

58
20)



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**



**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y RASGOS DE LA CANAL
DE CERDOS PARA ABASTO ALIMENTADOS CON RESIDUOS
ORGÁNICOS DEL CONSUMO HUMANO A DIFERENTES
NIVELES DE SUSTITUCIÓN.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA :

MANUEL ALEJANDRO LÓPEZ GONZÁLEZ.

ASESORES: I.A.Z. JESÚS DANIEL GRANDE CANO

M.V.Z. M. SC. FERNANDO PÉREZ-GIL ROMO

M.V.Z. VÍCTOR QUINTERO RAMÍREZ

M.V.Z. LEONOR SANGINÉS GARCÍA,

CUAUTITLÁN, MÉXICO

1994,

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES - CUAUTITLÁN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA F.E.S.-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Coballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Comportamiento productivo y rasgos de la canal de
cerdos para abasto alimentados con residuos orgá-
nicos del consumo humano a diferentes niveles de
sustitución".

que presenta el pasante: Manuel Alejandro López González
con número de cuenta: 8960209-2 para obtener el TÍTULO de:
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 9 de febrero de 1994

PRESIDENTE MVZ Manuel Alvarez Trillanes

VOCAL MVZ Alejandro Paredes Fernández

SECRETARIO MVZ Víctor Quintero Ramírez

PRIMER SUPLENTE MVZ Lucía García Camacho

SEGUNDO SUPLENTE MVZ Juan Ocampo López

DEDICATORIA

La representación de éste trabajo, en tiempo, dinero, esfuerzo y empeño, sólo es dedicable a:

MIS PADRES

por ser los directa e indirectamente responsables de lo que soy y tengo (y que conste que deseo tener un hijo igual a mí...).

También deseo dedicar éste esfuerzo de tesis al resto de MI FAMILIA, razón inexorable y elemental de mí; ¿Quieren oír nombres?

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia, agradezco a todas aquellas personas o factores que limitaron, bloquearon o vilipendiaron este trabajo, porque cada piedra en la brecha inyectaba razón a su creación.

También manifiesto mi agradecimiento a todos los que tuvieron participación creativa, en cualquier modo u forma, sobre esta tesis, muy en especial a mis asesores y sinodales; al equipo de trabajo del Departamento de Nutrición Animal del Instituto (y a los amigos que ahí conocí), así como al personal del Rastro ABC.

Por supuesto que quiero agradecer a todos mis amigos (de toda la vida y los eventuales), por ser la parte motivante de mi existencia.

La verdadera pasión se reconoce porque destruye a quien la sufre cuando su objeto se vuelve inalcanzable...

ÍNDICE.

Página

LISTA DE CUADROS

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Sumario de la situación actual de la porcicultura en México	1
1.2. Trascendencia de la alimentación porcina convencional ...	4
1.3. Conceptualización de la alimentación no convencional en cerdos	5
1.4. Potencial de los residuos orgánicos del consumo humano en la alimentación porcina	8
1.5. Auspicio de las actividades del trabajo	16
2. OBJETIVOS	18
2.1. General	18
2.2. Específicos	18
3. MATERIAL Y MÉTODOS	19
3.1. Lugares de realización	19
3.2. Obtención del residuo orgánico	20
3.3. Preparación y análisis de muestras	20
3.4. Elaboración de dietas	22
3.5. Prueba biológica	23
3.6. Evaluación de las canales	26
3.7. Análisis económico	27
3.8. Diseño experimental y análisis estadístico	27

4. RESULTADOS	29
4.1. Alimento balanceado	29
4.2. Escamocha	30
4.3. Prueba de comportamiento	30
4.4. Análisis económico	32
5. DISCUSIÓN	38
5.1. Composición química	38
5.2. Prueba de comportamiento	39
5.3. Análisis económico	32
6. CONCLUSIONES	44
7. BIBLIOGRAFÍA	46

LISTA DE CUADROS.

Cuadro	Página
1 Composición química de Lechoncina y Desarrollina PT (% BS)	33
2 Composición química de Jamonina PT	33
3 Composición química de la escamocha	34
4 Rasgos del comportamiento productivo y características de la canal de cerdos alimentados a distintas proporciones de de escamocha y alimento comercial (etapa 33-94 kg)	35
5 Pesos de los animales (kg)	36
6 Consumos calculados de PC y EB	36
7 Análisis económico por concepto de alimentación	37

RESUMEN.

Se llevó a cabo una prueba de comportamiento productivo en cerdos para abasto en Ixtapaluca, Méx., entre los meses de abril y agosto de 1993. Se utilizó escamocha sin tratar a diferentes niveles en sustitución de alimento balanceado comercial (línea PT de Purina, S.A de C.V.). La escamocha fué recolectada del comedor del Instituto Nal. de la Nutrición (Méx. D.F.); se le practicó el AQP (MS, PC, EE, FC, C, y ELN), así como EB y pH, encontrándose valores (BS) de 32.12%, 16.17%, 14.41%, 2.59%, 5.01%, 61.82%, 4.49 Mcal/g y 4.55 respectivamente. El alimento balanceado cubrió los niveles de H, PC, EE, FC, C y ELN establecidos por el fabricante. Se elaboraron 4 dietas de acuerdo a los requerimientos del NRC para cerdos en crecimiento-finalización, de forma que el alimento balanceado aportara 0 (T1), 20 (T2), 40 (T3) y 100% (T4) de la PC diaria; se ofrecieron a 24 cerdos híbridos castrados de alto desempeño (33.25 kg \bar{x} y DE= 2.87), previa adaptación (20 días, durante los cuales se inmunizaron (FPC) y desparasitaron (ivermectina)), bajo un diseño completamente al azar, con 4 tratamientos, 3 repeticiones y 2 observaciones por repetición. Los animales se llevaron hasta un peso \bar{x} de 94 kg; se midió: consumo alimenticio (kg MS/día), ganancia de peso (g/día), conversión alimenticia (MS), consumo de agua (l/día), peso final (kg), rendimiento en canal (%), grasa dorsal (cm L1), así como los consumos calculados de PC (g/día) y EB, obteniendo los siguientes resultados: 1.98, 2.09, 2.21 y 2.45; 745, 809, 819 y 860; 2.65, 2.59, 2.69 y 2.85; 3.86, 6.13, 5.6 y 5.6; 89.96, 95.25, 94.83 y 95.58; 80.6, 77.5, 76.9 y 79.2; 3.06, 2.34, 2.92 y 3.61; 319.8, 340.5, 362.1 y 408.3; 8.89, 9.15, 9.47 y 9.97 respectivamente para cada una de las variables estudiadas. Se realizó un análisis económico con base en el rubro alimentación, y se encontraron costos (N \bar{o}) por kg de cerdo producido de 1.67, 1.72, 1.91 y 2.73 respectivamente. A pesar de la variabilidad química de la escamocha, y a la alta inclusión de H y EE, técnicamente es factible engordar cerdos con dicho recurso, ya que sustituye favorablemente el alimento balanceado comercial, por lo que es un modelo técnica, económica, y ecológicamente sustentable, particularmente en donde la asequibilidad real a granos y/o alimento balanceado es insuficiente.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Sumario de la situación y problemática de la porcicultura en México.

La porcicultura a nivel nacional es una ganadería de gran dinamismo y una de las más importantes fuentes de abastecimiento de carne, con 820 mil ton producidas en 1992 (INEGI, 1992); sin embargo, su coyuntura actual hace que presente una situación crítica: su etapa de expansión tocó fin entrados los años ochenta, cuando presentó una caída en el ritmo de crecimiento y consecuente reducción en su aporte al producto ganadero, situación cuyos rasgos más evidentes se sintetizan en una caída de la producción, despoblamiento de la piara, descapitalización de la actividad, cierre de granjas, así como una mayor concentración de recursos y producción (Pérez, 1986). En relación a la demanda, la situación se hace evidente: mientras que en 1987 cada mexicano tenía un consumo per cápita de 27 kg de carne de cerdo (OECD, 1989), en 1992 sólo era de 9.7 kg (CNG, 1993).

Son varias las causas que atañen la condición actual de la porcicultura nacional; para entender su dimensión es necesario remontar el ámbito histórico-productivo del sector.

Los sistemas productivos que más auge han tenido en México en los últimos 30 años son los intensivos industrializados, cuya tecnología es mayoritariamente importada; tales sistemas lograron un proceso modernizador del sector, aumentando la productividad en un contexto diferente al practicado por siglos, basado en explotaciones de traspatio y pequeños productores, las cuales se

concentraban en el sector campesino, se combinaban con la actividad agrícola, utilizaban recursos alimenticios a su alcance y su mercado era local (Súarez y Barkin, 1990).

La modernización a niveles sin precedentes que se presentó, desplazó a las pequeñas y medianas unidades de producción tradicionales; actualmente el sistema industrial intensivo participa por lo menos con el 40% de la producción cárnica, dejándole a los sistemas "semitecnificado" y de traspatio, participaciones de 30% cada uno (Purina, 1993), aunque por inventario el 55-60% lo tiene éste último (Barón, 1992), denotando así la marcada polarización que existe en la productividad.

