

01621  
87



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**PARAMETROS PRODUCTIVOS Y CARACTERISTICAS  
ORGANOLEPTICAS DE LA CARNE EN CABRITOS  
ALIMENTADOS CON ENSILADO DE EXCRETAS PORCINAS,  
EN UN SISTEMA INTENSIVO.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**  
P R E S E N T A :  
**JUAN MANUEL VARGAS ROMERO**



ASESORES: MPA FRANCISCO CASTREJON PINEDA  
DRA MARIA DE LA SALUD RUBIO LOZANO  
MPA ABEI. MANUEL TRUJILLO GARCIA  
MPA JAVIER GUTIERREZ MOLOTLA

MEXICO, D. F.

2003



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

México D.F. 2003.

## DEDICATORIA

Este trabajo que representa la culminación de varios años de lucha y esfuerzo, al mismo tiempo que abre la puerta de un nuevo camino en mi vida, tengo que dedicarlo forzosamente gracias al compromiso moral y afectivo adquirido, a todas las personas que de algún modo u otro influenciaron en mi persona:

A ti que no te he demostrado lo mucho que te quiero y respeto, desde el día en que comenzó a latir mi corazón.

A ti que has sido y serás un ejemplo digno a seguir, con tu perseverancia, tenacidad y rectitud.

A ti que sin que te dieras cuenta siempre estuve a tu lado.

A ti que me demostraste que la vida se puede tomar con ligereza y triunfar.

A ti que me enseñaste que ser apasionado no es malo.

A ustedes que me abrieron las puertas de su corazón y hasta hoy puedo valorarlo.

A ti mi maestra de la vida:

A ti que me enseñaste que hay más de una forma de amar.

A ti que me mostraste la tolerancia y paciencia como forma de vida.

A ti que demuestras día con día que hay que predicar con el ejemplo.

A todos los que fueron, son y serán parte de mi vida, ya sea en un solo párrafo o en capítulos enteros.

A ustedes que sin conocerlos todavía, los amo.

A ti que estás cuando más te necesito, sin pensarlo un solo momento.

## AGRADECIMIENTOS

Al proyecto PAPIIT IN 210997, DGAPA-UNAM

Al Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica

Al Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción  
y Salud Animal

A mis asesores, cuya ayuda fue invaluable

A todos los que me ayudaron incondicionalmente:

Dr. Sergio Angeles,  
Dra. Silvia Buntinx,  
Lab. Fermina Palma (Fer),  
Dra. Hilda Ramírez.

A mis sinodales, por su comprensión y paciencia.

## CONTENIDO

### página

Lista de cuadros.....	VII
Lista de Figuras.....	VIII
RESUMEN.....	1
I.- INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 ANTECEDENTES.....	5
1.1.1 Volúmenes de producción caprina en México.....	5
1.1.2 Los sistemas de producción caprina.....	7
1.1.3 Los alimentos y la alimentación del caprino en México.....	11
1.1.4 Sorgo para grano ( <i>Sorghum vulgare</i> ).....	12
1.1.5 Maíz para grano ( <i>Zea mays</i> ).....	13
1.1.6 Melaza de Caña de azúcar ( <i>Sacharum officinarum</i> ).....	14
1.1.7 Soya ( <i>Glycyne max</i> ).....	15
1.1.8 Disponibilidad de alimento.....	16
1.1.9 Problemática de las excretas porcinas.....	17
1.1.10 Los residuos de sólidos de excretas porcinas (RSEP) en la alimentación animal.....	23
1.1.11 Usos y tratamiento de los RSEP.....	25
1.1.12 El ensilado de RSEP como alimento de rumiantes.....	26
1.1.13 El ensilaje de los RSEP.....	27
1.1.14 Variables productivas de rumiantes alimentados con ensilado de RSEP.....	31
1.1.15 El mercado nacional de la carne de caprino.....	32
1.1.16 Canales de comercialización de la carne caprina.....	34
1.1.17 Rendimiento y características de la canal del caprino.....	34
II.- JUSTIFICACIÓN.....	40
HIPOTESIS.....	42
OBJETIVOS.....	43
III MATERIAL Y METODOS.....	44
3.1 Lugar donde se realizó la investigación.....	44
3.2 Elaboración del ensilado de RSEP.....	44
3.3 Características de los animales en experimentación.....	45
3.4 Duración de la fase de campo.....	45
3.5 Alojamiento y manejo de los animales.....	46
3.6 Tratamientos y diseño experimental.....	47

3.7 Evaluación de las variables productivas.....	49
3.8 Sacrificio.....	52
3.9 Evaluación del rendimiento de la canal.....	53
3.10 Evaluación de las proporciones de la canal.....	54
3.11 Evaluación del contenido de grasa perirrenal.....	56
3.12 Evaluación del área de la chuleta.....	57
3.13 Empaquetado al vacío.....	57
3.14 Disección del lomo ( <i>Longissimus dorsi</i> ).....	57
3.15 Análisis Químico Proximal (AQP) del lomo ( <i>Longissimus dorsi</i> ).....	58
3.16 Preparación de las muestras para evaluación sensorial.....	58
3.17 Sesiones de la degustación.....	60
3.17.1 Sesión 1 ( <i>test diferencia del control</i> ).....	61
3.17.2 Sesión 2 ( <i>test de preferencia</i> ).....	61
3.17.3 Sesión 3 ( <i>test de preferencia</i> ).....	62
3.18 Análisis estadístico.....	62
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	64
4.1 Variables de producción.....	64
4.2 Rendimiento de la canal.....	65
4.3 Composición de la canal.....	66
4.4 Composición tisular del lomo ( <i>Longissimus dorsi</i> ).....	67
4.5 Composición química del lomo ( <i>Longissimus dorsi</i> ).....	68
4.6 Análisis sensorial.....	69
V.- CONCLUSIONES.....	72
VI.- RECOMENDACIONES.....	73
VII.- CUADROS DE RESULTADOS.....	75
Cuadro 7. Consumos de Matera Seca (CMS), Ganancia Diaria de Peso (GDP) y Conversión Alimenticia (CA) en caprinos en finalización alimentados con y sin ensilado de sólidos de excretas porcinas.....	75
Cuadro 8. Rendimiento en canal de caprinos alimentados con y sin ensilado de sólidos de excretas porcinas.....	75
Cuadro 9. Porcentaje de composición de media canal y grasa perirrenal de caprinos alimentados con y sin ensilado de sólidos de excretas porcinas.....	76
Cuadro 10. Composición tisular del lomo, por disección en caprinos alimentados con y sin ensilado de sólidos de excretas porcinas.....	76

<b>Cuadro 11. Composición química del lomo (<i>Longissimus dorsi</i>) en caprinos alimentados con y sin ensilado de sólidos de excretas porcinas.....</b>	<b>77</b>
<b>VIII.-LITERATURA CITADA.....</b>	<b>78</b>
<b>IX ANEXOS.....</b>	<b>86</b>
<b>Anexo 1.- Cuestionario número 1 aplicado en las sesiones de degustación.....</b>	<b>86</b>
<b>Anexo 2.- Cuestionario número 2 aplicado en las sesiones de degustación.....</b>	<b>87</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Estimación del Consumo Nacional Aparente (CNA) de carne de caprino.....	7
Cuadro 2. Composición química de las excretas de cerdo en base 100.....	23
Cuadro 3. Composición nutricia del ensilado de Residuos Sólidos de Excretas Porcinas (RSEP).....	31
Cuadro 4. Composición nutricia del ensilado de RSEP utilizado en el experimento.....	45
Cuadro 5. Composición de las dietas que integraron los tratamientos.....	48
Cuadro 6. Composición química de las dietas.....	49
Cuadro 7. Variables de producción de caprinos en finalización alimentados con ensilados de sólidos de excretas porcinas.....	75
Cuadro 8. Rendimiento en canal de caprinos alimentados con ensilados de sólidos de excretas porcinas.....	75
Cuadro 9. Porcentaje de composición de media canal y grasa perirrenal de caprinos alimentados con ensilados de sólidos de excretas porcinas.....	76
Cuadro 10. Composición tisular del lomo por disección.....	76
Cuadro 11. Composición química del lomo ( <i>Longissimus dorsi</i> ).....	77

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Importaciones mexicanas de carnes frescas, refrigeradas o congeladas.....</b>	<b>4</b>
<b>Figura 2. Inventario nacional de ganado caprino .....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 3. Inventario nacional de ganado porcino. ....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 4. Estimación de la disponibilidad per cápita de carnes en México (kilogramos/habitante/año).....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 5. Distribución de una corraleta individual.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 6. Despiece en las que fue separada la canal de los caprinos.....</b>	<b>56</b>

**Vargas Romero Juan Manuel. "Parámetros productivos y características organolépticas de la carne en cabritos alimentados con ensilado de excretas porcinas, en un sistema intensivo", bajo la asesoría de Francisco A. Castrejón Pineda, María de la Salud Rubio Lozano, Abel Manuel Trujillo García y Javier Gutiérrez Molotla.**

El objetivo del presente estudio fue determinar si el uso del ensilado de los residuos sólidos de las excretas porcinas (RSEP), alteraba algún parámetro productivo {ganancia diaria de peso (GDP), consumo de materia seca por animal por día (Kg CMS), índice de conversión alimenticia (CA)} y características organolépticas de la canal, al ser empleado en la alimentación de caprinos jóvenes (38 a 41 semanas de vida) bajo un sistema de producción intensivo. Para ello se utilizaron 12 caprinos jóvenes divididos en dos grupos, de los cuales uno era el que consumía la dieta que contenía el RSEP. Los resultados fueron evaluados estadísticamente por una prueba t, no se encontraron diferencias entre grupos para ninguno de los parámetros evaluados ( $p > 0.05$ ). Tampoco se detectaron diferencias en rendimiento de canal, composición tisular del lomo (*Longissimus dorsi*) y en su composición química. El análisis sensorial reportó diferencias, de tal modo que en una prueba los degustadores identificaron diferencias en sabor y olor entre grupos, en otra se mostraron preferencias hacia el grupo que consumió RSEP y en una última, preferencia hacia el grupo testigo. Se concluye que el uso de los RSEP en dietas para caprinos en finalización intensiva, no altera las variables productivas y rendimientos de la canal y que en la preparación de esta carne, existen métodos que causan influencia en características organolépticas.

## I.- INTRODUCCION

En México existen 21,983,179.97 has destinadas a la agricultura de diversos cultivos, de éstas el 77.69% corresponden a zona de temporal y el 22.30% a zonas de riego, esto explica en cierto modo la dificultad de los propietarios de empresas pecuarias para sostener durante todo el año una producción constante de alimentos, tanto en cantidad como en calidad. Este tipo de panorama hace imperante la necesidad de adoptar nuevas medidas tecnológicas, que aseguren la alimentación animal constante. Estos indicadores se recrudecen si se conocen los índices de siembra-cosecha, los cuales no son alentadores, ya que del total de las hectáreas de temporal que se sembraron durante el año 2001 se cosecharon solamente 84.06%, mientras que en las hectáreas con riego, se cosechó el 96.71%: esto indica que el grado de tecnificación con la que cuentan las regiones con riego resulta en un mejor aprovechamiento de la superficie.<sup>1</sup>

La reducción de los recursos naturales ha determinado que la producción y el inventario pecuario en México en general hayan disminuido desde 1993, a un ritmo mayor al 5% anual, esta situación coloca al país en una posición desventajosa ya que el índice de crecimiento demográfico no ha disminuido, por consiguiente es necesario incrementar sustancialmente la producción y rentabilidad de las actividades agrícolas, pecuarias, forestales, acuícolas y agro empresariales en México.<sup>2</sup>

Sobre todo en el último lustro ha sido más marcada la necesidad de aumentar y hacer más eficiente la producción pecuaria, dentro de un contexto matizado por grandes transformaciones y

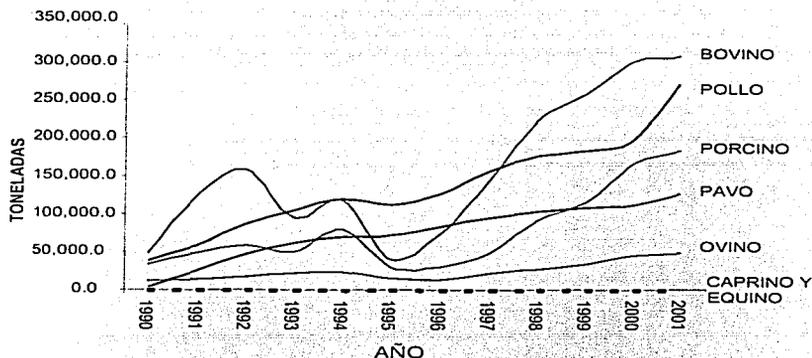
bajo un esquema de aplicación de nuevas políticas diseñadas para el sector agropecuario, dentro del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN).

Este cambio constante en la situación mundial, sujeto a políticas que en poco o nada benefician a México, lo obligan a dar un nuevo rumbo a sus sistemas de producción pecuaria, debiendo tomar única y exclusivamente lo que le beneficia de las nuevas tecnologías mundiales. Sin duda, los problemas agropecuarios son de tipo estructural, y se han originado más allá de 1994, pero el TLCAN tampoco ha permitido, como se propuso en un principio, hacer del campo una empresa rentable por lo cual hoy se está reduciendo a una actividad de subsistencia.<sup>3</sup>

Factores macroeconómicos como la contracción de la demanda interna, la caída de los precios internacionales de las materias primas agrícolas y la sobre-valoración del peso mexicano, hacen que el TLCAN favorezca a Estados Unidos y Canadá. De tal forma que los costos financieros del sector agropecuario mexicano son 300 por ciento superiores a los de Estados Unidos, así mismo la productividad de los trabajadores agropecuarios de ese país es 18 veces superior a la de un productor mexicano. El mercado de Norteamérica quedará completamente liberado en el 2008 y todo lo anterior produce los efectos de detrimento del agro mexicano que ya comienzan a reflejarse.<sup>3</sup> Estos efectos se deben en parte a los grandes subsidios que los gobiernos de aquellos países otorgan a sus productores agrícolas y pecuarios pues tienen los recursos para hacerlo, y propician de alguna manera que estos productos se vendan en condiciones de "precio dumping" (precios subsidiados) en México.

De las 3 mil 794 unidades productivas generales registradas en el Censo Agrícola - Ganadero de 1994, 45.8 % destinaba su producción al auto consumo; 43.6% tenían excedentes para comercializar en el mercado local o nacional, 10.3% no reportaron producción y sólo 0.3% tenían excedentes para exportación. La tendencia prácticamente no ha cambiado durante el último año censado<sup>4</sup> (2001).

Cabe señalar que como resultado de los sistemas de producción deficientes, tanto en cantidad, calidad y precio, los volúmenes de importación nacional de carne, considerando la carne en canal, medias canales y cortes primarios o para consumo directo, se perciben elevados año con año de manera histórica, como se refleja en las importaciones al 2001, cuya tabla se presenta en la **Figura 1.**



**Figura 1.** Importaciones mexicanas de carnes frescas, refrigeradas o congeladas. En donde puede observarse que las importaciones más bajas corresponden a carne de caprinos.

Fuente: Centro De Estadística Agropecuaria (CEA) SAGARPA 1999.

## 1.1 ANTECEDENTES

### 1.1.1 Volúmenes de producción caprina en México

La productividad del sector pecuario en México creció durante el periodo 1961-82 y para el periodo 1983-98 solo los indicadores productivos de carne de bovino, de porcino, de ave, de caprino y la miel presentaron tasas positivas de crecimiento. Hasta el año 1999, el inventario caprino nacional mostró una población total de 9,068,426 animales, siendo Puebla, Oaxaca, San Luis Potosí, Guerrero y Zacatecas los estados con el mayor número de semovientes, acumulando entre ellos el 52.01 % del total del inventario nacional. (Figura 2) 1.2.5.6

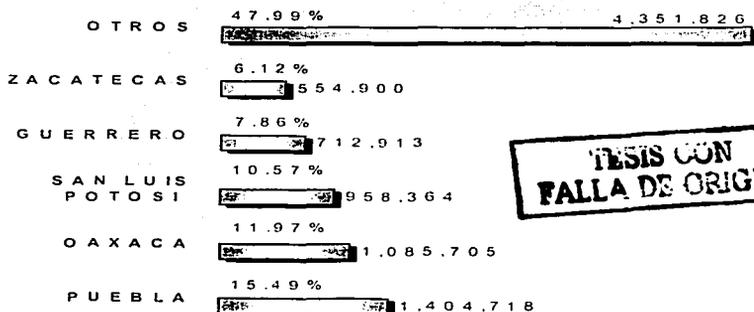


Figura 2. Inventario nacional de ganado caprino. En esta imagen se muestran los estado con el mayor inventario de ganado, destacando Puebla, Oaxaca, San Luis Potosí, Guerrero y Zacatecas, con un 52.01% acumulado.

