclusión (\$ 1.73) que aquella con 15% y 0% (\$1.84 y \$2.03 respectivamente).

Dentro de este estudio la inclusión de 25% de *Lemna gibba* en las dietas de engorda, tuvo un beneficio para el productor al ser un 32.66% más redituable, con respecto a la dieta comercial.

Otros autores encontraron que fue más redituable usar fuentes alternas de proteína, que continuar engordando cerdos con soya. Es así como Bermúdez y col.<sup>71</sup>, en su experimento de sustituir una dieta a base de soya por una con ensilado de pescado, encontró mayor rentabilidad de 22, 8 y 6%, para los tratamientos de 50, 75 y 0% de inclusión de ensilado de pescado.

Luna<sup>70</sup> encontró que el costo por Kg. de alimento era mayor conforme se incrementaba la inclusión del heno de alfalfa \$1.05 (0%), \$1.08 (5%), \$1.09 (10%) y \$1.12 (15%). Sin embargo el costo total de alimentación fue completamente diferente, menor para el tratamiento con 15% de inclusión (\$1,377.78) y mayor para el tratamiento sin heno de alfalfa (\$1,530.57). Los kg de carne producidos fueron mayores en los cerdos con 0% de inclusión (399.8 Kg.), y menores para los cerdos con 10% (345.2 kg). El costo de estos kg de carne, también fueron menores para los cerdos con 0% de inclusión (\$3.82) y mayores para los cerdos con 10% de inclusión (\$4.01).

Bajo las condiciones de esta empresa porcícola de traspatio, si el productor ofreciera la dieta testigo a sus animales, tendría una producción anual de 98 cerdos, obteniendo de ellos 3,980 kg. de cortes magros, con un costo total de alimentación por \$39,175; mientras que ofreciendo una dieta con 25% de inclusión de *Lemna gibba*, al finalizar el año, produciría 254 kg. más de cortes magros (4,144 kg.), provenientes de 106 animales con un costo de alimentación de \$28,505, es decir \$10,670 pesos más barato que con la dieta a base de soya.

## 8. CONCLUSIONES

La inclusión de *Lemna gibba* en 15 y 25% a las dietas de cerdos no cambia significativamente los parámetros productivos en comparación con las dietas a base de soya. El peso final de los animales, y las variables de la canal (peso y rendimiento) no cambian estadísticamente si se incorpora la planta a sus dietas. Sin embargo si se aprecia una diferencia en el porcentaje de cortes magros, siendo favorable para las canales de cerdos alimentados con la planta.

Dentro del análisis económico se demuestra que los costos de alimentación disminuyeron al incluir la *Lemna gibba* como sustituto de la soya, lo cual se ve reflejado en los rendimientos económicos finales.

Esto significa que se puede incrementar el porcentaje de carne magra con lo que se mejora la calidad de la canal y al mismo tiempo se puede utilizar una dieta con *Lemna gibba*. Considerando que el precio de los granos es alto, esto podría ser una buena alternativa si se encontrara el mercado que pague por una mejor calidad en el producto.

Por último, para calcular el costo de producción de un kg de *Lemna gibba* se deben de tomar en cuenta todos los insumos utilizados para su cosecha y procesamiento, ya que si se desea trasladar la planta a otro lugar de producción, el precio se puede incrementar considerablemente, lo que podría no convenirle al productor que desee incorporarla a la dieta de los cerdos.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- Lastra MI, Peralta AMA. La producción de carnes en México y sus perspectivas 1990-2000. Publicaciones de la Dirección General de Ganadería. SAGARPA. 2000.
- Zorrilla OL. El sector rural mexicano a finales del siglo XX. Comercio Exterior.
   Vol. 53 No. 51. Enero 2003.
- 3. Almanaque mundial. Editorial Televisa. México. 2000; p.p. 398.
- 4. SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Estadísticas de superficie y producción agrícola. México. 2002.
- 5. FAO. Food balance sheet. Disponible desde: <a href="www.apps.fao.org">www.apps.fao.org</a>
- Durand, ACH. La cuestión agraria: análisis de coyuntura (el caso Mexicano).
   Agroalimentaria. No 16. Enero Junio 2003. p.p. 55 63.
- 7. Mata GB. México rural, políticas para su reconstrucción. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 2001.
- 8. Goicoechea JF. Modernización y estancamiento: paradojas del sector agropecuario en México. Comercio Exterior. Vol. 46. No. 8. Agosto 1996.
- FAOSTAT. Datos agrícolas de la FAO. 2004. Disponible desde: www.apps.fao.org
- 10. Tinoco JJL. La porcicultura mexicana y el TLCAN. UNAM POSGRADO. 2004. p.p. 11-35 y 137-218.
- 11.INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario de estadística por entidad federativa. Edición 2003, temporalidad 1995 2002.