Durante la implementación, explosión y desarrollo del nuevo método, todo era auge: la población, productividad y consumo de carne de cerdo alcanzó cifras sin precedentes, ocupando el primer lugar sobre las demás especies domésticas (Necoechea, 1991).

A la par, la tecnología integrada incitó grandemente a producir lo que requería vía participación de empresas transnacionales, dado el carácter novedoso que enfrentaba la porcicultura nacional; así, se instalaron industrias alimentarias, farmacéuticas, y emparadoras entre otras, correspondiendo su bonanza a la demanda del mercado, que se diversificaba cada vez más, ya que el sistema productivo industrializado requirió el suministro de insumos específicos: alimentarios (dietas balanceadas basadas en cereales), genéticos (germoplasma e híbridos de gran desempeño), sanitarios

(antibióticos, vacunas), entre otros, dentro de un marco económico de acumulación que también creó necesidades, como carne magra, embutidos y cortes selectos (Súarez y Barkin, 1990).

Conforme el desarrollo del sistema continuó, empezaron a surgir indicios de mal funcionamiento en el sistema productivo referido: de manera cada vez más frecuente e intensa, la palabra "crisis" calificaba a la porcicultura nacional, hasta que actualmente no prescinde de ella (SARH, 1987).

Desde un somero punto de vista, se pueden ver y entender varios orígenes aparentes del problema: de mercado (contracción de la demanda, menor poder adquisitivo), financiero (falta de créditos, reducción de subsidios, aumentos en tasas de interés), técnico (baja productividad animal, insumos costosos, técnicas elitistas), organizacional (falta de planeación, agrupaciones tendenciosas, intereses diversos), y actualmente, competencia externa. Todos éstos factores, lejos de ser originarios de la problemática en el sector, son indicadores del gran costo social que arrastró, desde su implementación, la importación de tecnologías sin una adecuación a nuestras condiciones. (Súarez y Barkin, 1990).

No se pretende establecer que en el seguimiento de esquemas de alta tecnificación, procesos de efficientización productiva o conceptos corporativos y empresariales, existe la responsabilidad del detrimento de éste o cualquier otro sector; la nueva correspondencia económica mundial exige hoy más que nunca el aprovechamiento eficaz de los recursos, pero en países en vías de

desarrollo como el nuestro, la estrategia de confrontación debe ser a partir de la innovación o adaptación tecnológica, no de la importación directa de ésta.

La investigación para crear y motivar tales modelos es de prioridad mayúscula, ya que el nuevo perfil mediano de integración mundial por bloques comerciales, que ya aduce para México un tratado de libre comercio en Norteamérica, no sólo propone sino exige que el país alcance el nivel de interacción comercial vigente convirtiéndose competitivo. En relación a esto, estudios del esquema actual de la porcicultura nacional, establecen que todos los niveles-sistemas de producción están en inminente peligro de desaparecer a excepción del traspatio, considerado el menos vulnerable (Schwentelius y Gómez, 1991); una explicación parcial a esta situación paradójica, radica en que tal sistema es autóctono, que utiliza tecnologías sencillas pero propias.

1.2. Trascendencia de la alimentación porcina convencional.

Toda dieta porcina debe reunir condiciones alimentarias y nutricionales que cubran las necesidades de los cerdos; la alimentación convencional se refiere a la que utiliza insumos dietarios elaborados con alta proporción de cereales -grandes forrajeros y pastas oleaginosas- formulados en base a requerimientos casi universalmente establecidos, que amoldan las bondades de los ingredientes y arreglos alimentarios a características productivas de alto desempeño.

Su origen procede de aquellos países cuya productividad cerealera, y en especial maicera, tenía (y tiene) excedentes que eran y son transformados en carne porcina (CIDA, 1988). Sin embargo, la mayoría de los países situados en zonas tropicales y subtropicales -a los que pertenece México-, no poseen las características idóneas para que su marco agrícola asegure la disponibilidad de éstos insumos como para sustentar una producción pecuaria intensiva en gran escala (Dominguez, 1990), siendo en general éstas regiones deficitarias en la producción de granos tanto para consumo humano como animal.

En México, el advenimiento de la industria de alimentos balanceados causó un gran impulso a la agricultura imperante, incrementando su producción, ya que logró se cultivasen zonas no utilizadas hasta entonces, haciendo rendir otras; pero también desvió el rumbo de aquellas cultivadas para consumo humano, que aunadamente no generaban autosuficiencia, de modo que se desató una competencia por la finalidad del suelo agrícola, y aun más: en un marco paradójico y absurdo, se ha montado una competencia por los mismos alimentos entre el hombre y el cerdo (Súarez y Barkin, 1990).

1.3. Conceptualización de la alimentación no convencional en cerdos.

La práctica tradicional de formulación de raciones consiste en balancear dietas de mínimo costo (en relación a los lugares de origen), que cubran una serie de requerimientos nutricionales, los cuales produzcan las máximas o subóptimas ganancias de peso

y/o eficiencias alimenticias; en relación a esto, el objetivo basal de los sistemas de formulación de raciones debería ser el de maximizar las ganancias económicas del productor, y no solamente el de minimizar costos (González-Alcorta et al., 1993).

De manera general, se establece que los cerdos tienen el mejor desempeño productivo cuando son alimentados con dietas de alta calidad -entiéndase con cereales y pastas de oleaginosas-, correctamente formuladas; no obstante, en algunas condiciones un menor nivel de respuesta productiva puede ser un modo económicamente más conveniente en la producción de carne de cerdo, al usar dietas basadas en subproductos, residuos y otros elementos no convencionales (MAFF, 1986).

Por otro lado, de manera cada vez más clara, se entiende que los cerdos no requieren de ingredientes específicos para su alimentación, sino combinaciones de varios nutrimentos, entre los que se encuentran aminoácidos esenciales, ácidos grasos y minerales (Madsen y Staun, 1990).

Un concepto operativo de alimento no convencional, también llamado potencial o alternativo, abarca a "recursos y productos naturales, cultivados o procesados, así como cualquiera de los muchos subproductos generados durante su producción, beneficio o procesamiento, o los residuos del consumo y la comercialización, la mayoría de los cuales no se utilizan actualmente o tienen un bajo nivel de empleo en la alimentación de los animales domésticos, muchos de los cuales tienen disponibilidad en periodos determinados, aportan uno o más de los nutrimentos

requeridos por el organismo animal para su normal desarrollo, y son inocuos en las formas y cantidades suministradas" (Grande et al., 1994), lo cual hecha abajo el epigrafe coloquial que desafía al término diciendo que "todo lo que no mata engorda".

A nivel mundial es cada vez más importante el interés por la búsqueda y aplicación de nuevos elementos alimenticios para animales: el uso de esquilmos agrícolas, excretas animales, subproductos industriales, residuos orgánicos, etc., son hoy una práctica común y eficiente en muchas partes del mundo. Al respecto sobresale la información presentada por Boda (1990), que conjunta extensamente datos sobre bases alimentarias no convencionales; así como los trabajos de Preston y Murgueitio (1992), con relación a la evaluación y aplicación de estrategias sustentables para la producción animal en los trópicos.

Refiriéndose exclusivamente los cerdos, el reciente marco de investigación lo resalta la compilación de Thacker y Kirkwood (1990), así como la revisión de Ortiz (1988), que abarcan casi toda la información generada al respecto, inclusive en países cerealeros; sin embargo, la línea que sobresale por su aplicación práctica exitosa es la experiencia cubana con 30 años en el área: partiendo del uso adecuado de desperdicios alimentarios procesados, incorporados a subproductos agroindustriales, y utilizando toda una tecnología ad hoc, se obtuvieron 5 kg de carne de cerdo per cápita únicamente por éste método (Figueroa, 1989).

Es tan amplia la variedad de insumos potenciales en la

alimentación porcina, que de manera estricta podemos establecer que lo que no lleve maíz, sorgo o soya, es aplicable al concepto. De manera práctica Ortiz (1988), los clasifica en:

I.- Productos de actividades primarias (incluye plantas o sus partes y cultivos subexplotados, utilizados de manera directa o con un tratamiento mínimo).

II.- Proteína unicelular (incluye algas, bacterias, hongos y levaduras o algunos productos elaborados con ellos).

III.- Subproductos de actividades primarias (incluye excedentes de actividades agrícolas, pecuarias, forestales y pesqueras).

IV.- Subproductos agroindustriales (incluye subproductos de las industrias de la carne, láctea, alcohólica, caña de azúcar, cereales y granos).

V.- Desperdicios del consumo humano o animal (incluye residuos utilizados de manera directa o procesados).

VI.- Alimentos varios (integrado por algunos elementos no incluidos en los grupos anteriores).