Fuente: Centro De Estadística Agropecuaria (CEA) SAGARPA 1999.

Durante el año 1999 se produjeron 74,597 toneladas de carne de caprino en pie, comercializadas a un precio promedio de \$13.86/kg, mientras que durante el año 2000, esta producción ascendió a 76,551 toneladas en pie, vendidas a \$15.32/kg.<sup>1</sup>

El peso promedio al sacrificio así como el rendimiento en canal, no sufrieron variación entre el año 1999 y 2000, observándose pesos al sacrificio en pie de 32 kg y teniendo un rendimiento del 50%, que corresponde a 16 kg en canal fría.<sup>1</sup>

México produjo 37,431 ton de carne en canal durante 1999 y para el 2000 la producción aumentó a 38,761 ton, siendo los principales productores los estados de Oaxaca (10.6%), Coahuila(10.5%), Guerrero (9%), San Luis Potosí (8.9%), Puebla (8.8%), Michoacán y Jalisco (6%).<sup>1</sup> El mercado nacional no se caracteriza por volúmenes importantes de importación de carne caprina. Por el contrario, generalmente se satisface la demanda del mercado de manera casi total, dando como resultado que los niveles de importación sean relativamente bajos. Se considera que de 1990 a 2001, la producción nacional de carne satisfizo el 96.9% de la demanda interna, cubriéndose el resto con la importación. En el Cuadro 1 se muestra el consumo nacional aparente (CNA) estimado en las cantidades producidas por el sector caprino nacional y las importaciones.

**Cuadro 1. Estimación del Consumo Nacional Aparente (CNA) de carne de caprino**

Año	Composición en volumen (toneladas)			Composición porcentual			
	Producción*	Importaciones	Exportaciones	CNA	Producción*	Importaciones	Total
1990	36,102	977.5	3.4	37,076.1	97.4	2.6	100.0
1991	39,314	1,139.6	0.0	40,453.6	97.2	2.8	100.0
1992	42,893	721.9	0.7	43,614.2	98.3	1.7	100.0
1993	41,494	1,080.3	0.0	42,574.3	97.5	2.5	100.0
1994	38,699	1,034.9	0.0	39,733.9	97.4	2.6	100.0
1995	37,678	245.8	0.0	37,923.8	99.4	0.6	100.0
1996	35,879	2,098.1	12.4	37,964.7	94.5	5.5	100.0
1997	35,269	1,550.4	0.0	36,819.4	95.8	4.2	100.0
1998	37,185	2,001.5	0.0	40,186.5	95.0	5.0	100.0
1999	37,431	1,521.2	0.0	38,952.2	96.1	3.9	100.0
2000	38,761	1,246.0	0.0	40,007.0	96.9	3.1	100.0
2001	39,046	784.6	0.0	39,830.6	98.0	2.0	100.0

Fuente: Centro De Estadística Agropecuaria (CEA) SAGARPA 2001.

La importación de carne caprina es relativamente baja del año 1990 al 2001. En lo que respecta al número de animales sacrificados durante 1999 fue de 2,380,234, mientras que para el año 2000 la cifra fue de 2,509,516 de los cuales la mayoría son finalizados en sistemas extensivos.<sup>1</sup>

### 1.1.2 Los sistemas de producción caprina

Entre los productores pecuarios ubicados en las áreas de temporal se encuentran los criadores de cabras, estos practican sistemas nómadas - sedentarios, a través de los cuales desplazan sus rebaños desde las áreas de residencia,

especialmente desde las poblaciones ejidales y comunales, hacia los pastizales y zonas de la agricultura comercial donde consiguen residuos de cosechas.<sup>3</sup>

Es un hecho que la producción y consumo de carne caprina se observa principalmente en países en vías de desarrollo. Tal es la importancia de los caprinos en países, que sumados producen cerca del 90% de la carne que se consume a nivel mundial.

El caso de México no es tan diferente, esta producción desarrolla un papel importante, no sólo productivo, también socioeconómico, la producción de este tipo de carne se genera en sistemas con gran diversidad de características 6,7,8,9,10 predominan los sistemas de producción extensivos, en los que se observa una degradación de los suelos y la vegetación, atribuibles en parte al manejo inadecuado de los rebaños. En estos sistemas la productividad es muy baja, además de que los ingresos obtenidos por los productos que ofrecen representan una parte muy pequeña del valor que alcanzan estos cuando finalmente llegan al consumidor. En estos sistemas es importante atender las limitaciones tecnológicas, administrativas y de integración, antes que intentar revertir la disminución en población y producción.<sup>3,11</sup> Este tipo de producción se desarrolla principalmente en las zonas que dependen de la precipitación pluvial exclusivamente, conocidas como "zonas de temporal".

Por otro lado, existen en mucho menor superficie las zonas que cultivan con tecnología e infraestructura capaz de aprovechar el agua proveniente de la acumulación natural y artificial, conocidas como "zonas de riego".

La producción de temporal ha perdurado por muchos años bajo circunstancias muy difíciles, dictadas en gran medida por la

inclemencia del clima, la baja calidad de los suelos y la orografía con pendientes que facilitan la erosión. Contribuyendo a las dificultades y al empobrecimiento de este sector, se suma la existencia de una estructura poblacional con limitadas capacidades tecnológicas y de gestión.<sup>3</sup>

Los sistemas de tipo **semi intensivos** se orientan en mayor medida a la producción de leche y aprovechan durante todo el año recursos distintos, como los agostaderos y los residuos de cosecha por lo que son más redituables que otros sistemas. No obstante tienen la posibilidad de mejorar mediante un manejo eficiente en los aspectos sanitario, alimenticio, reproductivo y genético del ganado, así como en los aspectos sociales - organizativos de los productores. Estas mejoras representan la posibilidad inmediata de incremento en la producción nacional.<sup>3,11</sup>

El sistema **intensivo** cuenta con tecnología más moderna, integración y comercialización, y puede contribuir al desarrollo de los demás productores mediante esquemas asociativos.<sup>3,11</sup> En este sistema se pueden distinguir claramente dos estrategias de producción caprina. La primera está presente principalmente en Guanajuato, Querétaro y Nuevo León, en la cual el sistema de producción dominante es el de cría para la producción de leche y cabrito lactante que por lo general se vende entre los 25 y 35 días de edad. La segunda estrategia, corresponde a varios municipios en los estados de Zacatecas y San Luis Potosí principalmente, en la que las características del sistema anterior se encuentran implícitas, pero predomina la cría para la producción de animales adultos dedicados a la producción de canales que finalmente son consumidas como birria. De cualquier modo, en ambas regiones las unidades de producción

caprina se caracterizan por elevados niveles de pobreza, por un apego a la cría de cabras y por sistemas de producción en los que los corrales para la producción de cabras se encuentran en áreas con cultivos básicos como maíz y frijol.<sup>3</sup>

Las principales regiones productoras de caprinos se distinguen en tres: (1) las zonas áridas y semiáridas del norte del país, que se orientan principalmente a producir cabrito, (2) la mixteca y zonas cercanas en el sur del país, donde se producen sobre todo caprinos jóvenes cebados y (3) zonas como El Bajío, la Comarca Lagunera y partes de Chihuahua y Coahuila, dedicadas principalmente a la producción de leche.<sup>3</sup>

En nuestro país la carne de caprino consumida proviene de tres grandes grupos que se han clasificado de la siguiente forma: cabritos (8 a 12 semanas de vida) animales jóvenes (machos y hembras de 1 a 2 años de edad) y animales viejos (caprinos adultos de 2 a 6 años de edad). Siendo el consumo más frecuente como animales jóvenes, en el cual normalmente los machos castrados o enteros, son sacrificados con pesos de 18 a 28 kg.<sup>6,7,8,9</sup>

El consumo de caprino como cabrito lactante es más característico en el norte de la República Mexicana, mientras que el consumo de animales joven-adulto (mayores a un año) es más frecuente en el centro y sur donde se comercializan animales adultos tanto machos como hembras, que por lo general no poseen características fenotípicas de alguna raza definida, es decir, son animales criollos los cuales son sacrificados con un peso vivo de 25 a 30 kg.<sup>12</sup>

Vale la pena señalar que el grueso de esta producción proviene de sistemas donde la dieta está compuesta por los forrajes provenientes del pastoreo extensivo, o bien de los esquilmos

agrícolas. En estos sistemas es poca o nula la complementación con algún tipo de concentrado, ya sea energético o proteínico. Estos sistemas de producción tienen graves problemas en la época de estiaje, en donde los recursos alimenticios se hacen caros y/o escasos de tal modo que las ganancias de peso en los animales se ven severamente afectadas y con ello la economía del productor, lo anterior hace notar la necesidad imperante de encontrar técnicas de alimentación y de la búsqueda de alternativas tales como alimentos no convencionales que estén disponibles la mayor parte del año. <sup>7,8,9,10</sup>

### **1.1.3 Los alimentos y la alimentación del caprino en México**

Las dietas a base de forrajes tienen una densidad baja de energía y esto limita las ganancias de peso de los animales. Para satisfacer las necesidades nutricionales de los caprinos de modo que expresen completamente su potencial genético, generalmente es indispensable complementar su alimentación con henos de leguminosas y de gramíneas de buena calidad, o con alimentos balanceados que muchas personas denominan concentrados. Como ingredientes dentro de estos últimos es común que se utilicen granos de sorgo o maíz y sus subproductos, como pastas de oleaginosas, principalmente pasta de soya y distintos subproductos agroindustriales tales como melaza, aceites o grasas animales y otros ingredientes que no aportan energía pero son indispensables para los animales, principalmente premezclas con macro y micro minerales, suelen utilizarse. <sup>13</sup>

A continuación se describen las principales características de los ingredientes que se utilizaron en este experimento, en la alimentación de los caprinos para complementar los forrajes.

tomando en cuenta que la utilización de estos es común en el sistema intensivo bajo estabulación.

#### 1.1.4 Sorgo para grano (*Sorghum vulgare*)

El sorgo (*Sorghum vulgare*) de acuerdo a las estadísticas del informe agrícola y ganadero de las delegaciones<sup>1</sup> se sembró en 2,142,030.89 has en total de las cuales el 82.85% fueron bajo temporal y solamente el 17.14% fueron bajos sistemas de riego. La producción de grano por ha fue muy variable entre sistemas, teniendo un rendimiento para las zonas de temporal de 2.32 ton/ha y 5.82 ton/ha en promedio bajo sistema de riego. Este número es bajo, e indica la dependencia de las condiciones climáticas en los distintos sistemas de producción agropecuaria. El costo promedio del grano en México durante el 2001 fue de \$979.08 ton.<sup>1,14</sup>

El sorgo como planta se describe como una gramínea áspera cuya altura de crecimiento puede ser de 0.6 a 4.6 m, y la altura del sorgo híbrido, para grano, comúnmente es de 0.6 a 1.5 m. La planta es muy similar a la del maíz en apariencia, los tallos son acanalados en un lado entre los nudos, los entrenudos acanalados se alternan de un lado a otro, las hojas nacen de cada nudo. Las plantas jóvenes de sorgo se distinguen de las del maíz por ser aserradas en su borde. El centro de los tallos de sorgo para grano puede ser seco o bastante jugoso y por lo regular no es dulce, por esta razón el forraje de los sorgos para grano no es particularmente deseable para alimento, como lo sería la planta de maíz.

El color de la semilla varía en las diferentes variedades y líneas o fenotipos, desde las blancas o rojas hasta las café oscuro. Puede presentar pigmentos en el pericarpio, en la testa o ambos, pero no en el endospermo; los sorgos tienen deficiencia

de vitamina A al igual que el maíz. El número de semillas en los diferentes tipos y variedades oscila entre 26,455 y 132,275 por kg. <sup>1.14</sup>

Los valores nutricios del sorgo son muy cercanos a 11% de Proteína Cruda (PC) y energía metabolizable (EM) de 3 Mcal/Kg en base seca. Respecto a los niveles en porcentaje de calcio y fósforo se consideran de 0.02 y 0.30 respectivamente <sup>15</sup>

#### 1.1.5 Maíz para grano (*Zea mays*)

Como se mencionó anteriormente, otro recurso importante para los productores pecuarios de México es el rastrojo de maíz (*Zea mays*), el cual es el residuo de la cosecha del grano.

Sin duda, el uso principal del maíz en el mundo es la producción de grano, sin embargo, el uso pecuario es también de suma importancia gracias a la buena conversión de maíz a carne por parte de los animales en producción. En México, además de aprovechar el grano, se utiliza en la alimentación de rumiantes el rastrojo, que es la planta residual después de la cosecha del grano. <sup>1.14</sup> La altura de la planta de maíz varía mucho, de más de 4.6 m a solo 0.9 m. El acame (vencimiento de los tallos) de las plantas presenta problemas en algunos maíces, que se rompen o doblan, causando dificultades o pérdidas en la cosecha. El tallo está formado de nudos y entrenudos, por lo regular de 10 a 15 cm por tallo. Las hojas, mazorcas y raíces son porciones que crecen de los nudos. La característica de la hoja erecta, permite mayores densidades de plantas y aparentemente emplea mejor la luz en proporción al área sembrada, pero no con base en cada planta individual.

Es común que después de realizar la cosecha de este grano, la planta como tal, sea dejada en el propio terreno hasta que se deshidrata para posteriormente cortarla, empacarla y

almacenarla. Para la alimentación animal estas pacas son molidas y ofrecidas en el alimento, sin embargo, el valor nutricional de esta materia prima es muy bajo. Durante el año 2001 se sembraron 8,495,875.5 has, distribuidas en 12.11% para terrenos con disponibilidad de riego y 87.88 % para zonas de temporal. Cabe señalar que la dependencia de la época de lluvias para la producción de granos y forrajes se hace más evidente en este tipo de cultivo. <sup>1,14</sup>

Los valores nutricionales del rastrojo de maíz con respecto a la PC oscilan entre el 3% y 7%, en base seca, mientras que los valores de EM, van desde 1.5 a 2.2 Mcal/Kg de MS. Los porcentajes de calcio y fósforo están considerados en un 0.02 y 0.27 respectivamente <sup>15</sup>

#### **1.1.6 Melaza de Caña de azúcar (*Sacharum officinarum*)**

La caña de azúcar (*Sacharum officinarum*), se considera una planta con gran importancia económica para México, gracias a que es destinada principalmente en los ingenios azucareros a la producción de azúcar. Estos tienen como uno de sus principales subproductos residuales, la melaza o miel. Este subproducto conocido como melaza negra, es el empleado en la alimentación del ganado, y resulta de la molienda de los tallos de la planta, que se someten a un lavado y después se pasan a través de una serie de cuchillas giratorias; algunas veces se trituran. El jugo se extrae al pasar la caña entre rodillos acanalados y pesados que la trituran. Durante este proceso se agrega agua o mezcla de agua y jugo para disolver más el azúcar, el jugo se concentra en evaporadores al vacío, después pasa a las pailas (ollas) de cristalización tras una evaporación adicional. Finalmente la mezcla de melaza que son azucares sin cristalizar y los cristales de azúcar, se separan en una centrifuga. <sup>1,14</sup>

La importancia de este subproducto agroindustrial es su aceptable sabor y valor energético, que llega a ser de 2.6 hasta 2.8 Mcal de EM/Kg de MS. Además, presenta un elevado contenido de minerales, principalmente potasio, que participan en la satisfacción de las necesidades de los animales. El calcio es de 0.74% mientras que el fósforo se encuentra a niveles de 0.07%.<sup>15</sup>

En 2001 el país destinó 692,527.3 has a la siembra de la caña de azúcar de las cuales 40.26% se produjeron con riego y 59.73% bajo condiciones de temporal. Esto es importante ya que si se considera que 40.26% de los ingenios laboran durante todo el año, lo anterior indica que existe melaza disponible en el mercado prácticamente durante todo ese período.<sup>1,14</sup>