- 12. Iruegas ELF. Perspectivas de la red de carne de cerdo en México en 2003. FIRA. Vol. VIII. No 236. Marzo 2002.
- 13. Trujano JI, Iruegas L y Torres I. Panorama general de la porcicultura nacional y participación de FIRA en su desarrollo. FIRA. Vol. XIV. No 145. Julio 1994.
- 14. Gallardo N, JL. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México. Claridades Agropecuarias. No. 31. Julio 2004. p.p. 3-27.
- 15. Berenguer F. Situación actual de la producción de carne y leche en México. Seminario sobre la alimentación en México. México: UNAM. 1984.
- 16.Lira S, C. En riesgo el agro mexicano gracias al TLCAN. Disponible desde: <a href="https://www.jornada.unam.mx/2002/dic02/021231/008n1pol.php?printver=1">www.jornada.unam.mx/2002/dic02/021231/008n1pol.php?printver=1</a>.
- 17. Quintana SVM. El circulo vicioso del Tratado de Libre Comercio, la amarga experiencia mexicana en el agro. Revista mensual de economía, sociedad y cultura. Diciembre 2004.
- Castañeda M. Acontecer Porcino. Enfrenta el México Rural riesgo de ser abrumado. Acontecer Porcino. Vol. XI. No. 58. Dic – Ene.
- 19. Kato ML, Suárez B. Crisis, apertura y sobrevivencia en la porcicultura mexicana. Comercio Exterior, Banco Nacional de Comercio Exterior, S.N.C. No. 46. 1996. p.p. 657-663.
- 20. Suárez B, Barkin D. Porcicultura, Producción de Traspatio, otra Alternativa.

  Centro de Ecodesarrollo. 1990.
- 21. SAGARPA. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México. 1990-1998. México (D.F.): SAGARPA 1998.

- 22. Gutiérrez KG. Potencial de la planta acuática *Lemna gibba* en la alimentación de cerdos. (Tesis de maestría) México. Universidad de Colima. Posgrado Institucional de ciencias pecuarias. 2000.
- 23. Soriano H, Losada H. Modelos de Producción Agropecuaria en la Región de Xochimilco II. Memorias del Congreso Nacional de Investigaciones, Sistemas Productivos y Agropecuarios. 1993. UAEM, México.
- 24. Pérez MM. La información, herramienta indispensable en la toma de decisiones.

  Disponible desde:

  www.porcicultura.com/articulos/otros/articulo.php?tema=otr027
- 25. Porto DJM. La granja porcina ante la crisis. Síntesis porcina; julio agosto. 1995.
- 26. Cadillo CJ. Eficiencia de la producción porcina (1). Porcirama. No. 3. p.p. 64 72. 1993.
- 27. Gutiérrez K., Sanginés L., Martínez L. y Pérez-Gil F.: Studies on the potential of the aquatic plant Lemna gibba for pig feeding. Cuban J. Agric. Sci. 35 (4): 343-348, 2001.
- 28. Ortiz MB. Fuentes no tradicionales de alimentos y su empleo en la alimentación del cerdo: estudio recapitulativo. (Tesis de licenciatura) UNAM. México. 1988.
- 29.FAO. Energy requirements and protein requirements. FAO nutrition meeting report series 52. Roma. 1973. p.p. 53.