1.4. Potencial de los residuos orgánicos del consumo humano en la alimentación porcina.

En el presente trabajo se considera que los residuos orgánicos del consumo humano abarcan a los desechos de su alimentación, de origen casero o institucional, los cuales son conocidos genéricamente como "escamocha" (Estrada, 1986; Lundi, 1988; Suárez y Barkin, 1990), aunque el término válido en el

Idioma es escamochó, cuyo concepto es "sobras de la comida o bebida" (RAE, 1984). Sinónimos del mismo incluyen: sancocho, voz utilizada en Centroamérica y el Caribe (CIDA, 1988); ledaza o lavaza, términos de acufe popular en el Sureste mexicano; residuos gastronómicos, o en forma menos elegante, sobras de comida (Súarez y Barkin, 1990). La literatura científica la califica en inglés como desecho casero -domestic refuse-, desperdicio de cocina -kitchen waste- y residuo líquido -swill- (Boda, 1990; Domínguez, 1990; Figueroa, 1989; Foster, 1981; MAFF, 1986; Maylin et al, 1991; Ortiz, 1988; Preston y Murgueitio, 1992). En esencia, todos equivalen para definir al mismo elemento.

En México, el uso empírico de la escamocha para la alimentación de los cerdos se remonta a los inicios de la porcicultura en la Colonia; por varios siglos las explotaciones porcinas permanecieron sin grandes cambios, caracterizándose por combinarse con actividades agrícolas, que junto con el desperdicio alimentario humano, eran la principal fuente de nutrición de éstos animales (Súarez y Barkin, 1990).

Con la industrialización del sector, ésta práctica alimentaria fué relegada al nivel de autosuficiencia, del cual no ha trascendido debido, entre otros factores, a la falta de conocimiento para su empleo adecuado (Estrada, 1986).

En el resto del mundo, inclusive países como los EE.UU. y Gran Bretaña, el alimentar cerdos con desperdicios se volvió una práctica común, particularmente cerca de las grandes ciudades; al

fin comenzaron las investigaciones sobre el potencial del recurso, cuyos primeros pasos los ejemplifican Williams y Cunningham (1918), Hunter (1919), Ashbrook y Wilson (1923), Hultz y Reeve (1923), y Miller (1935), citados por CIDA (1988). Estos y otros autores notifican que durante la escasez de cereales debido a la Segunda Guerra Mundial, se fomentaron investigaciones adicionales sobre la escamocha, especialmente en regiones deficientes en granos como Inglaterra y Hawai (Woodman y Evans, 1942; Lovatt et al., 1943; y Willet et al., 1948, citados por Lundi, 1988).

De manera cada vez más importante, la literatura científica que exhorta la búsqueda, evaluación o aplicación de alimentos no convencionales en los cerdos y el resto de los animales domésticos ocupaba más volumen en los bancos de datos (Ortiz, 1988), aunque no todavía con la trascendencia que se requiere en aquellas regiones y situaciones cuyo uso es apremiante, ya que reducir la dependencia primaria de granos en ellas es materia urgente e insoslayable.

La escamocha como recurso potencial en la alimentación porcina posee ciertas limitantes de diverso índole, las cuales, por tener un marco de investigación relativamente pobre que las invalide, crean el panorama de que el recurso no es satisfactorio para dicha finalidad. La primera gama de ellas tiene que ver con la gran variabilidad en su composición química, como lo demuestran los trabajos de Woodman y Evans (1942), Engel et al. (1957), Summers et al. (1980), y Balazs et al. (1971); referidos en CIDA (1988); Domínguez (1990), Estrada (1986), Figueroa (1989) y

Lundí (1988).

De todos éstos trabajos se concluye que el valor nutritivo de la escamocha a pesar de su gran heterogeneidad, tiende a cierta constancia con relación a su origen. No obstante, la humedad, siempre presente en alta inclusión, causa una dilución nutritiva que es la limitante en éste nivel que frena el uso del recurso en la alimentación porcina, ya que la capacidad digestiva de cerdos durante una primera etapa de ceba (25-35 kg) limita su consumo voluntario (Dominguez, 1990; Figueroa, 1989), haciéndose el hecho más notable cuando disminuye la concentración calórica en la dieta (Campbell y Taverner, 1986; citados por Newcomb et al., 1993). Sin embargo, animales adultos pueden consumir volúmenes mucho mayores de dietas diluidas con agua para llenar requerimientos calóricos (Church y Pond, 1992).

Las medidas implantadas hasta ahora para neutralizar dicha dilución se basan en la aplicación de ciertos tratamientos como el secado, peletización o suplementación; en este epígrafe, resulta importante dar a conocer la línea de trabajo cubana al respecto. El residuo obtenido a nivel restaurantero e institucional se trata con calor y presión, es mezclado en ciertas proporciones con derivados de la refinación azucarera -que provocan bajen sus porcentajes proteínicos pero también de humedad-, se agregan residuos agrícolas e industriales, quedando así un producto líquido que tiene el mismo valor nutritivo que cualquier pienso balanceado comercial (CIDA, 1988; Dominguez, 1990 y Figueroa, 1989).

En una escala más sencilla, si a residuos recién obtenidos se les agrega un alimento balanceado, se disminuye la humedad en la medida de la inclusión, además, se suplementan (aunque poco por no ser fuente concentrada), aquellos nutrimentos deficientes, y se modulan aquellos que se encuentran en exceso, de tal manera que en pruebas de comportamiento ocurre una influencia positiva en el desempeño de los animales, elevando hasta en 100 g las ganancias diarias de peso (González *et al.*, 1984). Otra manera de atajar la limitante es implementar todas las medidas zootécnicas usadas rutinariamente para aumentar el consumo voluntario, por ejemplo, adecuar el patrón de acceso y frecuencia a la alimentación, o bien modificar la presentación del alimento (Church y Pond, 1992).

Otro giro nutricional que infiere el uso de la escamocha como alimento para cerdos tiene que ver con el grado de utilización digestiva de los ingredientes. Al efecto se han realizado varios trabajos sobre digestibilidad aparente en los cuales existe cierta inconsistencia en los resultados; de cualquier forma, la más baja digestibilidad de materia seca encontrada fué ligeramente inferior a la de piensos comerciales (Maylin *et al.*, 1991). Esto se explica (al igual que la varianza en el nivel nutritivo), por la naturaleza de los ingredientes, que provienen de lo consumido por el humano, y que dicho de paso, es la especie que se nutre más en desacuerdo con sus necesidades, nulificando la premisa de que sólo deja restos nada nutritivos.

La tercera barrera con la que se enfrenta el uso del recurso se guarda bajo el aspecto sanitario, y aquí la información

científica disponible no ayuda ni menoscaba el aspecto. En primera instancia debe entenderse que la escamocha no es sinónimo de basura; en segunda, el uso adecuado del recurso en la alimentación porcina no tiene que ver con la generación de enfermedades, en el hombre o animales. Es cierto que la alimentación con éste elemento ha sido puente de entrada de enfermedades a las granjas, como Peste Porcina Africana, Fiebre Porcina Clásica y Salmonelosis, todas éstas de grandísima importancia en la salud humana o animal; pero si se revisa la epizootiología de cada una de ellas, se podrá vislumbrar que: 1) el alimentar cerdos con residuos orgánicos del consumo humano es un factor predisponente, no determinante o desencadenante del proceso patológico; 2) dentro de éstos factores su importancia es secundaria; y 3) el hecho que exista el agente etiológico viable en la escamocha establece que ya estaba ahí, proveniente del consumidor primario o ingredientes, o bien al deficiente manejo de éstos o de la escamocha.

En relación a esto, un manejo adecuado significa obtener el residuo de una fuente confiable establecida, llevando a cabo una recolección sistemática; utilizar sólo aquella recién generada; realizar una manipulación higiénica, así como llevar un manejo sanitario acorde en los animales. Hay que destacar que la medida adicional de recocción, debe considerar el costo operativo (combustible, mano de obra) y su influencia en la digestibilidad de los nutrimentos, contra el riesgo que salvaría, que si es alto, lo conveniente sería prescindir de ése recurso.

Una limitante más, quizá la más importante por ser

elemental, tiene que ver con el volumen potencial del recurso; los únicos datos al respecto son sólo aproximaciones incipientes, que sin embargo dan idea de los vastos volúmenes de escanocha desperdiciados. En las ciudades se puede partir de lo generado a nivel casero familiar, lo cual es muy válido, ya que representan un gran porcentaje de agrupación, sin embargo aquí influye ciertamente un contexto cultural: sólo un infimo porcentaje de individuos y sociedades separan lo orgánico de lo que no lo es, ya no digase lo potencialmente comestible. Si en ese sector hay tales confrontaciones, en los niveles rural y suburbano (que son los que más utilizan la tecnología, manteniendo así una producción porcina sostenible), sería impreciso dar cifras.