#### **1.1.7 Soya (*Glycine max*)**

La soya es una planta anual de clima tropical principalmente, erecta y con ramificaciones, su altura va desde 0.3 a 1.8 m. la soya desarrolla dos hojas unifoliadas y el resto son palmeadas compuestas, trifoliadas. Las vainas contienen de 1 a 5 semillas, pero la mayoría de las vainas tienen de 2 a 3 granos. El número de vainas varía de 2 a más de 20 en un sólo pináculo y hasta 400 en una planta. La semilla es generalmente esférica y comúnmente amarilla verdosa o pálida. Antiguamente el grano de soya se sometía a un tratamiento mecánico como prensa y tornillos, para la extracción de aceite, pero a partir de la década de los 50's se inició el proceso de extracción de aceite con solvente, de modo que en la actualidad casi el 100% de la soya se trata de este modo. El subproducto resultante del proceso de extracción de aceite se denomina pasta de soya, la cual es

valiosa como alimento para los animales, por su alto nivel protéico (entre 40 y 50 %).<sup>1,14</sup>

Para este cultivo se destinaron 88,402 has en total, de las cuales el 75.27% se produjeron bajo temporal y el resto en diferentes sistemas de riego.<sup>1,14</sup>

La importancia nutricional de este subproducto agroindustrial, es su aceptable valor energético que llega a ser de hasta 3.2 Mcal de EM/Kg de MS. Este ingrediente presenta niveles de calcio en un 0.29% y 0.64% de fósforo.<sup>15</sup>

#### **1.1.8 Disponibilidad de alimento**

La abundancia de residuos (esquilmos) de cosechas en las áreas bajo riego dejó de ser copiosa, debido a la reducción de las áreas sembradas (y la disminución de follaje de las plantas) por efecto de la disminución de los volúmenes disponibles de agua de riego, produciendo fuerte presión entre los productores de caprinos que generalmente tienen dificultades para conseguir los ingredientes que utilizan en las raciones de sus animales. Por ejemplo, en 1985, en el norte del país se disponía de residuos de alrededor de 60,000 hectáreas de algodón, 27,000 de grano de maíz, y 17,000 de frijol y alrededor de 25,000 hectáreas de otros cultivos (excluyendo alfalfa de corte y maíz forrajero). Estas áreas han disminuido considerablemente debido a la sequía que ha influido en los niveles de agua de las presas.<sup>3</sup>

Ante tal situación los productores de caprinos se han visto forzados a utilizar el almacenamiento de esquilmos, la labor de picado o molido, el uso de concentrados y la distribución de todos estos, a granel o en dietas integrales en comederos en los corrales, implicando la necesidad de construcción de

instalaciones para facilitar la labor de alimentación, aumentando con esto la mano de obra y por tanto, los costos de producción.<sup>3</sup> La adición de concentrados en la dieta de los caprinos aumenta el depósito de grasa interna, pero no tiene efecto sobre la composición muscular (humedad, cenizas, grasa y proteína), sin embargo, la inclusión de aceites vegetales puede influenciar la deposición de grasa muscular en rumiantes, siendo capaz el ácido linoléico de reducir la deposición de grasa interna, disminuyendo la actividad de las enzimas lipogénicas, esto refuerza la idea de agregar concentrados con aceites derivados de semillas de oleaginosas, en la dieta de los caprinos para elevar las características de calidad de la canal.<sup>16</sup>

Por lo expuesto anteriormente, se aprecia que los ingredientes utilizados para elaborar una ración determinan modificaciones en las características de la canal, además, la disponibilidad de materias primas para la alimentación del ganado caprino, se contrapone con los costos de producción que sin duda se ven aumentados cuando se incluyen complementos en la ración. Por esta razón se deben tomar en cuenta otros alimentos no convencionales o subproductos que simplifiquen la alimentación del caprino y cuyo costo es inferior al de la mayoría de los granos, un ejemplo es el caso de las excretas porcinas (cerdaza).

### **1.1.9 Problemática de las excretas porcinas**

En México y el resto del mundo, un problema ligado a la producción de carne porcina en forma intensiva, debido al confinamiento de grandes poblaciones de animales en áreas reducidas, es la enorme producción de excretas que se genera en las granjas. Este problema persiste aún con dietas que son aprovechadas al máximo por el ganado porcino. Este sistema de

producción llegó a México alrededor de la década de los cincuenta, entonces los porcicultores no se dieron cuenta que también importaban el problema del manejo de excretas. En la actualidad, si se considera que cada cerdo excreta del 5 al 8% de su peso vivo y de lo cual 10 a 15% es materia seca, se puede calcular con los valores medios una producción de 2.9 kg de excretas frescas, equivalentes a 0.36 kg de materia seca, por cada cerdo de 45 kg; esta cantidad multiplicada por el número de cerdos y el peso estimado de estos reportado en el año 1999 (15,747,833 de cerdos) por parte de la SAGARPA, representa una cantidad elevada de producción diaria de excretas frescas de origen porcino en las regiones aledañas a los centros de producción.<sup>17</sup>

Los estados con el inventario más grande de cabezas de ganado porcino a nivel nacional son : Jalisco, Puebla, Sonora, Yucatán y Veracruz, quienes concentran el 45.16 % del total de cerdos, como se muestra en la **Figura 3**.

OTROS	54.84 %	8.636.294
VERACRUZ	7.32 %	1.153.432
YUCATAN	7.53 %	1.185.650
PUEBLA	7.80 %	1.227.545
SONORA	7.97 %	1.255.000
JALISCO	14.54 %	2.289.912

**Figura 3.** Inventario nacional de ganado porcino. En esta figura se muestran los estados con el mayor inventario de ganado porcino, destacando el estado de Jalisco, que posee 14.54 % del inventario total nacional.

Fuente: Centro De Estadística Agropecuaria (CEA) SAGARPA 1999.

El mal manejo de excretas en un buen número de granjas porcinas en México, ocasionó graves desequilibrios ecológicos, debido al olor, transmisión de gérmenes patógenos y sobre todo, y el más importante, la contaminación de aguas subterráneas y de superficie, así como del suelo agrícola.<sup>18,19</sup> Estos problemas fueron originados por la manera en que se dispuso y en algunos lugares continúa disponiéndose de las excretas, como lo son:

- ⇒ el vertimiento directo en cuerpos naturales de agua, en donde la descomposición de la materia orgánica demanda cantidades elevadas de oxígeno, limitando con esto, la vida en los cuerpos de agua. Además, si se considera que las excretas contienen cantidades importantes de nitrógeno, fósforo y potasio, el resultado será la proliferación de algas que disminuirán la captación de rayos solares hacia el fondo de la masa acuática en cuestión. El posterior

envenenamiento del agua es un fenómeno conocido como eutrofización (eutrofización).<sup>18,19</sup>

- ⇒ La acumulación de las excretas sobre el suelo en terrenos con una superficie reducida: cuando sucede la degradación de la materia orgánica dependiente de la temperatura y cantidad de microorganismos del suelo, deja los elementos minerales de las excretas disponibles para las plantas; sin embargo, cuando la deposición de excretas es excesiva se produce la saturación del suelo, por consiguiente los elementos (principalmente N y P) que en primera instancia serían aprovechados por las plantas, son arrastrados hacia los estratos inferiores del suelo (lixiviación), en donde al alcanzar los mantos acuíferos subterráneos en cantidades que rebasan su utilización, provocarían el antes mencionado fenómeno de eutrofización.<sup>18,19</sup>

Dada la gravedad de estas prácticas, el poder legislativo en México ha tomado cartas en el asunto desde hace varios años, y por esa razón a partir de 1988 se promulgó la Ley General de Equilibrio Ecológico, en donde se estableció la responsabilidad de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (actualmente Secretaría de Ecología, Medio Ambiente y Recursos Naturales) para regular las descargas de aguas residuales de las granjas porcinas y otros tipos de industrias, en redes colectoras y cuerpos de agua receptores. De forma que actualmente se encuentran controladas las descargas de origen pecuario, como lo marca el artículo 120 del capítulo III, título IV, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente. Así mismo se encuentran reguladas las descargas hacia los suelos, como lo indica el artículo 136 del capítulo IV, título IV, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente.<sup>30</sup>

Al presente, se han planteado como principales alternativas de solución en primer lugar la disminución de materia orgánica de los efluentes, lo anterior ha sido posible por medio de la separación de sólidos y líquidos como parte de un tratamiento previo, proceso que se ha adoptado en un buen número de granjas. Los sólidos resultantes, también llamados residuos sólidos de excretas porcinas (RSEP), pueden utilizarse como fertilizante, sustrato para biodigestores, sustrato para lombricomposta o ingrediente para la alimentación animal. Sin embargo, para dar a los RSEP este último uso, es necesario someterlos primero a uno o varios tratamientos previos que eliminen los agentes patógenos.<sup>20,22</sup>

Estos tratamientos han sido clasificados como: físicos, químicos y biológicos.

Dentro de los tratamientos físicos existen la desecación natural (al sol), desecación con aire caliente y la separación de sólidos y líquidos. En los tratamientos químicos existen diversos, consistiendo básicamente en la mezcla de bactericidas, disolventes, enzimas y/o coagulantes orgánicos. Los tratamientos biológicos contemplan la fermentación de manera aeróbica o bien anaerobia, ejemplos de estos son las fosas de oxidación, la producción de composta y el ensilaje.<sup>22,25,18</sup>

En el uso de las excretas porcinas como alimento se recomienda la deshidratación de estas, debido a que ofrece diversas ventajas sobre el uso de las excretas frescas. Dentro de las ventajas que la deshidratación aporta, destacan la facilidad de manejo, control de olores, enfermedades y mejora de la palatabilidad.<sup>23</sup> La deshidratación o por lo menos la separación de sólidos, se realiza actualmente de manera exitosa en las granjas porcinas que cuentan con cierto grado de tecnificación. Por medio de procesos completamente físicos que consisten en

someter las excretas frescas a diversos sistemas de coladeras y centrifugas, que permiten la obtención de RSEP con una octava parte de humedad que contenían inicialmente.<sup>18,19</sup> Posteriormente, los RSEP pueden destinarse a la producción de biogas como resultado de la fermentación anaeróbica, o a la producción de composta.<sup>19</sup> Otro uso es su inclusión como ingrediente en la alimentación animal que ha aumentado en los últimos años, sin que se les de un tratamiento previo, sin embargo, tal práctica favorece la contaminación ambiental y el riesgo de transmisión de enfermedades. Como respuesta a la necesidad de disminuir la contaminación ambiental por las excretas, se han implementado diversos tratamientos, tal es el caso de la fosa de oxidación que corresponde a un tratamiento aeróbico, la cual muestra buenos resultados con respecto a la palatabilidad, la eliminación de agentes patógenos específicos y control del mal olor. Sin embargo, este tratamiento requiere de personal capacitado y constante supervisión técnica. Por otro lado, existe el sistema por medio del fermentador cilíndrico rotatorio, que aumenta la digestibilidad de los RSEP, ofrece un buen control microbiológico y se obtiene un producto acidificado, apto para el consumo animal. Este sistema requiere de grandes inversiones iniciales y altos costos de operación y mantenimiento.<sup>23</sup>

Un tratamiento biológico más, es el proceso de ensilaje, el cual ha demostrado no requerir de grandes y complejas instalaciones. Sus características se describirán más adelante, sin embargo, primero es importante describir las características de las excretas porcinas.

### 1.1.10 Los residuos de sólidos de excretas porcinas (RSEP) en la alimentación animal

La cantidad de excretas frescas de ganado porcino producidas anualmente cobra importancia cuando se toma en cuenta su valor nutritivo.<sup>23</sup> En el Cuadro 2 se muestra la composición nutritiva de los RSEP.

**Cuadro 2.** Composición química de las excretas de cerdo en base 100.

Componente	Promedio	Rango	
Proteína Cruda %	19	11	31
Fibra Cruda %	18	7	23
Grasas %	5	2	9
Cenizas %	17	10	28
FDN %	45	20	60
FAD %	24	10	39
Lignina %	5	3	6
Celulosa %	17	6	23
Hemicelulosa %	20	3	36
Fósforo %	2.6	1.4	4.6
Potasio %	1.0	0.6	1.6
Calcio %	3.5	1.5	8.5
Magnesio %	0.7	0.3	1.3
Sodio %	0.3	0.1	0.5
Zinc ppm	600	225	1059
Cobre ppm	280	27	822
Arsénico ppm	5.57	0.20	102.51
Plomo ppm	9.09	0.29	40.11

Como puede observarse en el cuadro anterior, la cantidad de proteína cruda, así como de calcio, fósforo y algunos micro minerales, es elevada. Estos niveles son los que presentan los

RSEP después del tratamiento al que fueron sometidas las excretas frescas y se piensa que solo pierden agua, sin embargo, también se reduce el contenido de otras sustancias o elementos solubles que se desechan en el efluente resultante.

La calidad nutrimental de los RSEP dependen directamente de diversos factores propios de la granja y el sistema utilizado para el efluente, el manejo de la alimentación y factores del animal, como son la edad, peso vivo, etapa fisiológica, tipo de dieta y agua que se les proporciona, además de otros factores dependientes del manejo y disposición de los RSEP una vez recuperados.<sup>24</sup>

La utilización de RSEP permite el aumento en el porcentaje de nutrientes de la dieta que finalmente se ofrecerá a los rumiantes (principalmente nitrógeno no proteínico, proteína verdadera y minerales). Los RSEP son una fuente importante de calcio, fósforo y nitrógeno, sin embargo son deficientes en energía.<sup>22,25,26,27</sup>

Si se decide la utilización de los RSEP en la alimentación animal, es importante realizar su caracterización nutrimental para el adecuado balanceo de las raciones, poniendo principalmente atención en los niveles de proteína, fibra, energía y minerales, que permitan la elaboración de una dieta balanceada, que satisfaga las necesidades del ganado a alimentar.<sup>17,24</sup>

Si se toman en cuenta estos factores, se lograría hacer del uso de las excretas de cerdo una opción razonablemente segura para la alimentación de ovinos, caprinos y bovinos, con la gran ventaja de que el uso de RSEP en estas especies rumiantes reduce considerablemente el costo de producción por el concepto alimentación. Además se podría se puede considerar a

los RSEP como una opción más en la alimentación de caprinos, susceptible de ser incorporada en los sistemas de producción del país, hasta un nivel de inclusión que sea económicamente rentable;<sup>24,28,29</sup>

Se puede considerar de manera general que los mejores sistemas de manejo que se adaptarían a la administración de este tipo de alimento al caprino es el de confinamiento o semi confinamiento, en donde es posible controlar de manera adecuada el consumo, de esta forma se pueden obtener mejores indicadores productivos; ya que es posible disponer de esta fuente de alimento durante todo el año.<sup>28,31,32</sup>

La principal diferencia en la composición química de las excretas porcinas frescas y los RSEP, estriba en que estos últimos al perder la mayor parte de la fracción líquida que los compone, pierden también gran cantidad de componentes solubles tales como minerales, proteína, carbohidratos, etc. Otra diferencia por resaltar es desde luego, el origen de las materias primas con las que se mezclan los RSEP al momento de ser ensilados, ya que la mezcla determinará de manera evidente las características nutrimentales de los ensilados. Tales materias primas afectan además el proceso de ensilaje, al poseer niveles diferentes de humedad, esto es debido a que los ensilados necesitan cierto contenido de humedad para que se establezca una fermentación láctica, la estabilización del material y un pH adecuado<sup>22</sup>.

#### **1.1.11 Usos y tratamiento de los RSEP**

Considerando la problemática ecológica y legal, que la disposición de excretas presenta en la actualidad y enfatizando la posibilidad de utilizar a los RSEP como alimento en la producción pecuaria de rumiantes, es de gran importancia la

promoción del uso de estos RSEP, gracias a que los microorganismos contenidos en el rumen de estos animales, son capaces de utilizar el nitrógeno que no forma parte de las proteínas (nitrógeno no proteico) y con este sintetizar proteína de alto valor nutritivo para el rumiante.

Cabe señalar que los residuos de las granjas porcinas contienen orina y heces, los cuales contienen alrededor de 67 y 33% de nitrógeno respectivamente.<sup>23</sup>

Cuando el destino de estos desechos (RSEP) es la alimentación animal, entonces no es suficiente con la separación de sólidos y líquidos, sino que se requiere de un tratamiento previo que garantice que los RSEP queden libres de agentes patógenos. Los residuos que se obtienen de las fosas de oxidación reúnen esta característica, no obstante el costo del proceso es elevado y se requiere de una constante supervisión técnica.<sup>23</sup> Ante tal situación, también se ha propuesto otro tratamiento biológico como es el ensilaje, para el procesamiento de los RSEP.

#### **1.1.12 El ensilado de RSEP como alimento de ruminantes**

Como se mencionó anteriormente, los residuos que se pueden obtener de las fosas de oxidación reúnen las características de alimento, existen algunas publicaciones que señalan buenos resultados con respecto a la palatabilidad.<sup>22,33,34</sup> Ante tal situación se ha propuesto otro tratamiento biológico para el procesamiento de los RSEP, el ensilaje.