- 30. Grande D, Sanginés L, Carmona J, Pérez-Gil, Suárez B. Potencial de la producción porcina con residuos de consumo humano I. Comportamiento productivo de cerdos para abasto alimentados con residuos orgánicos del consumo humano. Revista Computarizada Porcina. Vol. 2 No. 3. septiembre 1995
- 31. Castillo F de C JL. Costo de producción de una granja engordadora de cerdos que cubre parte de la alimentación con mortalidad de la granja y vísceras de rastro de pollo. Porcirama. No 3. 1993. p.p. 61-64.
- 32. García SJ. Evaluación del efecto de la adición de un ensilado elaborado a base de cerdaza y sorgo sobre el comportamiento productivo de cerdos alimentados durante la etapa de desarrollo (Tesis Licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, México. 1993.
- 33. Arredondo F. Fertilización y fertilizantes, su uso y su manejo en la acuacultura. U.A.M. 1993. p.p. 48-62.
- 34. Boyd CE. Fresh-water plants: A potencial source of protein. Econ Bot. No. 23. 1968. p.p. 123-127.
- 35. Dewanji, A. Aminoacid composition of leaf proteins extracted from some aquatic weeds. J. Agric Food Chem. No. 41. 1993. p.p. 1232-1236.
- 36. Hopson MS, Zimba PV. Temporal variation in the biomass of sumerged macrophytes in Lake Okeechobee. J. Aquat. Plant Manage. Florida. Vol. 31. 1993. p.p. 78-81.
- 37. Wychera, U., Zoufal, R., Christof-Dirry, P. y Janauer, G. A. Structure and environmental factor in macrophytes stants. J. acuat. Plant manage. Vol. 31. 1993. p.p. 118-22.
- 38. Muztar, AJ, Slinger, SJ y Burton, JH. Chemical composition of aquatic macrophytes. 4. carotenoids, soluble sugars and starch in relation to their pigmentation and ensiling potential. Can. J. Plant-Sci. 1979; 59:1093-1098.

- 39. Virabalin, R., Kositup, B. y Punnapayak, H. Leaf protein cancentrate from water hyacinth. J. Aquat. Plant Manage. Vol. 31. 1993. p.p. 207-209.
- 40.Bates, R. y Hentges, R. Aquatic weed erradication or cultivate?. Econ. Bot. Vol. 30. 1976. p.p. 39-50.
- 41. Hillman, WS, Culley, DD. The uses of Duckweed. American Scientist. Vol. 66. 1978. p.p. 442-451.
- 42.Leng RA, Stabile JH y Bell R. Duckweed a potencial high protein feed resource for domestic animals and fish. Livestock research for rural development. Vol. 7. 1995. p.p. 141-152.
- 43. Ali MA y Leeson S. Nutritional value and utilization of aquatic weeds in the diet of poultry. World poultry scientific journal. Vol. 50. 1994. p.p. 23-51.
- 44. Journey WK, Skillicorn P and Spira W. Duckweed aquaculture: a new aquatic farming system for developing countries. Emena technical department, agriculture division, world bank, Washington. 1989.
- 45.N.A.S. (National Academy of Science). Making aquatic weed useful: some prospectives for developing countries. NAS. 1976. Washington, D.C.
- 46. Islam KMS. Feasibility of duckweed as poultry feed a review. Indian Journal of Animal Science. Vol. 72. No. 6. June 2002. p.p. 486-491.
- 47. Sultana N. Studies on yield and nutrient content of duckweed as affected by species difference, nutrient loading frequency and light intensity. M. Sc. Thesis. Bangladesh Agricultural University. Mymensingh-2202, Bangladesh. 1998.
- 48. Hamid, MA, Chowdhury, D, Razzak, A y Roy, RC. Effects of feeding an aquatic weed *Lemna trisulaca* as partial replacement of fish meal on the performance of growing ducklings. Journal of Science Food Agric. Vol. 61. 1993. p.p. 137-139.

- 49. Hanczakowski, P, Szymczyk, B y Wawrzynski, M. Composition and nutritive value of sewage-grown duckweed (*Lemna minor L*.) for rats. Animal Feed Science and Technology. Vol. 52. 1995. p.p. 339-343.
- 50. Haustein, AT, Gilman RH, Skillicorn, PW, Guevara, V, Vergara, V, y Gastañaduy, A. Duckweed, a useful strategy for feeding chickens: performance of layers fed with sewage-grown *Lemnacea* species. Poultry Science. Vol. 69. 1990. p.p. 1835-1844.
- 51. Van Lai, N. On-farm comparison of Mong Cai and Large White pigs fed ensiled cassava root, rice bran and duckweed. Livestock Research for Rural Development. Vol. 10. No. 3. 1990. Disponible desde: www.cipav.org.
- 52. Suárez B, Grande D, Sanginés L, Fulgueira G. El traspatio porcino, la proteína más barata. Conapor. Vol. 1. No. 2. 1993. p.p. 41-47.
- 53. Rodríguez, AA. Desarrollo sustentable de la porcicultura. Memorias del XXXVI Congreso Nacional Querétaro; Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Cerdos. Mérida (Yucatán). Julio. 2001. p.p. 25-29.
- 54. Price. FJ. Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. Acribia. 2ª edición. 1994. p.p. 11-55.
- 55. Flores MN. Estimación de parámetros genéticos de cruzamientos en cerdos Landrace-Yorkshire para caracteres predestete. Tesis de licenciatura. Departamento de zootecnia. UACH. Chapingo, México. 1994
- 56. Church, DC. Pond, WG, Pond, KR. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa Wiley. 2004. p.p. 35-56.
- 57. Shimada MA. Nutrición Animal. Trillas. 2003. p.p. 26-63.
- 58. Baker, DH. Growth of the Pig. Edit. Hollins. 2002. p.p. 133.
- 59. Cervantes LJ y col. Rendimiento en canal, su valor y evaluación. Memorias del XXVII Congreso Nacional, AMVEC, 1992, Acapulco Gro. México.