De todas formas existen datos interesantes que dan cierta idea de la dimensión con que puede funcionar el sistema propuesto. En México, durante 1987 tan sólo en el D.F. se encontró que cada persona generaba 402 g de basura diariamente, número que sólo consideró a la proveniente de hogares, descontando la basura industrial y municipal; y que tan sólo en el Sur del D.F. el desperdicio orgánico fué cercano a las 2500 ton diarias (Restrepo, 1991), que anexándoles subproductos protéicos (harinas de pescado, plumas y hueso; pastas residuales de aceites, suero de leche, etcétera), podrían alimentar a más de 6 mil cerdos (Barón, 1992). Estrada (1985), señala que en toda la zona metropolitana se arrojan a la basura 235 ton de alimentos frescos, formados principalmente por 100 ton de tortillas, 30 ton de arroz y 70 ton de pan entre otros, que según el autor podrían alimentar a 30 mil cerdos.

En el resto del mundo, expresamente en California, un estudio sobre la producción porcina basada en escamocha, encontró una proporción de 1 cerdo por cada 35 acabados (Ashbrook y Wilson, 1923; citados por Lundí 1988). Los mismos autores calcularon para esas condiciones una conversión de 4 ton de escamocha por cada 100 kg de carne de cerdo. Foster (1981), estableció que el 20% de los cerdos criados en el Reino Unido se engordaban con desperdicios. En Checoslovaquia se determinó que el contenido de nutrimentos en 5-7 ton de desperdicio doméstico equivalían a una ton de cebada, y que con esa equivalencia podrían ser producidas 15-20 ton de carne de cerdo en algunas ciudades (Boda, 1990). Sin embargo el único desarrollo que ejemplifica un nivel industrializado altamente productivo, ha sido el modelo cubano. Utilizando desechos alimentarios procesados, acompañados de residuos agroindustriales, se han ahorrado en los últimos 5 años 600 mil ton de maíz y 194 mil ton de soya (Dominguez, 1990), demostrando contundentemente la ventaja del uso de esta alimentación no convencional.

No sólo beneficios de este tipo pueden conseguirse tras la correcta implementación y buen manejo de la alimentación porcina con residuos orgánicos; otro más se relaciona con el renglón ecológico, al eliminar un problema de contaminación ambiental (Boda, 1990; CIDA, 1988), ya que éste recurso no puede emplearse como combustible (dada la humedad presente en él); y en comparación con la eficacia de los rellenos sanitarios, casi no produce metano, amén de generar mucho mayor retorno económico que si se convirtiese en composta (Preston y Murgueitio, 1992).

En suma, debe entenderse que una derivación de la alimentación porcina hacia el empleo de residuos orgánicos de la alimentación humana, no es la panacea requerida por la porcicultura nacional para resolver categóricamente su problema; sólo debe verse como una alternativa de solución parcial, cuyo impacto trascenderá en la medida en que la investigación en el campo se aumente, bajo la premisa fundamental de extrapolar a modelos productivos vigentes la tecnología que resultase, evaluando los resultados desde los prismas técnico, económico, social y ecológico.

1.5. Auspicio de las actividades del trabajo.

El Departamento de Nutrición Animal de la Subdirección de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", desde hace varios años ha llevado a cabo estudios sobre alimentación alternativa en los animales domésticos dentro de la línea de investigación homónima, con un enfoque multidisciplinario. Actualmente realiza el proyecto "Evaluación nutricional, económica y ecológica del empleo de residuos orgánicos en la alimentación de los cerdos", suscrito por el Departamento en conjunción con Purina S.A., cuyo preámbulo incluye llevar a cabo la caracterización química de la escamocha procedente del comedor del Instituto, así como un ensayo biológico en cerdos para abasto, evaluando metodológicamente su potencial y tomando en cuenta las condiciones actuales en México, desde la mira productiva (cantidad y calidad), económica (rentabilidad) y ecológica

(reincorporación de desechos a procesos productivos así como saneamiento ambiental). El presente trabajo abarcó la primera parte del proyecto, que contempló una caracterización química del recurso, así como su implementación como alimento porcino, evaluándolo en una prueba de comportamiento que involucró algunas características de la canal y un análisis económico de la condición.

2. OBJETIVOS.

2.1. General: Evaluar el comportamiento productivo en cerdos para abasto alimentados con escamocha a distintos niveles de sustitución sobre un alimento balanceado comercial.

2.2. Especificos:

- 2.2.1. Caracterizar los componentes nutritivos del alimento balanceado y escamocha via análisis químico proximal, determinándoles además pH y energía bruta.
- 2.2.2. Formular dietas que contengan escamocha a tres niveles de sustitución (60, 80 y 100% de la proteína cruda) con respecto al alimento balanceado comercial, de acuerdo a los requerimientos proteínicos de cerdos en crecimiento-finalización.
- 2.2.3. Ofrecer las dietas a cerdos híbridos machos, castrados, destetados y adaptados, hasta que alcancen peso comercial.
- 2.2.4. Medir el consumo alimenticio, ingestión de agua y ganancia de peso por dieta.
- 2.2.5. Calcular conversión alimenticia, así como el consumo de proteína y energía bruta en cada tratamiento.
- 2.2.6. Valorar el rendimiento en canal de algunos animales sacrificados de cada tratamiento, midiéndoles grasa dorsal.
- 2.2.7. Determinar para cada esquema alimenticio el costo por kg de cerdo producido, considerando únicamente el rubro alimentación.

3. MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1. Lugares de realización.

Los análisis químicos de la escamocha y alimento comercial fueron practicados en el laboratorio del Departamento de Nutrición Animal, de la Subdirección de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, perteneciente al Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", ubicado en Tlalpan, México D.F.

La prueba de comportamiento se efectuó en un lote suburbano adaptado como granja experimental, ubicado en San Juan Tlalpizahuac, Ixtapaluca, Méx., cuyo perfil de emplazamiento geográfico es: 19° 24' latitud Norte; 98° 57' longitud Oeste; 2250 msnm de altitud; temperatura media anual de 15.7°C y un clima templado con lluvias en verano (INEGI, 1988). Esta fase de la investigación se desarrolló entre los meses de abril y agosto de 1993.

El sacrificio de los animales, así como la evaluación de las canales, se llevaron a cabo en el Rastro y Empacadora ABC, S.A. de C.V., km 24.2 carr. México-Texcoco, Los Reyes, Méx.

3.2. Obtención del residuo orgánico.

La fuente fué el comedor del Instituto, donde se sirven desayunos, comidas y cenas únicamente al personal del mismo. La separación y recolecta del recurso la llevó a cabo personal del comedor, el cual separó manualmente el elemento comestible del resto del material orgánico (servilletas, pabillos) e inorgánico

(vajilla y cubiertos), acumulando la escamocha en bolsas de polietileno, con aproximadamente 20-35 kg cada una. Estas bolsas se trasladaban en carretilla a 2 barriles (de 400 l de capacidad total) rotulados y con tapa, situados en un lugar sombreado de acopio temporal fuera del comedor; de aquí se movilizaban a la granja dentro de cajas de plástico en un vehículo utilitario cada tercer día.

3.3. Preparación y análisis de muestras.

3.3.1. Escamocha.

Semanalmente se tomaron muestras del recurso trasladado a la granja el día del muestreo (regularmente fin de semana). Con un cucharón se colectaba aproximadamente 1 kg de cada bolsa, tomando cantidades iguales del fondo, mitad y superficie. Cada muestra constó de 5 a 8 kg, depositándose en bolsas plásticas de 10 kg, cerradas herméticamente con el mínimo de aire. Se identificaron (tinta indeleble) y se conservaron hasta su análisis, a -17° C (cámara de congelación Ojeda CDF-11128) en la planta piloto del Instituto.

Para descongelar las muestras, se sumergieron en agua tibia dentro de sus bolsas; posteriormente el contenido de cada una se molió y homogenizó pasándolo dos veces por el molino y mezcladora Hobart DN-556 (criba de 3 mm), con un tiempo de mezclado de 2 min. por muestra. Por razones de operatividad y economía se incorporaron 4 de estas muestras en una, tomando sistemáticamente 200 g de cada parcial, conformando así 5 muestras finales de 800 g. estas últimas fueron homogeneizadas y mezcladas una vez

más utilizando el equipo y procedimiento ya descrito.

A partir de éstas muestras finales se tomaron 100 g para practicar el análisis químico proximal (AQP), de acuerdo a los materiales y métodos descritos por la AOAC (1990), para los siguientes procedimientos: humedad (930.15); cenizas (942.05); proteína cruda (954.01); extracto etéreo (920.39) y fibra bruta (962.09B); obteniendo por diferencia a 100 el extracto libre de nitrógeno. La humedad fue medida en las muestras frescas y homogeneizadas, mientras que el resto de las fracciones se estimaron en base seca, dada la gran cantidad de humedad y grasa del recurso, que impidió se trabajara en fresco; para tal fin, se secaron las muestras en estufa (Rios Rocha HS), colocadas en charolas de aluminio, a 60°C por 48 hrs, requiriéndose un molido ulterior a polvo en una licuadora doméstica convencional.

Considerando la gran heterogeneidad de la escamocha y adecuando una confianza aceptable al trabajo de laboratorio, cada muestra se corrió por triplicado, aceptando una desviación estándar (DE) no mayor a 0.2 entre las 3 corridas, repitiéndose aquellas que superaron dicho nivel.