Cabe señalar que las excretas porcinas por sí mismas representan un riesgo latente en la salud del animal; al cumplir la función de un "vector inanimado", el cual es capaz de transmitir enfermedades bacterianas y virales.

Dentro de las enfermedades bacterianas destacan las causadas por los géneros *Salmonella spp.*, *Brucella spp.*, *Bacillus anthracis*, *Leptospira spp.*, *Mycobacterium spp.*, *Listeria spp.*, etc. De las parasitarias sobresalen los géneros: *Eimeria spp.*, *Balantidium coli*, *Ascaris suum*, *Oesophagostomum spp.*, *Fasciola spp.*, etc. Mientras que de las virales, se pueden mencionar Aujesky y Fiebre Aftosa, entre otras, esta viabilidad sucede aun y cuando los virus son considerados dependientes de la célula hospedadora.<sup>22,33</sup>

El ensilaje reduce las Unidades Formadoras de Colonias de hongos presentes en los RSEP, además de otros organismos como *E. Coli*, *Salmonella cholerae suis* y virus de la enfermedad de Aujesky y del ojo azul<sup>35,36,37,38</sup> al igual que la viabilidad de los principales parásitos presentes en las excretas de los cerdos.<sup>22</sup>

La utilización de ensilado de RSEP en la dieta de rumiantes permite el aumento de la cantidad de nutrientes que se les proporciona a esos animales, principalmente cuando el contenido de nitrógeno de los forrajes toscos utilizados la mayor parte del año en su alimentación es bajo. El ensilado de RSEP, además, es una fuente importante de calcio, fósforo y otros minerales, sin embargo, es deficiente en energía.<sup>22,25,26,27</sup>

### 1.1.13 El ensilaje de los RSEP

El ensilado es el producto que resulta del almacenamiento y fermentación del alimento húmedo (en este caso los RSEP) bajo condiciones de anaerobiosis. Los RSEP así procesados dan por resultado un ensilado bastante ácido, que disminuye el olor a excretas y por esto es más apetecido por los animales. Los RSEP son deficientes en carbohidratos solubles de fácil

degradación, por lo que se debe adicionar una fuente rica en estos para favorecer el proceso de ensilaje, tal fuente puede ser la melaza de caña, que asegura además el consumo por parte de los animales. También es posible agregar una pequeña cantidad de grano molido. Se considera que los materiales a ensilar deben de contener un mínimo de 6 por ciento de carbohidratos solubles en materia seca, para producir cantidades adecuadas de ácido láctico.<sup>26.27</sup>

Este tipo de ensilados producto de la fermentación anaeróbica homo y heteroláctica, se desarrollan a partir de los carbohidratos solubles que se encuentran en las materias primas y subproductos que participan en el proceso de elaboración. Los RSEP al ser bajos en este tipo de carbohidratos requieren para su ensilaje de carbohidratos solubles de otras materias primas, que favorezcan la fermentación. Generalmente el ensilaje se lleva a cabo en depósitos denominados silos; estos deben ser adecuados para evitar la entrada de agua y aire, su forma, construcción y localización, debe estar planeada de tal forma que permitan un rápido tiempo de llenado y compactación del material que se ensila.<sup>15</sup>

El ensilaje no es más que una fermentación anaeróbica natural que genera un pH ácido (3.5 - 4.3) que impide que el producto se descomponga o pudra, permitiendo la conservación de sus propiedades nutritivas por un largo tiempo, de modo que pueda ser utilizado cuando más se le necesita. Este proceso se puede dividir en tres grandes fases: respiración, fermentación y estabilización.<sup>15</sup>

Respiración: el éxito de esta etapa oxidativa en la cual se genera una elevada cantidad de bióxido de carbono, radica en

la compactación del material en un tiempo corto, de modo que el oxígeno residual permita una fermentación adecuada que no supere los 41°C y no existan pérdidas de proteína y mal sabor, lo cual se asocia generalmente a hongos. Para que un ensilado sea considerado de buena calidad debe eliminarse el aire completamente en la medida de lo posible, en el menor tiempo, dando como resultado características de pH inferior a 4.0, formación de ácido láctico elevada (> 3%) y nitrógeno amoniacal < 1.0 % .<sup>15</sup>

**Fermentación:** El material a ensilar debe contener suficientes carbohidratos solubles fácilmente fermentables por las bacterias homo y heterolácticas, para que pueda efectuarse la fermentación y preservación adecuada. La fermentación comprende una serie de cambios químicos producidos en los compuestos orgánicos, por la acción de diferentes microorganismos. Los productos que se forman son el ácido láctico, acético y butírico, siendo el primero el más importante y predominante en un buen ensilado. Existen varios tipos de fermentación presentes en el ensilaje, como la acética producida por microorganismos Gram -, no esporulados, que actúan sobre los carbohidratos liberando este ácido. La fermentación láctica u homo fermentativa generada por microorganismos que se desarrollan a un pH menor a 5.5 y actúan sobre carbohidratos solubles liberando ácido láctico. Por último está la fermentación de tipo butírica o costridial, ocasionada por microorganismos del género *Clostridium*, que actúan sobre el ácido láctico produciendo ácido butírico. Cuando este último tipo de fermentación es la que predomina, el ácido butírico está presente en una concentración > 0.1%, en esas condiciones la

calidad del ensilado es inadecuada ya que los animales lo rechazan y no lo consumen.<sup>15</sup>

**Estabilización:** las etapas de respiración y fermentación no alcanzan una duración mayor a tres días, después de este tiempo la producción de ácido láctico disminuye el pH por abajo de 4.5, completándose la estabilización de la fermentación en un máximo de 21 días.

Cuando la formación de ácido láctico es insuficiente o este ácido es arrastrado por los jugos del ensilaje, el pH se eleva ocasionando que bacterias del género *Clostridium*, actúen sobre proteínas y desarrollen ácido butírico que además de tornarse en mal aroma y sabor del ensilado, genera un medio propicio para que dichas bacterias produzcan aminas y otras sustancias tóxicas para los animales.<sup>15</sup>

Resulta evidente que la actividad de fermentación del ensilado, depende directamente de la calidad y tipo de materiales utilizados durante el ensilaje. Para no alterar el patrón de fermentación del ensilaje, se recomienda que el contenido de materia seca no sea menor ni mayor de 28 y 40%, respectivamente. El límite máximo de melaza que se debe agregar en el ensilaje es 8% y la utilización de esta no debe aumentar el porcentaje de humedad, de lo contrario el ensilado presentará un menor contenido de ácido láctico, pH superior a 4.5 y una fermentación predominante tipo acética - butírica, que resulta indeseable debido a que es el medio ideal para la proliferación de bacterias del género *Clostridium*.<sup>39</sup>

El valor nutritivo de los ensilados de RSEP se muestra en el Cuadro 3. No hay que perder de vista que las cantidades allí contenidas son tan variables como los factores antes

mencionados (dieta, sexo, edad, estado fisiológico del cerdo etc).<sup>22</sup>

**Cuadro 3.** Composición nutricia del ensilado de Residuos Sólidos de Excretas Porcinas (RSEP). Los valores son expresados en Base 100.<sup>23</sup>

<b>M.S.</b>	<b>%</b>	<b>31.88</b>
<b>PC</b>	<b>%</b>	<b>14.26</b>
<b>EE</b>	<b>%</b>	<b>6.09</b>
<b>FC</b>	<b>%</b>	<b>24.88</b>
<b>CEN</b>	<b>%</b>	<b>9.66</b>
<b>ELN</b>	<b>%</b>	<b>44.13</b>

#### **1.1.14 Variables productivas de ruminantes alimentados con ensilado de RSEP**

Si bien es cierto que algunos estudios han evaluado las variables productivas de ruminantes (bovinos y ovinos) alimentados con RSEP, tales excretas han sido utilizadas directamente, sin ningún tratamiento previo, predisponiendo problemas de contaminación y salud animal. En esos estudios no hubo evidencia estadística suficiente para establecer diferencias entre los animales que consumieron excretas (20 %) y aquellos que no lo hicieron (0%) respecto a los parámetros productivos.<sup>33</sup>

En una investigación en la que encontraron diferencias respecto a las variables productivas de ovinos la inclusión de excretas fue de 40% de la MS en la dieta, sin embargo aquí las excretas si fueron utilizadas en forma de ensilado.<sup>34</sup>

En ovejas en crecimiento, la inclusión de 20% de ensilado de RSEP en dos dietas distintas proporcionadas en condiciones de

estabulación, no causó modificación en el comportamiento productivo, los animales consumieron adecuadamente la dieta que incluyó ensilado de RSEP en su composición. <sup>33</sup>

No se encontró investigación alguna que fuera realizada utilizando RSEP en la alimentación de caprinos, por esta razón se programó realizar este estudio que comprendiera además algunas características de rendimiento en canal y composición de la misma.

#### **1.1.15 El mercado nacional de la carne de caprino**

La disponibilidad de carne de origen caprino per cápita se sustenta en la estimación del Consumo Nacional Aparente (CNA) y las cifras de población humana definidas por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO). Este indicador estima únicamente la cantidad de carne en kilogramos que cada habitante de México podría consumir y se refiere más a disponibilidad que se considera más adecuada que el consumo, ya que su medición no indica la cantidad que realmente es consumida por los mexicanos, debido a que éste consumo real varía de acuerdo al estrato económico, las preferencias del consumidor y la edad del mismo, entre otros. Esta disponibilidad de carne de ganado caprino se ha mantenido estable en los últimos años, a diferencia de las demás especies, en las que se observa una notoria inestabilidad. La "estabilidad" en la producción de ganado caprino destinado a carne se puede interpretar de dos modos, por un lado, que permanece un tanto ajena a las políticas socioeconómicas, de las cuales dependen directamente las demás especies productivas destinadas a

carne, y por otro lado, también indica que los sistemas de producción caprina no se han tecnificado u optimizado lo suficiente para cubrir la demanda que exige el mercado nacional de la carne de caprino. Esta estabilidad se muestra en la Figura 4.

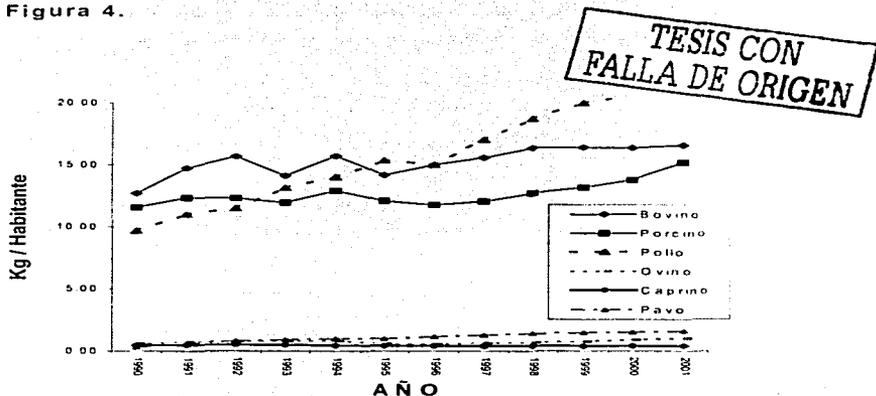


Figura 4. Estimación de la disponibilidad per cápita de carnes en México (kilogramos/habitante/año).

Fuente: Centro De Estadística Agropecuaria (CEA) SAGARPA 2001.

En la figura anterior se muestra como la disponibilidad de carnes en general en México ha aumentado en los últimos 10 años, sin embargo esto no indica que pase lo mismo con su consumo.

#### 1.1.16 Canales de comercialización de la carne caprina

En nuestro país existe demanda de productos cárnicos caprinos de gran valor, como el cabrito y las caderas de chivo (mole de caderas). Hay también cierta demanda por parte de algunos

grupos étnicos minoritarios en los Estados Unidos la cual no se satisface, por lo que representa una oportunidad para los productores de nuestro país. No obstante, se mantiene en alto el intermediarismo, por lo que los productores primarios no se benefician del alto valor final de sus productos. Esto se suma a una baja productividad en general que determina que los productores se mantengan muy por abajo del potencial de rentabilidad de su negocio.<sup>3,11</sup>

Los estrechos márgenes de comercialización representan uno de los factores limitantes de la innovación entre los caprinocultores.<sup>3</sup> En cuanto a la comercialización de los cabritos y adultos para birria, el problema es similar; presentándose una larga cadena de intermediarios desde los ranchos hasta los restaurantes en Monterrey, Guadalajara y Ciudad de México, principalmente. En el caso de los animales para birria el productor recibe el 36% del precio que paga el birriero (dueño del restaurante) y mucho menos de lo que paga el consumidor final de birria.<sup>3,11</sup>

#### **1.1.17 Rendimiento y características de la canal del caprino**

El rendimiento de la canal de cabrito, en frío, fluctúa entre 49 y 52%<sup>16,40</sup> La composición de la canal es influenciada por el sexo del animal, teniendo un rendimiento constante de músculo cercano al 60% en machos, en tanto que las hembras presentan una fluctuación del 50 al 62%. En cuanto al contenido de grasa interna los machos presentan un contenido del 10 al 18%, mientras que en las hembras es de 11 a 33%.<sup>41</sup> El caprino joven en canal se compone de aproximadamente 48% de hueso,<sup>42,43,44</sup> de esta canal el lomo por lo regular representa cerca de un 20%, y la grasa perirrenal 1.5%<sup>16</sup>

Una aparente desventaja de la carne caprina en contra de los otros rumiantes, es el hecho de que esta cantidad menor de grasa intramuscular repercute directamente en la disminución de la terneza y jugosidad, además del aumento en el tiempo de cocción.<sup>16</sup>

La alimentación es un factor determinante en la composición y calidad de la canal y la carne.<sup>45,46</sup> El rango de crecimiento y el rendimiento de la canal son influenciados por factores genéticos y no genéticos, incluyendo la madurez del animal y su estado fisiológico así como la nutrición y el sexo.<sup>47</sup> La cantidad de inclusión de cierto tipo de materias primas dentro de la dieta, se dice que puede influir sobre el olor y sabor de la carne.<sup>48</sup>

El rendimiento verdadero (canal fría) se puede ver mayormente afectado, en comparación con otras especies, debido a las características de pobre distribución de grasa subcutánea, lo cuál afecta en la deshidratación superficial rápida durante la refrigeración de la canal.<sup>16</sup>

El beneficio económico de la comercialización de caprinos para abasto puede incrementarse por la elección del peso al sacrificio del animal, debido a que este peso influye considerablemente en el rendimiento de la canal, sin embargo, este peso al sacrificio está influenciado directamente por las preferencias y costumbres del consumidor. Por citar algunos ejemplos, en España el 80% de los caprinos son sacrificados entre 9 y 14 kg de peso vivo y el resto entre los 5 y 7 kg., en Francia este peso oscila entre los 6 y 12 kg., mientras que en los países latinoamericanos dicho peso está entre los 6 y 9 kg, de manera generalizada.<sup>50</sup> De manera concreta, en México este peso al sacrificio depende de la región, de tal modo que en el norte del país fluctúa entre los 6 y 10 kg y en el centro y sur, va desde los 18 hasta los 30 kg. Esta variación depende

directamente de las preferencias de los consumidores y no tanto por el beneficio económico dependiente del rendimiento de la canal. <sup>6,7,10,50</sup>

Durante muchos años los productores han trabajado en satisfacer la demanda de carne caprina en el mercado, sin embargo, han tenido que confrontar gradualmente nuevos retos en cuestión de utilidades que les exigen mejorar las variables productivas, como son: la conversión alimenticia(CA), eficiencia alimenticia (EA) y la ganancia diaria de peso (GDP). Por esta razón han tenido que buscar alternativas que les ayuden a transformar los recursos naturales en carne para el abasto, cuidando además los objetivos de reducir los costos de producción y la contaminación ambiental, al satisfacer la necesidad de los consumidores que cada día demandan carne de mayor calidad.