- 60. Greer, G.G. 1988. Bacteria and Meat Quality. Can. Inst. Food Sci. Technol. J. Vol. 22. No. 116.
- 61. Kauffman, R.G., W. Sybesma and G. Eikelenboom. In Search of Quality. J. Can. Inst. Food Sci. Technol. Vol. 23, No. 45. 1990.
- 62. Kauffman, R.G. 1997. National Pork Quality Project, A Final Report to The National Pork Producers Council, Proceedings NPPC Quality Summit, Des Moines, IA. July 7-8, 1997.
- 63. Coma J. Meat quality in pigs: effect of nutrition and feeding. Pigs new and information. Vol. 22. No. 3. 2001. p.p. 87N-99N.
- 64. Demeyer, D; Van Nevel, C; Fiems, L. Nutritional engineering of beef fat composition: motive target and approach. Ed. Lundstrom. 1995. p.p. 15-36.
- 65. Enser, M; Hallett, K; Hewitt, B; Fursey, G.A.J; Wood, J.D. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. Meat Science. Vol. 42 1996. p.p. 443-456.
- 66. Van Laak RLJM, Kauffman RG, Polidori P. Evaluating Pork Carcasses for Quality. National Swine Improvement Federation Annual Meeting. Dec 1 1995. USA.
- 67. Russof L, Blakeney E, Culley D. Deckweeds (*Lemnaceae* Family): a potencial source of protein and amino acids. Jagric. Food Chem. Vol. 28. 1980. p.p. 848.
- 68.Thanh HD. Ensiled cassava leaves and duckweed as protein sources for fattening pigs on farms in Central Vietnam. Livestock Research for Rural Development. Vol. 10. No. 3. 1998.
- 69. Hong VB, Le thi M, Vo van S and Preston TR. Duckweed (*Lemna spp*) as protein supplement in an ensiled cassava root diet for fattening pigs. Livestock

- Research for Rural Development. Disponible desde: <a href="https://www.cipav.org.co/1rrd9/1/lemen912.htm">www.cipav.org.co/1rrd9/1/lemen912.htm</a>
- 70. Luna LJC. Utilización de Heno de alfalfa en dietas para cerdos en crecimiento para reducir grasa dorsal. Universidad Autónoma de Chapingo. Tesis Profesional. Chapingo, México. Diciembre. 1996.
- 71. Toledo GE. Evaluación de la calidad de la canal y análisis de costo-beneficio por kg. de carne producida en cerdos de finalización alimentados con dieta a base de ensilado de residuos de pollería. (Tesis Licenciatura) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. México. 2005.
- 72. Bermudez EJ, Rodríguez HJ, Ocampo A y Peñuela L. Ensilaje de vísceras de pescado Cachama blanca (*Piaractus brachyponum*) como fuente de proteina para la alimentación de cerdos de engorde en una dieta con aceite crudo de palma (*Elaeis guineensis Elaeis oleifera*). Livestoko Rural Development. Vol. 11. No. 2. 1999.
- 73. Cunha, JT. Swine feeding and nutrition. Animal feeding and nutrition, a series of monographs. Academic press.1980. p.p. 164-169.
- 74. Thacker, PA y Kirkwood, RN. Nontraditional feed sources for use un swine production. Cap 1. butterworths. 1990.
- 75. Strang G. como usar el vigor híbrido en los cerdos. Porcirama 54-25. 1974.
- 76. Varley, MA. El lechón recién nacido. Acribia. 1998. p.p. 130-145.
- 77. Cunningham, JG. Fisiología Veterinaria. Tercera edicion. Elsevier. 2003. p.p. 255-279.