A partir de las muestras secas se determinó energía bruta por combustión en bomba calorimétrica (en base al manual de operación del calorímetro Parr 1341 para la bomba Parr 1108). Se trabajó por duplicado, con DE no mayor a 0.2 entre corridas.

Se determinó el pH de 20 muestras provenientes del mismo número de bolsas escogidas al azar tal cual salían del comedor. Cada muestra (500 g), se colocó en recipientes plásticos a los

cuales se le añadió 100 ml de agua destilada, a fin de que vehiculizara toda la materia fluida del recurso hacia el fondo, donde se colocó el sensor del potenciómetro (Orion Research 601A digital ionalyzer).

3.3.2. Alimento balanceado.

Se utilizó la línea comercial PT de Purina: Lechoncina (PC 17% mínimo), Desarrollina (PC 14% min.) y Jamonina (PC 13% min.), presentación peletizada. Una parte del alimento fue donada por la empresa (77 bultos de 40 kg c/u), comprándose el resto en una distribuidora local cercana a la granja.

Se eligieron al azar 4 costales de cada etapa; a cada uno se le tomó 500 g del fondo, mitad y superficie, juntándose la recolección de 4 sacos en 1 muestra final de 2 kg, conformando 2 muestras para análisis por etapa; previamente molidas a polvo en licuadora, se guardaron en bolsas plásticas identificadas. A cada muestra se le determinó el AQP por duplicado en las mismas fracciones para la escamocha, así como energía bruta de acuerdo a los procedimientos y grado de confianza ya referidos.

3.4. Elaboración de dietas.

El criterio de formulación dietaria se pensó en base a los requerimientos diarios de proteína cruda (PC) que señalan las tablas porcinas del NRC (1988), por etapas. El modelo concibió una dieta distinta para cada tratamiento; a T1 le correspondió una dieta cuyo aporte de PC estuvo dado por la escamocha en su totalidad; en T2 la escamocha se encontró en alta inclusión,

sustituyendo el 80% de la PC; T3 tuvo una baja inclusión (60%); y a T4 se le dió únicamente alimento balanceado, de tal manera que todas las dietas eran isoproteicas.

En cuanto a cantidad, a todos los tratamientos se les dió 10% más de la dieta con la cantidad de PC requerida, con la proporción de insumos establecidos para cada tratamiento.

La elaboración y suministro de las dietas se llevó a cabo diariamente en la granja, en cajas plásticas de 50 l que directamente se vertían a los comederos. En primera instancia se pesaba el alimento balanceado (báscula de plataforma Revuelta RP-5A de 500 kg x 250 g); si la dieta requería escamocha, se tomaba en pequeñas cantidades del mayor número de bolsas existentes, que estaban concentradas en 2 barriles de 200 l colocados en la granja para el efecto. Pesados los ingredientes, se mezclaban manualmente incorporando el pellet a la pasta escamochera, a fin de evitar la selectividad por parte del animal. Las raciones se servían una vez al día, entre las 8 y 10 horas.

3.5. Prueba biológica.

3.5.1. Instalaciones.

Se crearon 12 corraletas (a partir de instalaciones y desecho industrial existentes en el lote, comprando el mínimo de material), cada una con 2.2 m², techadas en su totalidad, con piso y comederos de cemento acordes a las necesidades de 2 cerdos adultos. Se colocaron bebederos tipo chupón, uno por corraleta.

conectados cada uno a cubetas graduadas por litro.

3.5.2. Animales.

Se utilizaron 24 cerdos híbridos machos, castrados y destetados, con un peso promedio de 20.6 kg y 8-9 semanas de edad, provenientes de 6 camadas, adquiridos en la granja comercial "El Trébol", ubicada en Santiago Cuautlalpan, Tepotzotlán Edo. de México. Las madres eran Yorkshire o Yorkshire-Durok, cruzadas con sementales Hampshire o Hampshire-Landrace.

El manejo zotécnico en la granja de origen abarcó: desinfección umbilical, descolmillado y pesaje al nacimiento; aplicación de hierro a los 3 días de edad (Hemofer de Pfizer, según instrucciones del fabricante); inmunización contra Fiebre Porcina Clásica -FPC-, a las 3 semanas (Porcivac de Behring-Hoechst, aplicación según instructivo anexo); destete abrupto por camada a los 28-30 días, confinándolos en corrales semitecnificados, con agua y alimento balanceado ad libitum (dieta semicompleja de elaboración particular con 18% de PC).

3.5.3. Adaptación.

Al arribo y antes del inicio de la prueba, los animales se identificaron (reseña), pesaron (báscula de plataforma), y se sometieron a un periodo de adaptación al nuevo ambiente y a las dietas, en un mismo corral de 25 m² por un periodo de 3 semanas, durante las cuales se les ofreció a libertad agua y alimento balanceado (Lechoncina PT). Se desparasitaron interna y externamente [0.3 mg/kg PV de ivermectina SC (Ivomec de Merck,

Sharp & Dome]], a una semana de iniciada la adaptación; y se reinmunizaron contra FPC (producto y procedimiento ya indicados) 7 días después.

El esquema de inicio a las dietas experimentales fue el siguiente: después de 3 semanas de ofrecerles a todos los animales alimento comercial -Desarrollina PT-, pesaje previo, fueron elegidos al azar 6 cerdos, separándose para seguir el mismo esquema de alimentación, conformando el T4. Al resto de los animales se les suministró de forma creciente y continua escamocha sin tratar (con 1-2 días de recolectada), comenzando el primer día con 200 g por animal. Al mismo tiempo se les redujo el suministro de alimento balanceado a 1.2 kg por cerdo, disminuyendo diariamente. Se continuó el desafío, hasta que en 5 días la proporción de los ingredientes dietarios correspondió a la del T3 (60:40), separándose otros 6 cerdos escogidos aleatoriamente. 5 días después, la dieta que se les suministraba a los 12 cerdos restantes guardaba la relación de T2 (80:20); se separaron otros 6 animales, quedando el resto para T1, que después de otros 5 días consumían ya sólo escamocha en las cantidades requeridas. En ese momento, todos los cerdos se alojaron por parejas (escogidas y confinadas al azar), en las corraletas ya descritas.

Por razones económicas, a partir de la fecha de confinación experimental y un peso promedio de 33.25 kg, el alimento comercial utilizado fue de finalización, rompiendo el esquema del fabricante, que lo recomienda a partir de los 60 kg.

3.5.4. Rutina de trabajo.

Diariamente se llevó a cabo: 1) registro del consumo de alimento (observación del residuo alimenticio en piso y comedero) y agua (nivel en cubeta), para cada par de animales; 2) limpieza, que abarcó recolección de sólidos a fosa séptica así como lavado con agua a presión; y 3) inspección clínica de los animales. Cada 21 días se realizó el pesaje individual de los animales (báscula de plataforma).

3.6. Evaluación de las canales.

El sacrificio y maquila a canal de los animales se llevó a cabo de acuerdo a la legislación y lineamientos comerciales vigentes en el rastro ya mencionado, donde se realizó el despiezado de las canales, con el fin de darle continuidad al trabajo contemplado en ésta tesis, realizando evaluaciones del orden químico, microbiológico, parasitoscópico y sensorial, tanto de la carne como de sus derivados.

Se sacrificó un total de 12 animales, uno de cada unidad experimental. Se seleccionó el animal que más se acercó al peso promedio final de cada uno de los tratamientos. La evaluación de las canales se hizo hasta que los animales alcanzaron un peso promedio situado en el rango de 106-109 kg PV; con base en lo anterior, se desarrolló un esquema de sacrificio de 3 animales -por tratamiento- por semana, iniciando con el tratamiento 1 y finalizando con el tratamiento 4.

Los indicadores medidos fueron rendimiento (en base a la

relación de los pesos de sacrificio y el de la canal 30 min post-mortem con la báscula del rastrol), y grasa dorsal (lectura tomada con vernier de la grasa SC en línea media a nivel de la vértebra L1, 30 min post-mortem con la canal colgada).

3.7. Análisis económico.

Se calculó el costo por kg de peso vivo producido por las dietas experimentales en cada tratamiento, tomando en cuenta únicamente el rubro alimentación, que considera sólo aquellos costos que generó disponer 1 kg de alimento en base seca (escamocha y/o comercial) en la granja (precio de venta, gastos de transporte y mano de obra), utilizando el índice de precios vigente al momento de realizar el trabajo, así como la conversión alimenticia de cada tratamiento.

3.8. Diseño experimental y análisis estadístico.

Las variables de respuesta consideradas fueron: consumo de alimento en materia seca (escamocha y/o comercial), ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, peso final, consumo de agua, rendimiento en canal, grasa dorsal, así como los consumos calculados de proteína cruda y energía bruta.

El diseño experimental elegido fue uno completamente al azar, con 4 tratamientos, 3 repeticiones por tratamiento y 2 observaciones por repetición.

Se realizó análisis de varianza para cada una de las variables de respuesta; las diferencias entre medias resultantes

se hicieron mediante la prueba de Tukey, considerando suficiente un nivel de confianza de $P < 0.05$ para ambos procedimientos.