La calidad de la canal se traduce en carne más tierna, jugosa y con características dietéticas, como lo son la cantidad y tipo de lípidos contenidos en ella. Esta calidad está relacionada también con la cantidad de proteína retenida, repercutiendo además en la características organolépticas de la carne. <sup>51</sup>

La proporción de ácidos grasos poli-insaturados y vitaminas liposolubles en los depósitos grasos, esenciales para la vida humana, dependen de la especie, raza, etapa fisiológica y dieta de los animales de los que proviene la carne, sin embargo, la composición de los ácidos grasos en rumiantes, generalmente es menos afectada por la composición de la dieta, en comparación con los animales no rumiantes. <sup>17,51</sup>

La cantidad y composición de la grasa tiene un papel importante en el costo de producción, color, sabor y características dietéticas de la carne. <sup>51</sup>

La proporción de nutrientes, grasa y composición de ésta última, en la carne puede ser afectada por diferentes factores como la dieta, edad, peso, depósitos específicos de grasa, raza y actividad hormonal, relacionada con la edad y sexo del animal. El nivel y la composición química de los alimentos afectan el depósito de grasa en los tejidos animales.<sup>10,13</sup>

La cantidad y distribución de la grasa en la canal es probablemente el factor más importante que influye en la preferencia de los consumidores y es una referencia para determinar el valor del producto final en el mercado. A este respecto, los caprinos tienen una desventaja en comparación con los ovinos (también pequeños rumiantes), debido a que los primeros depositan más grasa interna y menos subcutánea e intramuscular.<sup>16</sup> Debido a que en el ganado caprino el depósito de esta grasa ocurre en tejidos que generalmente no son degustados, lo anterior se puede traducir como un desperdicio de energía que es administrada a partir de la dieta, y esto eleva los costos de producción. Sin embargo, la carne caprina es una buena elección, si se consideran las tendencias actuales de los consumidores, gracias a esta poca cantidad de grasa intramuscular y ácidos grasos deseables, ya que los caprinos depositan una cantidad mayor de ácidos grasos poli-insaturados que los demás rumiantes domésticos.<sup>40</sup>

Para determinar los valores químicos en la carne, se puede utilizar el Análisis Químico Proximal (AQP), siguiendo las indicaciones de la Association of Analytical Chemist (AOAC)<sup>52</sup>, que permitirá comparar a groso modo las composición de esta, sin embargo es importante considerar las limitaciones de este tipo de análisis.

La humedad reportada en un AQP indica el contenido de agua del ingrediente en cuestión lo que por diferencia nos permite conocer el contenido de materia seca (MS), es decir, la materia seca de un ingrediente es todo aquello que no sea agua.<sup>15</sup>

El cálculo de la humedad y por tanto de la materia seca en un AQP, se fundamenta en exponer a ciertas condiciones ambientales un alimento, de modo tal que este pierda todo su contenido acuoso, sin embargo, dentro de las principales limitaciones en la determinación de humedad, está que al ser procesado el alimento a más de 100°C (en caso de que la deshidratación se haga en estufa de aire forzado a una temperatura igual o superior a la antes mencionada), es probable que algunos ácidos grasos volátiles y algunos carbohidratos, que no son propiamente agua, se pierdan, esto se verá reflejado en un resultado no tan preciso. Es por ello que en el caso de la evaluación de la calidad de la carne, se recomienda un proceso que no involucre el uso de calor, como el uso de la liofilización, la cual realiza la deshidratación de la carne a bajas temperatura y al alto vacío.<sup>15</sup>

El extracto etéreo se basa en la extracción de los componentes grasos por medio de la exposición del alimento a solventes orgánicos, como el éter. Este tipo de técnica arrastra ciertas imprecisiones debido a que los solventes orgánicos son capaces de actuar solamente sobre los lípidos simples, y no sobre los compuestos, además de que pueden extraer también pigmentos, vitaminas liposolubles, esteroides, etc.

La cuantificación de la proteína cruda a través de este método (AQP), proporciona un valor aproximado dado que los niveles resultantes no son proteínas propiamente, sino que se determina el nitrógeno total contenido dentro de estas, cuya proporción se estima que es 16%, lo cual no es del todo real. Es en la

variación de ese porcentaje donde este método pierde precisión debido a que otros compuestos como urea, aminos y amidas, también contienen nitrógeno, pero en una proporción mucho mayor. <sup>15</sup>

Otro principio nutritivo estimado por el AQP son las cenizas, la técnica consiste en la incineración del alimento dentro de una mufla (incinerador) a altas temperaturas (600 grados centígrados). La desventaja es que algunos minerales pueden volatilizarse, además, no se puede determinar mediante esta metodología el tipo específico de minerales que se encuentran presentes en la muestra y la cantidad de ellos. <sup>15</sup>

## II.- JUSTIFICACIÓN

La actividad caprina en el país se ha mantenido a pesar de los contratiempos que manifiesta la economía de manera general, al mismo tiempo en que se experimenta la degradación de los recursos naturales. Las condiciones particulares de las zonas áridas del norte y centro de México, tienen características complejas que dificultan la producción pecuaria, por lo que ameritan una reflexión en torno a las posibilidades para mejorar las condiciones de bienestar de la población rural en general, constituida en buena proporción por familias que se dedican a la cría y comercialización del ganado caprino. A ellos se les responsabiliza del sobrepastoreo de las áreas de agostadero comunitario y erosión del territorio que estos animales utilizan para su sostenimiento. Esos productores requieren de alternativas prácticas, económicas y efectivas de alimentación para sus animales, que permitan una mejoría en los parámetros productivos de su ganadería, sin deterioro de los ecosistemas.<sup>3,11</sup>

Es evidente que las condiciones de sequía de los últimos diez años han contribuido a acelerar la pérdida de los suelos, el menoscabo de árboles, el deterioro de la calidad de los arbustos, plantas forrajeras y la disponibilidad de aguas superficiales, factores en los cuales se sustenta la producción

extensiva caprina. A estos problemas, se suman los conflictos por la tenencia y uso de la tierra, lo que lleva a conflictos de interés entre criadores de cabras y productores agropecuarios, así como con los criadores de otras especies animales que compiten por las áreas de pastoreo. Bajo este tenor, cobra particular interés el tipo de propiedad y uso comunal de la tierra, lo cual no solo dificulta las acciones de investigación sino la naturaleza misma de las soluciones propuestas.<sup>3,11</sup>

El confinamiento parcial y el incremento de la productividad de un número menor de animales se han considerado entre las opciones tecnológicas que introducen cambios radicales. Su adopción sin embargo, se limita a problemas de capitalización, pero de no llevarse a cabo, ni se mejorarán las condiciones de vida de los productores, ni se logrará revertir el proceso de degradación de los recursos naturales.<sup>3,11</sup>

Una alternativa es el uso de ensilados de RSEP en la alimentación del ganado caprino, que sobre todo en la fase de engorda debe finalizarse bajo condiciones de estabulación. La información que arroja este estudio es de gran valor, debido a que prácticamente no existe información en la actualidad, sobre las variables productivas y características organolépticas de la carne de caprinos alimentados con RSEP ensilados.

Con la información de esta investigación puede determinarse la viabilidad productiva de la utilización de dietas que incluyan ensilado de RSEP y sobre todo, establecer si ese tipo de alimentación confiere características organolépticas perceptibles por los consumidores en la carne del caprino.

## **HIPOTESIS**

Los variables productivas consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, serán diferentes entre el grupo de cabritos alimentados con dietas que incluyen ensilado de RSEP y el grupo que no incluye este tipo de ensilado en su dieta.

La alimentación de cabritos con una dieta que incluya ensilado de RSEP, conferirá a la carne características organolépticas diferentes en comparación con la carne proveniente de cabritos que consuman dietas sin ensilado de RSEP.

## **OBJETIVOS**

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo (ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) de cabritos alimentados con o sin ensilado de RSEP en su dieta, bajo un sistema de producción intensivo, así como realizar una comparación de rendimiento en canal y de las características organolépticas de la carne.

### III.- MATERIAL Y METODOS

#### 3.1 Lugar donde se realizó la investigación

Este experimento se realizó en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, dicho centro se encuentra localizado en el kilómetro 28.5 de la carretera federal México-Cuernavaca, en el poblado denominado San Miguel Topilejo, Delegación Tlalpan a una altitud de 2740 msnm, clima Cw(i) con precipitaciones pluviales que oscilan entre los 800 y 1200 mm anuales.

#### 3.2 Elaboración del ensilado de RSEP

Los RSEP con que se elaboró el ensilado provenían del Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Porcina (CEIEPP), FMVZ, UNAM, ubicado en Jilotepec, Estado de México, el cuál es una unidad de producción catalogada como de ciclo completo.

Los RSEP utilizados fueron a partir de las excretas de todas las etapas de la granja, obtenidos de un separador de sólidos tipo cascada.

El ensilado se elaboró con los siguientes ingredientes (en base húmeda): 82% de RSEP, 10% de sorgo molido y 8% de melaza. Estos se mezclaron a pala dispersando los terrones formados por la melaza. Una vez homogeneizados todos los ingredientes con 4 revolturas a pala, la mezcla fue colocada dentro de los silos en capas de 40 cm de grosor, para ser compactada capa por capa, hasta que se completó un silo tipo *trinchera*, cuyas dimensiones fueron de 3 x 6 x 1.5 m, finalmente el material así

compactado se tapó con plástico para impedir la entrada de aire.

Debido a que el ensilado obtenido de este silo fue insuficiente por roedores que perforaron el piso y comieron una cantidad importante, durante el experimento se elaboró otro ensilado (para completar la cantidad necesaria), en dos contenedores redondos de plástico grueso Rotoplas® de 200 litros, siguiendo exactamente la misma metodología que en los silos de tipo *trinchera*.

Se realizó el Análisis Químico Proximal (AQP) tanto del ensilado de RSEP como de las otras materias primas con las que se elaboraron las raciones que constituyeron los tratamientos, antes de la prueba y cada vez que se realizaba una mezcla nueva. Los resultados del análisis de RSEP se muestran en el Cuadro 4.

### **3.3 Características de los animales en experimentación**

Se utilizaron 12 cabritos machos, de raza criolla (encastados de Saanen, Anglonubia, Murciana Granadina y Toggenburg), enteros, de 38 a 41 semanas de edad y pesos entre 23 y 36 kg.

### **3.4 Duración de la fase de campo**

Los animales estuvieron en un periodo de adaptación de 30 días (todos al mismo tiempo) a la dieta y al manejo, posteriormente la prueba de comportamiento productivo (periodo de finalización), tuvo una duración de 72 días en promedio, siendo el periodo más breve de 56 días y el más extenso de 91 días. Se logró con esto que todos los animales fueran sacrificados a la misma semana de edad.

### 3.5 Alojamiento y manejo de los animales

Los animales fueron alojados en corraletas individuales de 1.2m<sup>2</sup> con bebedero y comedero individual (Figura 5). Permanecieron en estas corraletas durante 22 horas al día debido a que las restantes 2 horas, permanecieron fuera de ellas para permitir la limpieza (entre las 10 y 14 hrs), en este periodo, los animales salieron a un corral común de 4x8m, con piso de cemento, localizado al fondo del área de corraletas.

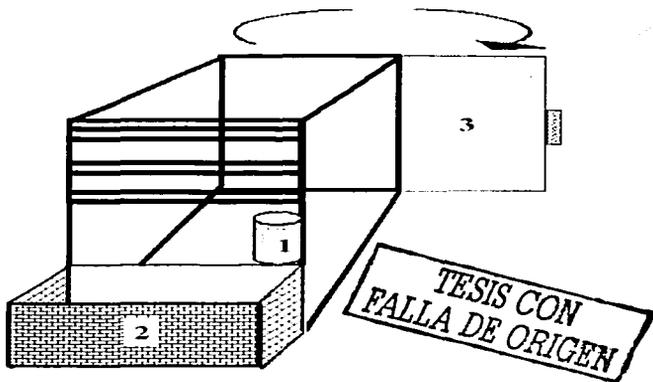
**Cuadro 4.** Composición nutricia del ensilado de RSEP utilizado en el experimento. Los valores son expresados en Base 100

<b>Componente</b>	<b>PROMEDIO</b>
Materia Seca %	37.06
Humedad %	62.94
Proteína cruda %	14.19
Extracto etéreo %	9.87
Cenizas %	7.38
Fibra cruda %	22.11
Extracto Libre de Nitrógeno %	46.46
Total de Nutrientes Digestibles %	83.49
Energía Metabolizable Mcal/Kg	3.01
Paredes Celulares %	58.60
Contenido Celular %	41.40
Fibra Detergente Acido %	29.94
Lignina %	11.70
Celulosa %	18.04
Hemicelulosa %	28.66
Calcio %	0.82
Fósforo %	0.52

1.- BEBEDERO

2.- COMEDERO

3.- PUERTA



**Figura 5.** Se muestra la distribución de una corraleta individual, endonde fueron alojados los animales durante el experimento.

Los caprinos fueron desparasitados al inicio de la prueba con albendazol, y fueron vitaminados con Vit. A, D y E. Cabe señalar que no fue necesaria la desparasitación externa. Agua y alimento fueron ofrecidos *ad libitum* en las corraletas individuales. En lo que respecta al alimento la cantidad se fue ajustando de acuerdo al consumo del día anterior, ofreciendo siempre un 10% adicional procurando que existiera selección y rechazo de alimento.

### 3.6 Tratamientos y diseño experimental

En forma completamente al azar se formaron dos grupos de seis cabritos cada uno. Cada grupo se alimentó con una dieta distinta: tratamiento 1, alimento balanceado elaborado con ensilado de RSEP (*grupo experimental*); tratamiento 2, grupo que consumió una dieta sin ensilado de RSEP (*grupo testigo*).

Los tratamientos (dietas) se integraron con los ingredientes que se indican en el Cuadro 5. Los valores están expresados en porcentaje, tanto para la base húmedo (B.H.) como para la base seca (B.S.)

**Cuadro 5.** Composición de las dietas que integraron los tratamientos

	Tratamiento 1 (experimental)		Tratamiento 2 (testigo)	
	Base Húmeda	Base Seca	Base Húmeda	Base Seca
Sorgo %	33.84	42.34	42.13	41.91
Rastrojo de maíz %	10.68	14.15	29.42	30.98
Pasta de Soya %	9.82	12.29	15.36	15.28
Ensilado de RSEP <sup>1</sup> %	35.38	19.30	0.00	0.00
Ortofosfato de Calcio %	0.00	0.00	1.57	1.65
Carbonato de Calcio %	0.20	0.26	0.39	0.41
Melaza %	10.57	11.67	11.13	9.77

<sup>1</sup> Residuos Sólidos de excretas Porcinas.

Los tratamientos fueron isoproteínicos e isoenergéticos, y su composición nutricional de acuerdo a los resultados del laboratorio se muestra en el Cuadro 6

**Cuadro 6. Composición química de las dietas.**

	Tratamiento 1 (experimental)		Tratamiento 2 (testigo)	
	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR
Materia Seca %	78.92	16.44	84.21	0.56
Humedad %	21.09	16.44	15.80	0.56
Proteína cruda %	15.39	0.83	15.42	2.05
Extracto etereo %	5.14	0.63	3.67	0.71
Cenizas %	6.38	0.65	7.14	0.83
Fibra cruda %	15.35	9.74	16.52	11.41
E.L.N. %	57.76	8.90	57.27	9.26
T.N.D. %	77.73	7.93	74.98	8.09
E. Metabolizable Mcal/kg	2.81	0.29	2.67	0.35
Par. Celular. %	49.39	13.02	49.84	8.57
Cont. Celular %	50.61	13.02	50.16	8.57
FAD %	25.28	6.59	21.79	2.84
Lignina %	8.97	3.86	5.38	2.74
Celulosa %	16.07	2.79	16.13	0.01
Hemicelulosa %	24.11	6.43	28.05	11.41
Calcio %	0.66	0.23	0.68	0.14
Fósforo %	0.45	0.11	0.34	0.26

### 3.7 Evaluación de las variables productivas

Se midió el consumo voluntario durante tres días consecutivos por semana (lunes, martes y miércoles) del periodo de finalización hasta el sacrificio de cada uno de los animales, a través del pesaje del alimento ofrecido y rechazado de cada animal. Se tomaron muestras de aproximadamente 100 g del alimento ofrecido y del alimento rechazado, de cada uno de los cabritos, en las cuales se determinó la cantidad de materia seca mediante estufa de aire forzado a 100°C durante 24 hrs. con los

pesos obtenidos al inicio y al final del periodo de deshidratación (descontando el peso del recipiente de cartón en el cual se colocó el alimento, peso de la tara), se determinó el contenido de humedad en porcentaje, con el siguiente cálculo matemático:

---

**CALCULO EXPRESADO EN %**

---

$$\left( \frac{\text{g del alimento después de la estufa} - \text{g tara}}{\text{g del alimento antes de la estufa} - \text{g tara}} \right) \left( 100 \right)$$

Una vez que fue obtenido el % de materia seca (MS) en ambos alimentos, por la diferencia: 100 - % de humedad, se procedió a la conversión del alimento fresco en materia seca, con el objetivo de determinar la materia seca ofrecida y la materia seca rechazada, con lo que se obtuvo el consumo voluntario de MS / día.