4. RESULTADOS.

4.1. Alimento balanceado.

La composición química del alimento balanceado comercial utilizado en la fase previa y durante la adaptación de los animales (Lechoncina y Desarrollina PT), se estimó en base húmeda (BH) tal como se ofrece, aunque los resultados se exponen en base seca (BS). Los datos se muestran en el Cuadro 1.

Para todas y cada una de las fracciones determinadas se encontraron niveles acordes al manifestado por el fabricante; ninguna variación dentro de determinación tuvo una desviación estándar (DE) mayor a 0.2 entre corridas.

El Cuadro 2 muestra la composición química del alimento balanceado -Jamonina PT- utilizado durante toda la fase experimental del trabajo. Los datos, expresados en BS, refieren la DE entre muestras finales.

Los resultados corroboraron a los expresados por el fabricante excepto energía bruta (EB), que no viene indicada. En BH el producto tuvo una proteína cruda (PC) de 15.28%. Se encontraron DE menores a 0.2 para todas las fracciones, incluida la EB, lo cual habla de la baja variabilidad del alimento. Al ser éste un producto balanceado establecido, se tomó como referencia para juzgar el aporte y variabilidad de las fracciones nutritivas de la escamocha.

4.2. Escamocha.

El promedio de los análisis sobre la composición química de la escamocha (5 muestras finales) se muestran en el Cuadro 3.

La gran cantidad de humedad (H) que tuvo el recurso determina una baja concentración relativa del resto de las fracciones nutritivas en BH (tal como se ofrece), presentando 32.12% de materia seca (MS). Se encontraron valores bajos de cenizas (C) y fibra bruta (FC), grandes cantidades de grasa (EE) y un nivel aceptable de extracto libre de nitrógeno (ELN), todos con respecto al patrón del alimento balanceado. El pH en fresco tuvo un valor medianamente ácido, casi constante en las muestras analizadas.

Al observar la desviación estándar resalta la gran variabilidad de ciertos elementos, como EE y H, así como una relativa constancia del resto de las fracciones ($DE < 2.5$); sin embargo, las características nutritivas más importantes, PC y EB, se mantuvieron más o menos constantes ($DE = 2.35$ y 0.38 respectivamente), en inclusiones aceptables (16.17% y 4.5 Mcal/g).

4.3. Prueba de comportamiento.

Las variables medidas a partir de la prueba de comportamiento, abarcando algunas características de la canal, fueron expresadas como medias del tratamiento (por animal), independientemente si fueron medidas por repetición (Cuadro 4).

La escamocha, a diferentes niveles de sustitución (parcial y total), no presentó evidencia de diferencias estadísticamente

significativas ($P < 0.05$), para las variables de peso final, rendimiento en canal y grasa dorsal. El consumo alimenticio en MS fue mayor en T4 que en el resto de los tratamientos, en donde T2 fue igual a T1, así como a T3 ($P < 0.05$). La ganancia diaria de peso (GDP) más alta se encontró en los tratamientos 2, 3 y 4, siendo iguales a un nivel de confianza del 95%; la GDP en T1 fue igual a la de T2. En cuanto a conversión alimenticia no se observó diferencia entre los tratamientos 1, 2, y 3, no así en T4, que fue la más alta, cuando $P < 0.05$. El consumo de agua fue igual en todos los tratamientos excepto en T1, donde fue menor ($P < 0.05$).

Para demostrar que la adaptación a la dieta con escamocha no influyó significativamente sobre los pesos de los animales que la consumieron, pudiendo constituir un "handicap" a favor de los cerdos del T4 (que siempre se alimentaron con balanceado), se sometió a los pesos iniciales a análisis de varianza, tanto de los animales incorporados a la nueva locación y manejo, como de los mismos ya adaptados a las dietas de cada tratamiento en la proporción requerida por cada uno, no encontrándose diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$), por lo que la variación entre tratamientos aplica a la variable independiente manejada (dieta), mientras que la influencia que pudieron generar esos kg -numéricamente diferentes pero estadísticamente iguales-, quedó enmascarada en la variación dentro de tratamiento, ligada a otras causas que también celebran diferencias entre los animales.

El mismo procedimiento se aplicó a los pesos de sacrificio ($P < 0.05$) a fin de asegurar que las mediciones de rendimiento y

grasa dorsal no adicionaran tal elemento extra de variación entre tratamientos, obteniéndose el mismo resultado (Cuadro 5).

Se calcularon los consumos de PC y EB por tratamiento, a partir del consumo real de los elementos constitutivos de cada dieta, considerando su aporte proteínico y energético; además se incluye el requerimiento de PC para la misma etapa, calculado a partir de las tablas del NRC (1988). Los resultados se presentan en el Cuadro 6.

Lo anterior muestra que el consumo diario de PC fué diferente en todos los tratamientos, siendo el menor T1, subiendo progresivamente de acuerdo a la mayor inclusión de alimento comercial. De manera similar, el menor consumo de energía lo obtuvo T1, aumentando de acuerdo al número de tratamiento, con lo que T4 fué el mayor; el consumo de T2 igualó al de T1 y T3, aunque entre éstos, así como T4, resultaron diferentes ($P < 0.05$). De acuerdo a los requerimientos de PC según NRC (1988), se observa que sólo el T4 alcanzó dicho nivel (incluso lo rebasó), mientras que el resto de los tratamientos se situaron por debajo de éste.

4.4. Análisis económico.

El análisis económico se presenta en el Cuadro 7, donde se puede observar que a mayor inclusión de escamocha en la dieta, ponderando productividad, más económica resulta la engorda de cerdos, al menos considerando solamente el rubro de alimentación.

Cuadro 1. Composición química de Lechoncina y Desarrollina PT (% BS).

	Lechoncina	Desarrollina
Materia seca	91.48	91.01
Proteína cruda	17.64	14.98
Extracto etéreo	2.01	3.09
Fibra cruda	2.89	3.28
Cenizas	5.86	5.38
Extracto libre de N	55.28	55.77
Energía bruta	3494 kcal/g	3950 kcal/g

Para cada muestra los análisis se realizaron por triplicado.

Cuadro 2. Composición química de Jamonina PT.

	% BS	DE
Materia seca	91.60	0.01
Proteína cruda	16.68	0.14
Extracto etéreo	3.77	0.13
Fibra cruda	5.77	0.20
Cenizas	6.57	0.14
Extracto libre de N	67.21	0.15
Energía bruta	4072 kcal/g	0.01

* Desviación estándar entre muestras finales.

Para cada muestra los análisis se realizaron por triplicado.

Cuadro 3. Composición química de la escamocha.

	% BS	DE
Materia seca	32.12	4.34
Proteína cruda	16.17	2.35
Extracto etéreo	14.41	7.16
Fibra cruda	2.59	1.28
Cenizas	5.01	1.38
Extracto libre de N	61.82	1.56
Energía bruta	4494 kcal/g	0.38
pH	4.55	0.32

* Desviación estándar entre muestras.

Para cada muestra los análisis se realizaron por triplicado.

Cuadro 4. Rasgos del comportamiento productivo y características de la canal de cerdos alimentados a distintas proporciones de escamocha y alimento comercial (etapa 33-94 kg).

	T1 (esc)	T2 (80:20)	T3 (60:40)	T4 (ba1)
	a	ab	b	c
Consumo de alimento kg, MS/día	1.98 (0.018)	2.09 (0.013)	2.21 (0.015)	2.45 (0.084)
	a	ab	b	b
Ganancia de peso g/día	745 (17.4)	809 (21.5)	819 (5.1)	860 (47.9)
	a	a	a	b
Conversión alimenticia MS	2.65 (0.047)	2.59 (0.054)	2.69 (0.025)	2.85 (0.068)
	a	b	b	b
Consumo de agua l/día	3.86 (0.39)	6.13 (0.56)	5.60 (0.62)	5.60 (0.02)
Peso final kg (\bar{x} =93.9 kg; DE=2.65)	89.96 (5.89)	95.25 (2.65)	94.83 (1.63)	95.58 (3.50)
Rendimiento en canal %	80.6 (1.37)	77.5 (3.39)	76.9 (0.85)	79.2 (0.59)
Grasa dorsal cm Li	3.06 (0.26)	2.34 (0.75)	2.92 (0.27)	3.61 (0.34)

abcd Datos en la misma línea con letras distintas difieren con significancia estadística (P< 0.05).

Valores entre paréntesis indican la desviación estándar dentro de tratamiento.

Cuadro 5. Pesos de los animales (kg).

	T1	T2	T3	T4
Peso inicial ^a	20.12 (3.86)	20.62 (2.40)	20.21 (2.24)	21.37 (1.85)
Peso inicial ^b	34.08 (5.52)	34.50 (1.07)	33.37 (2.01)	31.04 (2.88)
Peso al sacrificio	108.33 (6.66)	106.00 (8.00)	109.33 (7.02)	106.00 (5.29)

a Al inicio de la prueba (\bar{x} = 20.58 kg y DE = 0.57).

b Después de la adaptación dietaria (\bar{x} = 33.25 kg y DE = 1.54).

Valores entre paréntesis indican la desviación estándar dentro de tratamiento.

Cuadro 6. Consumos calculados de PC y EB.

	T1	T2	T3	T4	NRC
PC g/día	319.8 ^a (2.86)	340.5 ^b (2.07)	362.1 ^c (2.44)	408.3 ^d (14.07)	367.25
EB Mcal/día	8.89 ^a (0.08)	9.15 ^{ab} (0.06)	9.47 ^b (0.07)	9.97 ^c (0.34)	*

abcd Datos en la misma línea con letras distintas difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

* No disponible.

Valores entre paréntesis indican la desviación estándar dentro de tratamiento.

Cuadro 7. Análisis económico por concepto de alimentación.

	T1	T2	T3	T4
Costo kg MS				
- Escamocha ^a	Nº0.631	Nº0.106	Nº0.229	Nº0.000
- Comercial ^b	Nº0.000	Nº0.561	Nº0.480	Nº0.959
Costo kg dieta MS	Nº0.631	Nº0.667	Nº0.709	Nº0.959
Costo kg cerdo producido ^c	Nº1.675	Nº1.725	Nº1.909	Nº2.731

a Se consideró únicamente el costo de transporte a la granja (combustible, bolsas y mano de obra).

b Incluyó el precio del producto a mayoreo puesto en granja.

c Costo kg dieta MS por conversión del tratamiento.

5. DISCUSIÓN.

5.1. Composición química.

5.1.1. Alimento balanceado.

Los valores encontrados para todas las fracciones del AQP calculadas, homologan los requerimientos para cerdos en crecimiento-finalización que suscriben las tablas del NRC respectivas (1988).

Variaciones tan pequeñas (DE \leq 0.2) en todas las fracciones, incluida la EB, indican la constancia de todos los elementos nutritivos del alimento, debido al factor calidad que instituye el fabricante a su producto; para Jamonina PT, se encontró un margen relativamente amplio (2.3% más elevado), en relación al valor mínimo de PC consignado en la etiqueta, consideración que se tomó en cuenta para el cálculo del consumo proteínico, a fin de no magnificar efectos en el desempeño de los animales.

5.1.2. Escamocha.

El gran contenido de agua que lleva el producto hace que todos los elementos nutritivos se vean diluidos, debido a los valores bajos de MS (CIDA, 1988; Domínguez, 1990; Figueroa, 1989). La gran variabilidad que adjudican otros trabajos a los residuos alimenticios (Boda, 1990; CIDA, 1988; Domínguez, 1990; Figueroa, 1989; González et al., 1984; Lundi, 1989; Maylin et al., 1991), sólo aplica al contenido graso del recurso analizado, ya que el resto de las fracciones reporta cierta uniformidad, explicable por el origen del residuo (una institución con un

comedor, comensales y dietas bien definidas).

Dentro del contexto en BS, el promedio tan alto en la grasa fué debido a la gran cantidad de pan y tejidos grasos que usualmente estuvieron presentes en la escamocha, como en otros residuos (Estrada, 1986; Lund, 1988). Los valores bajos en C sugieren la deficiencia de uno o más minerales, que aisladamente o en conjunto, definitivamente influyen en el desempeño animal. En lo que concierne a PC y EB, los nutrimentos más limitantes, se alcanzaron niveles que pueden llenar los requerimientos establecidos (NRC, 1988).

El valor casi constante de pH encontrado sugiere que el método de transporte y conservación empleado para la escamocha (bolsas plásticas cerradas herméticamente), promueve una fermentación ácida general, sin importar el contenido del recurso, permitiendo su uso hasta por 2 días, además de que probablemente influyó en los valores de digestibilidad del producto.

5.2. Prueba de comportamiento.

5.2.1. Indicadores alimenticios.

La diferencia ($P < 0.05$) en la GDP entre T1 y el resto de los tratamientos (excepto T2), fué debida a una restricción física en el consumo de MS en los animales, enunciado que se refuerza con una tendencia a mejores ganancias conforme la dieta contuvo menos humedad. Tal restricción causó menor ingreso de nutrimentos, al menos de PC y/o EB, los cuales definitivamente influyen en la

GDP; diversos trabajos establecen contundentemente que incrementando -hasta cierto nivel- proteína (Campbell et al., 1984), energía (Rao y McCracken, 1992) o ambas (Hale y Utley, 1986), existe un efecto positivo en la tasa de crecimiento, medido como peso ganado.

Al existir mejores conversiones en los tratamientos 1, 2 y 3 con respecto a T4, se estableció la relación de que al aumentar el consumo, hay mayores ganancias y conversiones, dado que animales alimentados ad libitum son menos eficientes que aquellos sujetos a sistemas restringidos de alimentación (Chen et al., 1989; Donker et al., 1986; Leymaster y Mersmann, 1991).

El hecho de que aún con menores consumos de PC en los tratamientos con escamocha (debido al bajo nivel dietario y poco consumo de MS), se obtuviesen mejores conversiones con respecto a T4, probablemente indica que: 1) la calidad proteínica de la escamocha utilizada fué superior a la del pienso comercial, en contra de lo que estudios al respecto, por lo menos de digestibilidad, reconocen (Maylin et al., 1991), siendo posible que en cierta medida el pH haya influido positivamente en el proceso, ya que condiciones medianamente ácidas promueven la proliferación de flora y fauna digestiva compatible con mejores procesos de digestión-absorción; y 2) los requerimientos de PC que marca el NRC (1988) no se aplican a dietas no basadas en maíz, cereal utilizado como estándar en dichas tablas, ya que dietas elaboradas con ingredientes de otra naturaleza, formuladas para llenar requerimientos de PC, generan mejores parámetros productivos que los esperados, recalcando además que la PC sólo

indica nitrógeno, mientras que la proteína verdadera es la que biológica y productivamente cuenta desde el punto de vista nutricional (Haydon et al., 1989).

En los tratamientos intermedios, la tendencia a una mejor GDP y conversión también puede adjudicarse a un efecto de suplementación (al menos mineral), del alimento balanceado sobre la dieta escamochera; aunque el primero es una fuente balanceada no concentrada de nutrimentos, su efecto sobre tales parámetros, tiende a aumentar al incrementarse su participación en la dieta. Al respecto, existen estudios donde se demuestra que suministrando mínimas cantidades de alimento balanceado a cerdos alimentados con desperdicios procesados (González et al., 1984), se aumentan significativamente las GDP.

El haber introducido el alimento finalizador antes del peso indicado por el fabricante, aparentemente no afectó el desempeño de aquellos animales que lo ingirieron, particularmente los del T4, ya que consumieron más PC de la requerida, toda vez que su efecto no se comparó con otros alimentos comerciales, sino que se utilizó como indicador para valorar su sustitución por escamocha a diferentes niveles.

El menor consumo de agua en T1 se explica dado el contenido de humedad en la dieta; sin embargo, no hay indicios de consumo proporcional en los tratamientos intermedios, que fueron iguales. Se apoya así que aunque existía alta humedad en la dieta, los animales afectados requirieron consumir agua en forma independiente de la contenida en los alimentos.

Cabe indicar que ante la inspección clínica veterinaria, ninguno de los animales presentó problemas de salud asociados al consumo de escamocha.

5.2.2. Características de la canal.

Todos los animales sacrificados cubrieron satisfactoriamente la inspección sanitaria obligatoria realizada en el rastro.

Una razón fundamental que mantuvo la poca variación de las características de la canal en todos los tratamientos, fué el sacrificio a un mismo peso, ya que está aceptado que ésta característica es una de las variables de mayor impacto en el renglón (Church y Pond, 1992). La razón de haber medido grasa dorsal (GD) a nivel de la primera vértebra lumbar (L1), se apoya en que es el sitio donde la influencia por alimentación es más fuerte (Kuhn et al., 1988).

A pesar de no existir diferencias en la GD de todos los tratamientos, la inconstancia detectada por los valores tan altos de DE sugiere que el hibridismo, entre otros factores, intervino en el fenómeno.

Los porcentajes de rendimiento en canal indican claramente que dietas con inclusión de escamocha a cualquier nivel, incluso total, generan el mismo peso en canal, comprobando que por lo menos éstos animales, al aumentar su régimen volumétrico dietario para poder consumir sus nutrimentos necesarios a partir de dietas diluidas, no modificaron su peso visceral de manera significativa. La tendencia a un mejor rendimiento en T1, podría explicarse en razón de sus bajos consumos de PC, ya que Jarquin

et al (1989), encontraron un mayor rendimiento en cerdos alimentados con 2 unidades porcentuales abajo de los requerimientos de PC recomendados.

5.3. Análisis económico.

Aunque sólo se consideró el costo de alimentación para realizar el análisis económico de la engorda porcina con escamocha, se encontró que la actividad es más eficiente a mayor inclusión del recurso en la dieta ponderando productividad; se recalca que los costos arrojados en la presente investigación pueden aún ser mejorados, al extrapolar las condiciones experimentales inferidas, a márgenes netamente comerciales.