La conversión de alimento fresco a materia fresca, para el alimento ofrecido y rechazado, se hizo de la siguiente manera:

---

**CALCULO EXPRESADO EN kg.**

---

kg de alimento fresco	% de MS de
Ofrecido (o rechazado)	ese alimento
_____	_____
X	
_____	
100	

Una vez que se conocieron los kg. de MS ofrecidos y los kg. de MS rechazados, el consumo de MS por animal, por día, se obtuvo así:

---

**CALCULO EXPRESADO EN kg de MS**

---

Kg de MS ofrecidos calculados – kg MS rechazados calculados

Este consumo voluntario de MS durante el periodo de engorda de cada animal se obtuvo mediante el siguiente cálculo:

---

**CALCULO EXPRESADO EN kg de MS**

---

Kg de MS consumidos en todos los muestreos  
número de muestreos

Obteniendo en la forma anterior el consumo promedio de MS por cada animal, con ese dato individual, se estimó el consumo promedio por grupo, (testigo y experimental), del siguiente modo:

---

**CALCULO EXPRESADO EN kg de MS**

---

$$\sum \left( \frac{\text{Consumo voluntario de } \times \text{ Número de días}}{\text{kg de MS por día por animal}} \right)$$

número de animales del grupo

Los caprinos se pesaron al inicio del periodo de finalización propiamente y al final del mismo, para estimar la ganancia diaria de peso con el siguiente cálculo, para cada uno de los animales.

---

**CALCULO EXPRESADO EN kg / día**

---

$$\left( \frac{\text{Kg de peso al final de la engorda} - \text{Kg de peso al inicio de la engorda}}{\text{Duración de la engorda en días}} \right) \div$$

Con esta ganancia diaria en kg y el cálculo de consumo MS por día se obtuvo la conversión alimenticia (CA), de la siguiente manera:

**CÁLCULO EXPRESADO EN kg de MS por kg de peso vivo**

**Consumo promedio en Kg de MS por día por animal**

**Ganancia promedio en kg por día por animal**

Con los cálculos individuales antes mencionados se obtuvo un promedio por grupo, teniendo así un promedio de grupo testigo y otro de grupo experimental para cada una de las variables productivas.

### **3.8 Sacrificio**

Los animales se sacrificaron a las 49 semanas de edad, tiempo en el que cumplieron con un periodo mínimo de 56 días bajo el sistema intensivo de finalización.

Se restringió el alimento a los animales 12 horas antes del sacrificio, transcurrido este tiempo, se pesaron justo antes del sacrificio. Para este sacrificio, el animal fue insensibilizado por medio de la destrucción del encéfalo con ayuda de una pistola de émbolo oculto e inmediatamente se procedió al desangrado, por medio del corte de yugulares.<sup>53</sup> Una vez sacrificados, se procedió a la separación de la cabeza, piel, miembros anteriores (a nivel de la articulación carpal), miembros posteriores (a nivel de la articulación tarsiana), y se realizó la evisceración de las canales sin retirar riñones ni grasa que rodea a estos.<sup>53</sup>

Al momento de realizar la evisceración, se realizó la separación del contenido gastrointestinal total, colocándolo en un recipiente con el fin de registrar su peso.<sup>53</sup>

### 3.9 Evaluación del rendimiento de la canal

Las canales fueron identificadas inmediatamente después del sacrificio. Antes de pasarlas a la cámara de refrigeración, las canales fueron lavadas con agua y se les dejó escurrir por espacio de diez minutos, para posteriormente ser pesadas (*peso de canal caliente*).

Las canales se refrigeraron a 4°C durante 24 horas, transcurrido este lapso se pesaron nuevamente<sup>53</sup> (*peso de la canal fría*).

Se obtuvieron dos tipos de rendimientos, el rendimiento con peso vivo neto (kilogramos que el animal marcó en el pesaje, instantes antes del sacrificio) y peso vivo vacío (kilogramos del peso vivo neto, menos los kilogramos de todo el contenido gastrointestinal retirado al momento de realizar la evisceración).<sup>53</sup>

Para obtener el rendimiento de la canal en matadero o rendimiento de la canal caliente, se realizó la siguiente operación matemática:<sup>53,54</sup>

---

#### CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE CANAL (%)

---

TIPO DE RENDIMIENTO	Con Peso Vivo Neto	Con Peso Vivo Vacío
Canal caliente o en matadero	$\frac{\text{Kg. Canal caliente}}{\text{Kg. Peso vivo neto}}$	$\frac{\text{Kg. Canal caliente}}{\text{Kg. Peso vivo vacío}}$

En tanto que para la obtención del rendimiento de la canal fría o rendimiento verdadero, fue necesario el siguiente cálculo: <sup>53,54</sup>

## CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE CANAL (%)

TIPO DE RENDIMIENTO	Con Peso Vivo Neto	Con Peso Vivo Vacío
Canal fría o Verdadero	$\frac{\text{Kg. Canal fría}}{\text{Kg. Peso vivo neto}}$	$\frac{\text{Kg. Canal fría}}{\text{Kg. Peso vivo vacío}}$

Obteniendo con éstos cálculos, cuatro combinaciones posibles para el rendimiento de la canal:

- Rendimiento en matadero (o canal caliente) con peso vivo neto (*RM-PVN*)
- Rendimiento en matadero (o canal caliente) con peso vivo vacío (*RM-PVV*)
- Rendimiento verdadero (o canal fría) con peso vivo neto (*RV-PVN*)
- Rendimiento verdadero (o canal fría) con peso vivo vacío (*RV-PVV*)

### 3.10 Evaluación de las proporciones de la canal

Se realizó un corte longitudinal a través de la espina dorsal, para obtener una mitad de canal izquierda y otra derecha. La mitad izquierda de la canal, se canalizó al despique a través de la separación de la canal en ocho secciones<sup>55</sup> (Figura 6):

**Pecho, falda.-** se realizaron dos cortes perpendiculares a la superficie de corte, uno detrás del cartílago del pecho y el otro a nivel de la inserción de la segunda costilla con esto también se separó la falda.

**Chambarete.-** se dividió por la grasa natural entre el pecho y el chambarete.

**Espaldilla.-** se realizó un corte perpendicular a la línea de la espalda por detrás de la quinta costilla.

Cuello.- se aisló por un corte a nivel de la última vértebra cervical.

Costillar.- se efectuó un corte perpendicular a la línea de la espalda por detrás de la duodécima costilla.

Lomo.- El corte fue entre la cuarta y quinta vértebra lumbar.

Pierna.- se obtuvo mediante un corte a nivel de la última vértebra lumbar.<sup>55</sup>

Con los pesos de cada elemento de este despiece se determinó el porcentaje al que corresponde cada una de las piezas del total de la canal.<sup>53,56</sup> (Figura 6)

Para ello se recurrió al siguiente cálculo:

---

**CÁLCULO EXPRESADO EN %**

---

$$\left( \frac{\text{Kg. de la pieza evaluada}}{\text{Kg. de la media canal}} \right) \times 100$$



Figura 6. Piezas en las que fue separada la canal de los caprinos, ocho secciones en total.<sup>55</sup>

### 3.11 Evaluación del contenido de grasa perirrenal

Veinticuatro horas después de la refrigeración de la canal, antes de ser despiezada y empacada al alto vacío, se retiró la grasa perirrenal de manera manual, gracias a que la consistencia de la grasa refrigerada lo permitía, para posteriormente ser pesada y obtener la proporción en porcentaje con respecto a la canal entera, con el siguiente cálculo matemático:<sup>53,56</sup>

#### CÁLCULO EXPRESADO EN %

$$\left( \frac{\text{Kg. de la grasa perirrenal}}{\text{Kg. de la canal entera}} \right) \times 100$$

### **3.12 Evaluación del área de la chuleta**

Para la medición del área de la chuleta se utilizó una plantilla estándar del USDA, considerando ésta medición entre la costilla 12 y 13.

### **3.13 Empaquetado al vacío**

Cada una de los cortes fue etiquetado perfectamente para posteriormente empacarse al vacío y conservarlo en congelación hasta la disección.

### **3.14 Disección del lomo (*Longissimus dorsi*)**

El lomo fue utilizado para obtener la composición de músculo, hueso y grasa (subcutánea, intramuscular e intermuscular) conforme a la técnica modificada por Méndez <sup>56</sup>, consistiendo en separar los diferentes componentes de la pieza a una temperatura de 4°C aproximadamente, evitando con esto la pérdida de humedad correspondiente al agua y/o a la grasa.

En primera instancia fue separada la denominada grasa interna consistente en aquella grasa que se encontraba adherida a la superficie interna del lomo evaluado. Posteriormente se separó la grasa subcutánea, que es la que recubre la superficie externa de los músculos. Se separaron los huesos. Una vez que se separaron los músculos de la grasa interna y la grasa subcutánea, se procedió a la separación de la grasa intermuscular, que corresponde a la grasa que se encuentra entre los distintos músculos; una vez separados el hueso, los músculos y la grasa, quedaron tejidos que no correspondieron a ninguna de las clasificaciones antes mencionadas, por lo que se codifican en una sección denominada "otros", en la que tienen cabida las facias, tendones, linfonódulos, etc.

Con esta separación, se obtienen seis categorías distintas (músculo, hueso, grasa subcutánea, grasa interna, grasa inter

muscular y otros) lo que permite obtener la proporción, respecto al peso inicial del lomo. De modo tal que se realizó el siguiente cálculo:

---

---

**CÁLCULO EXPRESADO EN %**

---

---

$$\left( \frac{\text{Gramos de la categoría}}{\text{Gramos del lomo completo}} \right) \times 100$$

### **3.15 Análisis Químico Proximal (AQP) del lomo (*Longissimus dorsi*)**

Como resultado de la disección del lomo, se obtuvo el músculo denominado *Longissimus dorsi*, el cual se destinó a un Análisis Químico Proximal (AQP), según la metodología del AOAC<sup>52</sup> para tal efecto las muestras se procesaron en el Departamento de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Los componentes determinados en este estudio fueron:

- Humedad.
- Proteína cruda.
- Extracto etéreo.
- Cenizas.

### **3.16 Preparación de las muestras para evaluación sensorial**

Se realizaron análisis sensoriales a través de pruebas sensoriales, con la preparación de la carne de dos distintas maneras; la primera a manera de birria, habiendo utilizado pierna completa y espaldilla, mientras que para el otro tipo de prueba la pieza utilizada fue solo pierna, la cual fue horneada.

Las sesiones de degustación fueron tres en total, utilizando birria para las dos primeras; para la tercera sesión la pieza evaluada fue la pierna horneada.

Para la preparación de la birria (dos muestras por grupo, cuatro en total) se utilizaron dos piernas y dos espaldillas por muestra, 4 chiles anchos, 6 chiles guajillos, 5 chiles morita, 8 chiles cascabel, 2 litros de pulque, 20 pimientas negras machacadas, 8 dientes de ajo asados machacados, 1 cucharada de orégano, sal gruesa de cocina, 4 pencas de maguey asadas (para forrar la olla de presión internamente), 1 kg de jitomates asados, 3 cucharadas de manteca y 2 tazas de cebolla de rabo picada finamente.

El procedimiento para la preparación de la salsa consistió en moler juntos todos los chiles con los ajos, pimienta, orégano, sal y la mitad del pulque. Se untaron todas las piezas de carne con un poco de sal gruesa y bañaron con la salsa hasta que quedaron cubiertas. Se taparon y dejaron en refrigeración toda una noche. Al día siguiente se colocaron las pencas de maguey en la olla y se vertió por encima el resto del pulque, se colocaron las piezas de carne, se cubrió con otra penca de maguey, se tapó la olla de presión y se dejó a fuego bajo, durante 60 minutos.

Se desgrasaron y se colaron los jugos que escurrieron del cocimiento de la birria, mezclándolos con los jitomates y se pusieron a fuego bajo 10 minutos.

Para realizar la degustación, fue tomada solamente la carne, sin grasa, en la primera y segunda sesión. En la primera sesión fue tomado para la degustación además el consomé (caldo) entero, es decir, tal y como resultó de la preparación de las muestras.

La elaboración de la pierna horneada consistió en colocar la pieza en una parrilla sobre un recipiente en el que escurrían todos los jugos de la cocción, en el horno precalentado a 162°C, estos jugos no entraron en contacto con la carne. La pieza permaneció 1:35 hrs dentro. Transcurrido este tiempo, fueron retirados los bordes sobrecalentados de la pierna, hasta tener un aspecto homogéneo de la pieza. Para los fines de la degustación, se tomó solamente la carne bien cocida, homogénea y sin tejido conectivo o grasa. Durante las tres sesiones se contó con horno de microondas que auxilió al mantenimiento adecuado de la temperatura de la carne durante las degustaciones.

### **3.17 Sesiones de la degustación**

Para las sesiones de degustación, tres en total, fueron requeridos un total de 111 jueces calificadoros, de ambos sexos, edad entre 20 a 50 años, todos pertenecientes a la Universidad, siendo alumnos, académicos y trabajadores administrativos, sin experiencia en pruebas de degustación en este platillo. La primera prueba se realizó en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (C.E.P.I.P.S.A) de la F.M.V.Z. con un total de 35 jueces calificadoros, para la segunda sesión, fueron requeridos 41 jueces calificadoros, mientras que para la tercera, un total de 35, realizando estas dos últimas sesiones en las instalaciones del Departamento de Nutrición Animal de la FMVZ-UNAM.

Se utilizaron dos técnicas, para un total de tres series distintas, el procedimiento fue el siguiente: <sup>57</sup>

En cada una de las tres sesiones fueron ofrecidos a cada juez tres recipientes que contenían de 20 a 30 g de muestra cada uno. De estos tres recipientes, uno contenía carne o consomé del grupo experimental y los dos restantes del grupo testigo o control. Cada recipiente se encontraba rotulado con tres dígitos completamente aleatorizados, uno de los dos recipientes que contenía muestra proveniente del grupo testigo se denominó *muestra de referencia*, de tal modo que cada juez calificador debió haber sido capaz de identificar cuál de los otros dos recipientes, uno con muestra del grupo testigo y otro del grupo experimental, era el que contenía la otra muestra de referencia, esto sucedería en dado caso que el sabor entre las dos muestras fuera notablemente distinto.

En cada una de las sesiones se ofreció a cada juez un vaso con agua y un par de galletas sin sal, con el propósito de enjuagar la boca entre degustaciones.

Los cuestionarios que fueron ofrecidos a los jueces calificadores, tenían las siguientes intenciones en cada uno de las sesiones de degustación:

### **3.17.1 Sesión 1 (test diferencia del control)**

El objetivo en esta primera sesión, realizada con *birria*, consistió en establecer si los jueces eran capaces de distinguir diferencias entre tratamientos, tanto en carne como en consomé que se evaluaron por separado. Para conseguir este objetivo se les proporcionó el cuestionario número 1, cuyo formato se muestra en el **Anexo 1**.

### **3.17.2 Sesión 2 (test de preferencia)**

En esta degustación los objetivos fueron distintos, por una parte se buscaba conocer si los jueces detectaban diferencias entre

los tratamientos, en la otra prueba se buscaba conocer las preferencias en el sabor, de modo que cada juez fue capaz de señalar cuál de los dos tratamientos prefería (test de preferencia). En esta prueba se utilizó la carne en forma de birria, sólo que esta vez se utilizó la carne exclusivamente sin el consomé. Para ello les fue aplicado el cuestionario número 2 (Anexo 2).

### 3.17.3 Sesión 3 (test de preferencia)

En esta prueba, en la que se utilizaron las piernas horneadas, el procedimiento fue el mismo que en la sesión número 2 (Anexo 2).

### 3.18 Análisis estadístico

En las variables de producción, como son: ganancia de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia, los resultados se evaluaron por una prueba de t para 2 tratamientos y seis repeticiones cada uno, según el modelo siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = es cualquiera de las variables de (producción) respuesta.

$\mu$  = es la media general.

$T_i$  = es el efecto del i-ésimo tratamiento (dieta experimental, dieta testigo).

$\epsilon_{ij}$  = variación residual usada como error para probar el efecto principal.

Debido a que las características de la canal (grasa perirrenal, costillar y espalda) no tuvieron una distribución normal, se realizó una transformación de Box-Cox, con el programa JMP de SAS .

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Variables de producción

Los resultados de las variables productivas (Cuadro 7) mostraron que la GDP, CMS y CA no fueron diferentes entre tratamientos ( $p > 0.05$ ).

La GDP en promedio encontrada en este trabajo fue relativamente alta (130 g), este resultado puede considerarse como una buena GDP en condiciones de estabulación. Desafortunadamente no se encontró otro estudio en el cual los cabritos fueran alimentados con ensilado de RSEP o con excretas porcinas frescas, bajo condiciones de estabulación, para discutir estos resultados. Sin embargo, en otro estudio realizado en cabritos más pequeños y en situaciones de crianza artificial, la GDP en promedio fue de 107 gramos por día<sup>58</sup>.