Cabe mencionar que el destino anterior del residuo era la incineración o arrojó a la basura, y que por orden institucional se logró disponer del mismo sin costo alguno.

6. CONCLUSIONES.

- 6.1. El alimento balanceado comercial línea PT (Lechoncina, Desarrollina y Jamonina) de Purina S.A. de C.V., cubrió los requerimientos para cerdos a los cuales está recomendado, superando sensiblemente los de proteína cruda.
- 6.2. A pesar de los altos niveles de humedad en la dieta, los animales consumieron agua en su forma independiente.
- 6.3. A partir de dietas con inclusión de escamocha, los consumos de proteína cruda fueron menores a los recomendados por el NRC (1988); no obstante se lograron ganancias de peso superiores a las esperadas en dichas tablas, además de obtenerse mejores conversiones que con las dietas convencionales, sugiriendo que el recurso trabajado cuenta al menos, con proteína biológicamente más valorizada con respecto a la del alimento comercial utilizado, además de que los requerimientos de PC expresados en dichas tablas subestiman el aporte proteínico real de dietas no basadas en maíz y otros cereales.
- 6.4. Tomando en cuenta las condiciones experimentales del presente trabajo, inclusiones de alimento balanceado comercial en 11 y 24% del total en dietas a base de escamocha (formuladas acorde a los requerimientos de PC), compitieron favorablemente con esquemas de alimentación convencional, en forma tal que produjeron mejor cantidad e igual calidad porcina, en un marco económico más rentable.

6.5. Aprovechar la escamocha para alimentación animal supone una ventaja ecológica tangible, ya que involucra el recurso a un proceso productivo, amén de contribuir al saneamiento ambiental.

7. BIBLIOGRAFÍA

- AOAC: Official Methods of Analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, 1990.
- Barón, L.: El Programa de Granjas Familiares Porcinas en el D.F. (datos no publicados). México D.F., 1992.
- Boda, K.: Nonconventional Feedstuffs in the Nutrition of Farm Animals. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1990.
- Campbell, R.G., Taverner, M.R. y Curic D.M.: Effect of feeding level and dietary protein content on the growth, body composition and rate of protein deposition in pigs growing from 45 to 90 kg. Animal Production. 1984, 38: 2, 233-240.
- CIDA: Alimentación Porcina no Convencional. Centro de Información y Documentación Agropecuario, La Habana, 1988.
- CNG: Información Económica Pecuaria. Dirección de Estudios Económicos y Comercio Internacional. México D.F., 1993.
- Chen, S.C., Ma, M.D., Kuo, C.C., Chang, F.S. y Chen S.Y.: Effects of feeding levels on growth performance and body composition of growing-finishing pigs. Journal of Chinese Society of Animal Science. 1989, 18: 3-4, 21-30.
- Church, D.C. y Pond W.G.: Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Limusa, Noriega Editores, México D.F., 1992.
- Domínguez, P.L.: Desperdicios alimentarios procesados en la producción porcina en Cuba. Seminario Científico Internacional. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, 1990.
- Donker, R.A., Hartog, L.A., Brascamp, E.W., Merks, J.W.M., Noordewier, G.J. y Buiting G.A.J.: Restriction of feed intake to optimize the overall performance and composition of pigs. Livestock Production Science. 1986, 15: 4, 353-365.
- Estreda, P.E.: Evaluación productiva y económica de un sistema de ciclo completo con utilización de desperdicios alimenticios. XXI Reunión Nacional de AMVEC 86. Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Cerdos. Tlaxcala, 1986.

Figueroa, V.: Non-conventional feeding for pigs in Cuba. Pig News and Information. 1989, 10: 1, 29-33.

Foster, J.: Bred and feed on swill. Pig Farming. April, 1981. 76-79.

González J., Díaz, C.P., Domínguez, P.L., Ly, J. y Torres Y.: Evaluación de los desperdicios procesados como sustituto del pienso comercial para cerdos en ceba. Cienc. Tec. Agric. Ganado Porcino. 1984, 7: 4, 57.

González-Alcorta, M.J., Pesti, G.M. y Dorfman J.H.: Métodos de formulación de raciones que maximizan las ganancias económicas de los productores de pollo. XI Ciclo de Conferencias Internacionales sobre Avicultura. Colegio de Postgraduados, Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal y Asociación Nacional de Especialistas en Ciencias Avícolas. México D.F., 1993.

Grande, C.J., Sanginés, G.L., Aguilera, B.A. y Pérez-Gil R.F.: Los recursos forrajeros alternativos: importancia y potencialidades para el desarrollo de la ganadería sustentable. Vet. Mex. (aceptado para su publicación). 1994.

Hale, O.M. y Utley P.R.: Influence of dietary protein and energy levels on performance and carcass traits of castrated male pigs. Nutrition Reports International. 1986, 34: 5, 875-881.

Haydon, K.D., Harrison, M.D. y Dove C.R.: Effect of varying ideal protein level on the performance of growing-finishing swine. Nutrition Reports International. 1989, 40: 5, 939-947.

INEGI: Carta de México Topográfica 1:250000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México D.F., 1988.

INEGI: El sector alimentario en México. Comisión Nacional de Alimentación, México D.F., 1992.

Jarquín, R., Sosa, J.L., Olivares, M., Ventura, A. y Bressani R.: Influencia del nivel de proteína y plano nutricional sobre el crecimiento y conversión alimenticia del cerdo criollo. Turrialba. 1989, 39: 1, 25-33.

Kuhn, G., Fiedler, I., Nurnberg, K., Ender, K. y Wiesemuller W.: Growth and quality of back fat of barrows in relation to plane of nutrition. Archives of Animal Nutrition. 1988, 38: 9, 735-748.

Leymaster, K.A. y Mersmann H.J.: Effect of limited feed intake on growth of subcutaneous adipose tissue layers and on carcass composition in swine. Journal of Animal Science. 1991, 69: 7, 2837-2843.

Lundi, B.J.: Utilización de desperdicios de cocina suplementados en la alimentación de cerdos en etapa de desarrollo. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. 1988.

Madsen, A. y Staun H.: Protein nutrition and carcass quality. Pig News and Information. 1990, 11: 2, 169-171.

MAFF: Feeding by-products to pigs. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, UK, 1986.

Maylin, A., Martínez, O. y Rosas B.: Apuntes sobre las características de la utilización digestiva de los desperdicios procesados en el cerdo en crecimiento. Zootecnia de Cuba. 1991, 1: 3-4, 17-24.

Necochea, R.: La evolución de la porcicultura mexicana 1940-1990. Síntesis Porcina. 1991, 39: 12.

Newcomb, M.D., Ott, R.S., van Kempen, T., Lan, Y.H., McKeith, F.K., Novakofski, J.E., Bechtel, P.J. y Easter R.A.: Effect of hyperalimentation on body composition in swine. Journal of Animal Science. 1993, 71: 144-150.

NRC: Nutritional Requirements of Swine (9th rev. ed.). National Academy Press, Washington D.C., 1988.

OECD: Food Consumption Statistics 1983-1988. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, 1989.

Ortiz, M.B.: Fuentes no tradicionales de alimentos y su empleo en la alimentación del cerdo: estudio recapitulativo. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., 1988.

- Pérez, E.R.: Aspectos económicos de la porcicultura en México 1960-1980. Asociación Americana de Soya, México D.F., 1986.
- Preston, R.T. y Murgueitio E.: Strategy for Sustainable Livestock Production in the Tropics. Consultorias para el Desarrollo Rural Integrado en el Trópico. Cali, 1992.
- Purina: Parámetros de Producción de la Porcicultura Nacional. Curso sobre Temas Selectos de Porcicultura. Purina S.A. de C.V. Toluca, 1993.
- RAE: Diccionario de la Lengua Española. Tomo I (20ma. ed.). Real Academia Española, Madrid, 1984.
- Rao, D.S. & McCracken K.J.: Energy:protein interactions in growing boars of high genetic potential for lean growth. 1. Effects on growth, carcass characteristics and organ weights. Animal Production. 1992. 54: 75-82.
- Restrepo, I.: Los demonios del consumo (basura y contaminación). Centro de Ecodesarrollo, México D.F., 1991.
- SARH: Situación actual de la porcicultura en México. Dirección de Fomento Ganadero, México D.F., 1987.
- Schwentelius, R. y Gómez M.: La porcicultura mexicana ante la posible firma de un tratado de libre comercio con E.U.A. y Canadá. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y de la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, 1991.
- Steel, R.G.D. y Torrie J.H.: Bioestadística, Principios y Procedimientos (2da. ed.). Mc Graw-Hill, México D.F., 1985.
- Suárez, B. y Barkin D.: Porcicultura producción de traspatío, otra alternativa. Centro de Ecodesarrollo, México D.F., 1990.
- Thacker, P.A. & Kirkwood R.N.: Nontraditional Feed Sources for Use in Swine Production. Butterworths, Boston, 1990.