En otra investigación bajo condiciones de pastoreo (Vallejo<sup>59</sup>), se estudió la respuesta de cabritos criollos en finalización que iniciaron la prueba con 3 meses de edad recibiendo suplementación con pollinaza, en un sistema semi intensivo, se informó de una GDP de 34 g, cantidad inferior a la de la presente investigación.

Se debe mencionar que las condiciones de estabulación *per se* no mejoran la GDP, ya que si las raciones son inadecuadas (no balanceadas), y no satisfacen las necesidades del crecimiento de los animales, las GDP son bajas. Al respecto, Trujillo<sup>12</sup> reportó ganancias promedio 66.1 gramos al día en caprinos Alpino, mientras que las cruza de Alpino -Boer, en este mismo estudio, tuvieron una ganancia diaria promedio de 77.6 g bajo condiciones de pastoreo en clima templado, con praderas mixtas. Por su parte Marinova<sup>16</sup>, señaló ganancias de 53 gramos

por día en animales de 3 meses de edad, alimentados con aceite de girasol a razón de 1% del total de la dieta (2.5 % del concentrado).

Según las cantidades de CMS obtenidas en la presente investigación (Cuadro 7), no hubo tendencia de los cabritos a consumir más algún tipo de alimento en comparación con su contraparte ( $P>0.05$ ). De cualquier modo, estos valores resultan superiores a los reportados por Trujillo bajo condiciones de pastoreo en 1999<sup>12</sup>, que reporta valores hasta de 935 g de MS al día, de igual modo los resultados presentados en este estudio (1.27 kg de MS al día) rebasan a los consumos estimados por el National Research Council,<sup>64</sup> los cuales son considerados de 650 a 900 g de MS para animales con el peso empleado en esta investigación.

En cuanto a conversión alimenticia, los resultados arrojados por este trabajo son diferentes a los divulgados por Vallejo en 1989<sup>59</sup> y por Trujillo<sup>12</sup> en 1999, quienes reportaron conversiones de 10.5 a 13.2, esto pudiera atribuirse a las condiciones de estabulación del presente estudio, lo cual resulta en una mejor eficiencia de la materia seca y por lo tanto los componentes de esta.

#### **4.2 Rendimiento de la canal**

Los resultados correspondientes al rendimiento de la canal, no mostraron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre el grupo experimental y el testigo.

Los rendimientos expresados como rendimiento en matadero (RM) y rendimiento verdadero (RV) contenidos en el Cuadro 8,

mostraron similitud entre grupos debido a la naturaleza iso-proteínica e iso-energética de las dietas y debido quizá a la semejanza en el rendimiento de canal entre las razas Toggenburg, Anglo-Nubia y sus cruzas, según lo reportado por Ruvuna<sup>50</sup> y por Oyeko<sup>10</sup>.

Los valores de rendimiento en matadero obtenidos en promedio en las canales del presente estudio, fueron superiores a los resultados obtenidos por otros autores como Colomer-Rocher en 1992<sup>41</sup>, quien informó, en cabritos en estabulación, rendimientos de 48.3 % .

En cambio, los rendimientos del presente estudio fueron similares a los reportados por Marinova en 2001<sup>16</sup> y a los de Ruvuna en 1992<sup>50</sup>, en caprinos en estabulación que fueron sacrificados a los 14 meses de vida, con 32 kg de peso vivo.

#### **4.3 Composición de la canal**

Respecto a la composición de la media canal izquierda ( Cuadro 9), seccionada en 8 piezas ya indicadas (cuello, lomo, falda, chambarete, pierna, pecho, espaldilla y costillar), solamente en la sección denominada espaldilla existió diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), entre el grupo experimental y el grupo testigo. Sin embargo, la raza indefinida de los animales utilizados en el presente estudio, no permiten llegar a una explicación específica de este resultado, ya que las principales diferencias encontradas en las características de la canal de los caprinos, corresponden principalmente a las características genéticas de las razas. Al respecto, Colomer-Rocher<sup>41</sup> indicó algunas diferencias observadas en la composición de la canal debidas a la madurez sexual del macho, tales como el aumento proporcional del cuello y pierna con respecto al resto de la

canal. En esta investigación, probablemente esa diferencia se manifestó en la pieza denominada espaldilla solamente.

La proporción que guardaron las piezas de las canales de la presente investigación, tanto en caprinos alimentados con la dieta testigo como en la dieta experimental, fueron muy similares a los mencionados por Colomer-Rocher en 1992<sup>41</sup>, quien reporta porcentajes de 28.3 para la pierna y 19.9 para la espaldilla, solo siendo diferentes los valores para cuello (13.1), debido a que en esta sección los cortes se realizaron a diferentes niveles.

#### **4.4 Composición tisular del lomo (*Longissimus dorsi*)**

En lo concerniente a la composición tisular del lomo (músculo *Longissimus dorsi*) expresada en las porciones (músculo, hueso, grasa subcutánea, grasa interna, grasa intermuscular, área de la chuleta y otros tejidos), no se encontró diferencia estadística ( $p > 0.05$ ) entre el grupo experimental y el testigo. Estos resultados se presentan en el Cuadro 10. Los valores de la parte proporcional correspondiente a cada porción fueron similares a los descritos por Okeyo<sup>10</sup>, principalmente las proporciones de hueso (18.35%) y grasa intermuscular (4.59%), no obstante, las proporciones de músculo (19.35%) y grasa subcutánea (1.63%) fueron diferentes, esta discrepancia probablemente radicó en el hecho de que aquel investigador estudió la composición de la canal de animales castrados, y probablemente este factor indujo a un rendimiento de carne menor, mientras que la proporción de grasa se vio aumentada. Este último efecto también fue reportado por Ruvuna en 1992<sup>50</sup>.

Por otra parte, Colomer-Rocher en 1992 <sup>41</sup> obtuvo porcentajes muy parecidos a los del presente trabajo, al haber experimentado con animales Saanen en situaciones similares en cuanto a estabulación, pero con otro tipo de dietas. Dicho investigador obtuvo valores de grasa inter muscular de 8.8%, músculo 58.3% y hueso 22.1%, similares a los de la presente investigación, sin embargo, encontró un valor distinto correspondiente a grasa subcutánea (2.5%), lo anterior debido a que trabajó con hembras, lo que es decisivo en la deposición de grasa; según lo mencionado también por Nürnberg en 1998. <sup>13</sup>

#### **4.5 Composición química del lomo (*Longissimus dorsi*)**

En el Cuadro 11 se pueden observar los resultados de humedad, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas, correspondientes a la composición química del músculo *Longissimus dorsi*. No hubo diferencia entre el grupo experimental y el testigo ( $p > 0.05$ ) en ninguna de estas variables.

Los resultados registrados en la presente investigación difieren considerablemente de los obtenidos por Marinova <sup>16</sup>, en caprinos finalizados con una dieta que incluyó aceite de girasol en 1% del total de la dieta (2.5 % del concentrado).

En dicho estudio el contenido de proteína de la dieta fue de 21.1% en tanto que en la presente investigación el contenido fue de 15.04% en promedio.

Por otra parte el contenido de extracto etéreo en la dieta en aquella investigación fue 1.56%, mientras que en este estudio el promedio fue de 4.40%, esta diferencia en el alimento es debida quizá a la variedad de ingredientes utilizados aquí, como granos y subproductos que en su composición denotan un contenido de extracto etéreo considerable.

La dieta es un factor decisivo en la composición química de los diferentes cortes en la canal debido a los ingredientes de la dieta, que a su vez proporcionan niveles nutrimentales distintos en la dieta final, según lo referido por Kirton *et al*<sup>60</sup> en 1981 y Crouse *et al* en 1983<sup>61</sup>, de tal modo que gracias a los valores nutricionales muy similares en ambas dietas, resulta aceptable pensar que por ello la composición química del lomo (*Longissimus dorsi*) no se muestra con diferencias estadísticamente significativas.

#### 4.6 Análisis sensorial

Los resultados del análisis sensorial fueron los que a continuación se muestran:

PRUEBA 1. Un 77% de 35 degustadores identificó diferencias en el sabor y olor de los platillos.

PRUEBA 2. Un 82 % de 41 degustadores detectó diferencias de sabor entre los platillos, de los cuales el 88% prefirió el sabor de la birria preparada con carne del grupo experimental.

PRUEBA 3. Un 52 % de 35 degustadores detectó diferencias de sabor entre los platillos de carne horneada, de estos el 83% prefirió el sabor del platillo con carne horneada de pierna que provenía del grupo testigo.

Los resultados que se obtuvieron de la realización de este estudio son de gran valía debido a que no existen precedentes de este tipo de investigación con ensilado de RSEP en dietas para caprinos, que hayan incluido características de las canales y degustaciones de la carne, sobre todo preparada en el platillo denominado "birria", que es la forma de consumo más común, principalmente en la región centro norte de México.

De los resultados obtenidos se puede dilucidar que la dieta afecta el sabor de la carne, debido a los cambios en la composición de la grasa, que es la más susceptible de ser alterada, de acuerdo con lo señalado por Banskalieva<sup>40</sup> en 2000, sin embargo, existen otros factores que influyen de manera decisiva sobre el sabor de la carne tales como: la composición de la canal y la forma de preparación del platillo, ya que durante el proceso de preparación se produce la degradación y reacción de los componentes solubles en agua, esto a su vez afecta la caracterización de la grasa de las canales, que es la principal originaria del sabor de la carne.<sup>60, 61, 62</sup>

Aún cuando un buen porcentaje de degustadores identificó diferencias en el sabor de las carnes, tanto en una forma de platillo como en la otra, por los resultados opuestos de las pruebas 2 y 3 se infiere, que son imperantes más investigaciones de este tipo, que profundicen más sobre las preferencias, a fin de que permitan identificar los motivos de la preferencia de los consumidores, ya que es difícil identificar a plenitud los factores que determinan las variantes en sabor, debido a que el sabor de las canales es poli factorial, tales como el factor genético y la influencia ambiental (la dieta, entre otros) siendo ésta última la más importante de los factores propios del animal.

Existen otros componentes, solubles en agua y grasa, que son necesarios en el desarrollo de las características del aroma.<sup>62</sup> Estos factores pueden influir cuando se utilizan hierbas aromáticas en la preparación de los platillos, sin embargo, las preferencias de los consumidores deben ser tomadas en cuenta cuando se decide el método de evaluación de los platillos. Un

factor más que determina la preferencia del degustador son las costumbres en su alimentación, que van de acuerdo muchas veces a la región en la cual se ha desarrollado. De acuerdo con Griffin<sup>63</sup> este factor es más importante de lo que pudiera parecer, debido a que se pueden obtener resultados distintos con la misma carne y método de cocinado, en lugares con distintas costumbres.

Este problema existe en México como en otras partes del mundo, en donde se considera que la carne de caprino es menos palatable que la del borrego, según la investigación de Griffin<sup>63</sup> en 1992.

## V.- CONCLUSIONES

Se puede concluir que bajo las condiciones en las que se desarrolló el presente trabajo, es posible incluir el 20 % de Ensilado de Residuos Sólidos de Excretas Porcinas (ERSEP) en base seca de la dieta total de caprinos criollos de menos de un año de edad sin que se vean alteradas las variables productivas, los rendimientos en canal y composición de la misma, así como la composición tisular y química del lomo (*Longissimus dorsi*).

Así mismo se concluye que es posible percibir las diferencias sensoriales existentes entre la carne de animales que consumieron el ERSEP y los que no lo hicieron, mientras que la preferencia esta ligada a la forma en la que sea preparada la carne.

Sin embargo, considerando que las diferencias sensoriales existen, es preciso realizar pruebas más completas para lograr la identificación precisa de los factores que causan la diferencia.

## VI.- RECOMENDACIONES

Es precisa la deshidratación de las excretas porcinas antes de ser sometidas a cualquier tratamiento, debido a que esto facilita su utilización, almacenamiento y sobre todo se pierde una cantidad considerable de bacterias patógenas y de cobre soluble, si bien el método de tambor es de los más económicos y accesibles, los recursos propios de las empresas marcarán el método adecuado.

Es importante la elección de un tratamiento que asegure la inocuidad de las excretas porcinas deshidratadas, para lo cual el método más práctico y accesible es el ensilado en cualquiera de sus variedades, siempre y cuando cumpla con los requisitos mínimos del ensilaje como lo son la compactación del material primas y un medio anaeróbico.

Debido a la naturaleza heterogénea de las excretas porcinas que constituyen la materia prima de los ensilados, es recomendable realizar análisis bromatológicos básicos como el Análisis Químico Proximal del ensilado final, cuyos resultados marcarán la pauta en las decisiones del tipo y cantidades del concentrado a utilizar en animales en confinamiento total.

Como derivado de estos análisis y consideraciones es importante señalar que los niveles de macro-minerales, principalmente calcio y fósforo en los ensilados es muy variable y por lo regular presentan niveles mayores de fósforo con respecto al calcio, debido a ello resulta casi ineludible el uso de complementos minerales en la dieta de los animales que estén siendo suministrados de este ensilado.

Los detalles de preferencia sobre la carne de caprino por sí misma pudieran ser eliminados encontrando el método de cocinado más apropiado para la carne, pudiendo sugerir la "birria", de acuerdo con lo encontrado en el presente estudio.

## VII.- CUADROS DE RESULTADOS

**CUADRO 7.** Consumos de Madera Seca (CMS), Ganancia Diaria de Peso (GDP) y Conversión Alimenticia (CA) en caprinos en finalización alimentados con y sin ensilado de sólidos de excretas porcinas.

	TESTIGO		EXPERIMENTAL	
	Promedio	E.E.M.	promedio	E.E.M.
CMS (kg. D <sup>-1</sup> )	1.28 <sup>a</sup>	0.09	1.266 <sup>a</sup>	0.11
GDP (kg d <sup>-1</sup> )	0.131 <sup>a</sup>	0.024	0.129 <sup>a</sup>	0.030
CA	5.07 <sup>a</sup>	0.23	4.6 <sup>a</sup>	0.35

<sup>a</sup> sin diferencia estadística en la misma columna (p>0.05)

**CUADRO 8.** Rendimiento en canal de caprinos alimentados con y sin ensilado de sólidos de excretas porcinas.

	TESTIGO		EXPERIMENTAL	
	Promedio	E.E.M.	promedio	E.E.M.
R. M. (P V N) %	50.54 <sup>a</sup>	0.54	50.75 <sup>a</sup>	0.74
R. M. (P V V) %	56.45 <sup>a</sup>	0.68	55.22 <sup>a</sup>	0.79
R. V. (P V N) %	48.70 <sup>a</sup>	0.38	49.08 <sup>a</sup>	0.61
R. V. (P V V) %	54.42 <sup>a</sup>	0.68	53.43 <sup>a</sup>	0.81

<sup>a</sup> sin diferencia estadística en la misma hilera (p>0.05)

RM= Rendimiento en matadero

RV= Rendimiento Verdadero

PVN= Peso Vivo Neto

PVV= Peso Vivo Vacío

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CUADRO 9.** Porcentaje de composición de media canal y grasa perirrenal de caprinos alimentados con y sin ensilado de sólidos de excretas porcinas.

	TESTIGO		EXPERIMENTAL	
	PROMEDIO	E.E.M.	PROMEDIO	E.E.M.
Cuello	5.79 <sup>a</sup>	0.37	6.93 <sup>a</sup>	0.79
Lomo	4.50 <sup>a</sup>	0.29	4.18 <sup>a</sup>	0.16
Falda	1.55 <sup>a</sup>	0.08	1.55 <sup>a</sup>	0.21
Chambarete	3.18 <sup>a</sup>	0.79	3.41 <sup>a</sup>	0.3
Pierna	15.18 <sup>a</sup>	0.44	14.52 <sup>a</sup>	0.24
Pecho	3.60 <sup>a</sup>	0.38	4.30 <sup>a</sup>	0.23
Espaldilla	10.67 <sup>a</sup>	0.27	8.23 <sup>b</sup>	0.94
Costillar	4.88 <sup>a</sup>	0.14	5.12 <sup>a</sup>	0.45
Grasa perirrenal	2.02 <sup>a</sup>	0.28	2.45 <sup>a</sup>	0.84

<sup>a, b</sup> literales diferentes en la misma hilera indican diferencia estadística ( $p < 0.05$ )

**CUADRO 10.** Composición tisular del lomo, por disección en caprinos alimentados con y sin ensilado de sólidos de excretas porcinas.

VARIABLE	EXPERIMENTAL		TESTIGO	
	%	E.E.	%	E.E.
CARNE	53.03 <sup>a</sup>	2.56	53.69 <sup>a</sup>	5.98
HUESO	20.24 <sup>a</sup>	3.48	19.12 <sup>a</sup>	2.81
GRASA SUBCUTANEA	0.48 <sup>a</sup>	0.29	0.82 <sup>a</sup>	0.62
GRASA INTERNA	1.37 <sup>a</sup>	0.32	2.17 <sup>a</sup>	0.62
GRASA INTERMUSCULAR	5.73 <sup>a</sup>	1.41	3.03 <sup>a</sup>	1.10
OTROS	8.09 <sup>a</sup>	1.41	9.78 <sup>a</sup>	1.48
AREA DE CHULETA (pulg <sup>2</sup> )	2.24 <sup>a</sup>	0.16	2.25 <sup>a</sup>	0.11

<sup>a</sup> literales iguales dentro de la misma fila. Indican sin diferencia estadística significativa. ( $p > 0.05$ )

**CUADRO 11.** Composición química del lomo (*Longissimus dorsi*) en caprinos alimentados con y sin ensilado de sólidos de excretas porcinas.

VARIABLE	TESTIGO		EXPERIMENTAL	
	%	E.E.	%	E.E.
HUMEDAD	69.04 <sup>a</sup>	0.85	75.32 <sup>a</sup>	0.23
PROTEINA CRUDA *	82.66 <sup>a</sup>	1.78	75.37 <sup>a</sup>	0.70
EXTRACTO ETEREO *	13.45 <sup>a</sup>	0.79	11.12 <sup>a</sup>	0.17
CENIZAS *	3.80 <sup>a</sup>	0.05	4.00 <sup>a</sup>	0.06
FIBRA CRUDA *	0.80 <sup>a</sup>	0.14	2.59 <sup>a</sup>	0.12

<sup>a</sup>literales iguales dentro de la misma fila indican sin diferencia estadística significativa. ( $p > 0.05$ ).

\* Valores expresados en relación a la materia seca (Base 100).

## LITERATURA CITADA

1. Centro De Estadística Agropecuaria (CEA) con información de las delegaciones. <http://www.sagarpa.gob.mx/sagar3.htm>. SAGARPA 2001.
2. Peñúñuri MFJ, Valenzuela CE, Olivas GL. Condiciones de producción de cabras en las comunidades Yaquis. Memorias de la XXXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Sonora; México. Noviembre 2000.
3. Pomaréda C y Vargas H. Investigación en sistemas de producción pecuaria: 10 años de experiencia en México Y Centroamérica" Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Uruguay 1997.
4. Ceballos Y. El campo mexicano en crisis. Periodico Reforma-Grupo Reforma 2001 Agosto 12: pag. 1
5. Pope A.L. Small ruminants: current and potential in developing countries. Sheep and goat handbook 1987;5:258-265.
6. Espinosa GJA. Productividad del subsector pecuario en México. Memorias de la XXXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Sonora; México. Noviembre 2000.
7. Falcón JA, Echavarría FG, Salinas H, Hoyos G, Flores RT. Comercialización de carne de caprinos en el estado de Zacatecas, México. Turrialba 1994;32(2):74-81.
8. Salinas GH; Romero-Paredes R J. Productividad de sistemas de producción caprinos. Memorias de la XXXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Sonora; México. Noviembre 2000.
9. Izquierdo. E.C. Situación de la caprinocultura colimense. VII Congreso Nacional de la Asociación de Zootecnistas y

Técnicos en Caprinocultura, A.C. U.A.S. Sinaloa, México,  
Diciembre 1990 13-15

10. Okeyo AM, Wanyoike MM y Ahuya CO. Carcass tissue distribution and characteristics of small east African and galla goats, and their F1 crosses to Toggenburg and Anglo-nubian. *Ind J Ani Sci.* 2001 71 (9): 868-871.
11. Oportunidades de desarrollo en la industria de la leche y carne de cabra en México. *Boletín FIRA.* Num. 313 vol XXXII, 30 de noviembre de 1999.
12. Trujillo GAM. Comportamiento Productivo de cabritos alpino francés y cruza de alpinos con boer bajo condiciones de pastoreo. (Tesis de Maestría). DF (Ciudad de México) México: Universidad Nacional Autónoma de México. 1999.
13. Nürnberg K, Wegner J, y Ender K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livest Prod Sci.* 1998 56:145-146.
14. Metcalfe DS y elkins DM. Producción de cosechas. Ed Limusa. México 1987.
15. Sistema de Universidad Abierta. Alimentación animal: forrajes y concentrados. Universidad Nacional Autónoma de México. México 2000.
16. Marinova P, Banskalieva V, Alexandrov S, Tzvetkova V y Stanchev H. Carcass composition and meat quality of kids fed sunflower oil supplemented diet. *Small Rumin Res.* 2001 42:219-227.
17. Baez VJ. Utilización de Porcinaza seca en raciones para cerdos en finalización. (Tesis de licenciatura). Chapingo (Estado de México) México: Universidad Autónoma de Chapingo, 1992
18. Flores VJJ. Investigación sobre desechos de granjas porcícolas. *Acontecer Porcino* 1988; (2):15-20.

19. Vega VF y Romero SHL. Daños y soluciones ecológicas en las granjas porcícolas. Porciraama 1987, 11(131):62-68.
20. Caballero HA. Efecto del proceso de ensilaje sobre la viabilidad de los parásitos presentes en las excretas porcinas. (Tesis de licenciatura). DF (Ciudad de México) México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2000.
21. Ayala MM. Carbohidratos solubles, fracciones de la fibra y de la proteína en ensilados con excretas porcinas, esquilmos agrícolas y melaza. (Tesis de licenciatura). DF (Ciudad de México) México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2002.
22. Iñiguez B, Robles A. Uso del estiércol. Industria porcina 1990; 10: 10-11
23. Donald LD. Aprovechamiento de excretas animales, como ingredientes para raciones alimenticias. Porciraama 1988 11:41-47.
24. Smith LW, Wheeler E. Nutritional and economic value of animal excreta. J Ani Sci 1979 48(1): 144-156
25. Iñiguez G. Aprovechamiento del estiércol de cerdo mediante fermentación. Nuestro Acontecer Porcino 1993;1: 14-20
26. Campabadal C. Utilización de cerdaza en ganado de carne. Acontecer Bovino. 1995 1:4-10
27. Cabrera M.P. Macro y microminerales en ensilados de excretas porcinas (fracción sólida) con caña de azúcar picada (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México. México 1998.
28. Gutierrez VE y Preston TR. ¿El reciclaje del estiércol fresco de cerdo en la alimentación de rumiantes conduce a la producción sostenible Livestock Research for Rural Development. 1995 6 (3)

29. Iñiguez CG. Factibilidad técnico económica para el aprovechamiento de sólidos recuperados de estiércol de cerdo fermentados en la nutrición de los cerdos. Memorias del Primer ciclo de conferencias sobre el manejo y aprovechamiento del estiércol de cerdo. CINVESTAV. Universidad de Guadalajara, México 1990: 70-100
30. Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección Ambiental. 18<sup>ava</sup> edición, Ed. Delma, México, DF, 2001
31. Aguilar PCF y Ku V. Consumo, digestión ruminal y suministro de nitrógeno microbiano en ganado ed carne alimentado con excretas frescas de cerdo. Rev Vet Mex. 1995 26:231
32. Canton G y belmar CR. Fermentación y cinética ruminal en ovinos pelibuey alimentados con dietas a base de estiércol fresco de cerdo. Rev Vet Mex. 1995 26:259
33. Martínez CV. Efecto de la inclusión de cerdaza en ensilados de planta de maíz y melaza sobre los parámetros productivos de corderas criollas. (Tesis de licenciatura). D.F. (Ciudad de México) UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México, 1999.
34. Mesa MC. Parámetros productivos y del metabolismo ruminal de ovejas en crecimiento al ofrecer dietas con ensilado de excretas porcinas. (Tesis de licenciatura) DF (Ciudad de México) México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1999.
35. McCollough ME. Fermentation of silage a Review. National Feed Ingredients Association. Iowa, USA, 1978.
36. Salazar G.G. Algunas consideraciones sobre el manejo y valor de las excretas en la alimentación animal. Memorias del XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Acapulco Gro. México, Oct, 1994.

37. Serrano GE, Herradora LM, Corona GL, Ramírez PAH, Ángeles CS, Bonilla LD. Efecto del ensilaje sobre las unidades formadoras de colonias de hongos en sólidos de excretas porcinas. Memorias de la XXXVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Sonora; México. Noviembre 2000.
38. Martínez G.R, Castrejón P.F, Herradora L.M, Pradal R.P, Galván p.E, Mercado D. M. Sobrevivencia de E.coli, Salmonella, Cholera suis, virus de la enfermedad de Aujeszky y virus de la enfermedad del ojo azul inoculados en ensilado a base de fracción sólida de excretas porcinas. Memorias del XXXIV Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos. Mérida Yucatán, México 1999.
39. Cobo PMA. Evaluación nutricional de ensilados a base de estiércol, melaza y rastrojo de malz en la alimentación de ovinos. Tesis de maestría en ciencias. Chapingo (Estado de México)México: Universidad Autónoma de Chapingo, 1987.
40. Bunskaieva V, Sahlu y Goetsh AL. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. Small Rumin Res. 2000 37:255-268.
41. Colmer-Rocher F, Kirton AH, Mercer GJK y Duganzich DM. Carcass composition of new Zealand saanen goats slaughtered at different weights. Small Rumin Res. 1992 7:161-173.
42. Islam M.R, Saadullah M, Howlider A.R., Huq M.A. Estimation of live weight and dressed carcass weight from the different body measurements of goats. Ind J Ani Sci 1991;61(4):460-461.
43. Ruvuna F, Taylor J.F., Okeyo M., Wanyoike M., Ahuya C. Effects of breed and castration on slaughter weight and

- carcass composition of goats. *Small Rumin Res* 1992; 7:175-183.
44. Tahir M.A., Al-Jassim A.F. Abdulla A.H. Influence of live weight and castration on distribution of meat, fat and bone in carcass of goats. *Small Rumin Res* 1994; 14:219-223.
  45. Kirton HA. Carcase and meat qualities in sheep and goat production. Amsterdam, Netherlands: ELSEVIER . Scientific Publishing Company, 1982:289-272.
  46. Oman JS, Waldron DF, Griffin DB y Savell JW. Effect of breed-type and feeding regimen on goat carcass traits. *J ani sci.* 1999 77:3215-3218.
  47. Qwarmington B.G. Review of growth and carcass traits of goats. MAFTech. Palmertson North, New Zealand 1994.
  48. Sañudo C, Sánchez A and Alfonso M. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality, 44<sup>th</sup> ICoMST 19998:22-47.
  49. Devendra C, Owen J.E. Quantitative and qualitative aspects of meat production from goats. *World Ani Sci.* 1983; 47:19-47.
  50. Ruvuna F, Taylor JF, Okeyo M, Wanyoike M y Ahuya C. Effects of breed and castration on slaughter weight and carcass composition of goats. *Small Rumin Res.* 1992 7: 175-176.
  51. Geay Y, Enright WJ. *Livest Prod Sci.* 1998 56:89-90.
  52. *Methods of the Association of Analytical Chemist.* 12<sup>th</sup> ed. USA: Association of Analytical Chemist 1975.
  53. Colmer-Rocher F, Morand-Ferth P, Kirton AH. Standard methods and procedures for goats carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Livest Prod Sci.* 1987; 17:149-159
  54. Colomer-Rocher F, Kirton A.H., Mercer G.J. Duganzich D.M. Carcass composition of New Zealand saanen gogas

- slaughtered at different weights. Small Rumin Res 1992; 7:161-173.
55. National Association of Meat Purveyors. La guía para los compradores de carnes. 1ª reimpresión. Agosto 1998:66-67.
  56. Méndez R.D. Estudio de la tipificación y composición de las canales de ovino mayor en ovejas de raza Merina (Tesis de Doctorado). Córdoba, España: Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba, 1991.
  57. Meilgaard M, Guille GV and Carr BT. Sensory Evaluation Technique Vol 2 CRC Press INC. Boca Raton Fl 1987.
  58. León NJA. Análisis de los parámetros productivos de cabritos en crianza artificial en el hato del centro nacional para la enseñanza investigación y extensión de la zootecnia periodo 1984-1986. (Tesis de licenciatura) DF (Ciudad de México) México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1987.
  59. Vallejo PJL. Ganancia de peso y conversión alimenticia en cabritos suplementados con pollinaza. (Tesis de licenciatura). Oaxaca (Oaxaca) México: Universidad Autónoma de Oaxaca, 1989.
  60. Kirton AH, Sinclair DP, Chrystall BB, Devine CE y Woods G. Effect of plane of nutrition on carcass composition and the palatability of pasture fed lamb. Journal of animal science, 1981, 52(2), 285-291.
  61. Crouse JD, Ferrell CL y Cross HR. The effects of dietary ingredient sex and slaughter weight on cooked meat flavor profile of market lamb. J ani Sci. 1983,57(5) 1146:1153.
  62. Sharon LM. Effects of feeds on flavor of red meat: a review. J Ani Sci. 1990 68: 4421-4435.
  63. Griffin CL, Orcutt MW, Riley RR, GC Smith y Savell JW. Evaluation of patability of lamb, mutton, and chevon by

sensory panels of various cultural backgrounds. Small Rumin Res 1992 8:67-74.

64. National Research Council. Nutrients requirements goats: Angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries. National Academy Press, Washington, D. C. U.S.A. 1995.

## ANEXOS

ANEXO 1.- Cuestionario número 1 aplicado en las sesiones de degustación.

### EVALUACION SENSORIAL DE MUESTRAS DE CARNE DE CABRITO

NOMBRE

SEXO

EDAD

#### INSTRUCCIONES.

1. Por favor quita la tapa y huele las muestras empezando por el de la izquierda. Coloca la tapa.
2. La muestra de la izquierda es la referencia. Determina cual de las otras dos es igual a la referencia.
3. Indica con un X en el recuadro apropiado cual de las dos es igual a la referencia
4. Si no encuentras diferencias entre las muestras desconocidas, debes escoger.

REFERENCIA

NUMERO

NUMERO

Ahora.

5. Quita la tapa y prueba cada una de las muestras, empezando por la izquierda.
6. La muestra de la izquierda es la referencia. Determina cual de las otras dos es igual a la referencia.

Si no encuentras diferencias entre las muestras desconocidas, debes escoger.

REFERENCIA

NUMERO

NUMERO

**ANEXO 2.- Cuestionario número 2 aplicado en las sesiones de degustación.**

**EVALUACION SENSORIAL DE MUESTRAS DE CARNE DE CABRITO**

**NOMBRE** \_\_\_\_\_ **SEXO** \_\_\_\_\_ **EDAD** \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES.**

7. Se te van a mostrar dos platos, primero uno y luego el otro.
8. Cada plato contiene dos muestras de carne, primero la que está a tu izquierda y luego a tu derecha.
9. Enjuaga tu boca con agua y come una galleta.
10. Determina si las muestras son las mismas, idénticas o diferentes.
11. Marca la respuesta abajo.
12. Si encontraste diferencias, comenta cuales.
13. Luego repite pasos 3 a 5 con el segundo plato que se te presente.

**PRIMER PLATO**

(Por favor anota el número de la muestra que estás probando)

Muestras R \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Muestras son iguales \_\_\_\_\_ Muestras son diferentes  
**COMENTARIOS.**

**SEGUNDO PLATO**

(Por favor anota el número de las muestra que estás probando)

Muestras R \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Muestras son iguales \_\_\_\_\_ Muestras son diferentes  
**COMENTARIOS.**

**SI ENCONTRASTE DIFERENCIAS EN ALGUNA DE LAS MUESTRAS EN LOS PLATOS 1 O 2, POR FAVOR QUEDATE Y HAZ LA SIGUIENTE PRUEBA.**

**INSTRUCCIONES**

1. Se te va a mostrar un plato con dos muestras de carne
2. Prueba las dos muestras de carne, primero la izquierda y luego la derecha.
3. Enjuaga tu boca con agua y come una galleta.
4. Ahora que ya probaste las dos, ¿cuál de las dos prefieres? Escribe el número de la que prefieras.

Por favor anota los números de las muestras según tu decisión de preferencia.

**PREFIERO** \_\_\_\_\_ **NO PREFIERO** \_\_\_\_\_

Por favor comenta las razones para tu elección \_\_\_\_\_