



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS**  
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

**CAMPUS VERACRUZ**

POSTGRADO EN AGROECOSISTEMAS TROPICALES

**ALIMENTACIÓN DE CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*) DE ENGORDA CON  
FRUTOS DE ÁRBOLES DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA, EN CONDICIONES  
TROPICALES**

**ELICEO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS**

TEPETATES, MANLIO FABIO ALTAMIRANO, VERACRUZ

2015

La presente tesis, titulada: **Alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) de engorda con frutos de árboles de la selva baja caducifolia, en condiciones tropicales**, realizada por el alumno: **Eliceo Hernández Hernández**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
AGROECOSISTEMAS TROPICALES

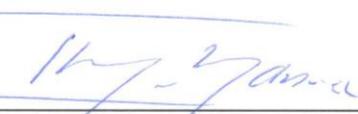
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:   
\_\_\_\_\_

DRA. SILVIA LÓPEZ ORTIZ

ASESOR:   
\_\_\_\_\_

DR. PONCIANO PÉREZ HERNÁNDEZ

ASESOR:   
\_\_\_\_\_

DR. MANUEL VILLARRUEL FUENTES

ASESOR:   
\_\_\_\_\_

DR. JOEL VELASCO VELASCO

Tepetates, Veracruz, México, 6 de julio de 2015

# ALIMENTACIÓN DE CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*) DE ENGORDA CON FRUTOS DE ÁRBOLES DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA, EN CONDICIONES TROPICALES

Eliceo Hernández Hernández MC

Colegio de Postgraduados, 2015

Se utilizaron frutos de *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. Willd., *Caesalpinia cacalaco* Bonpl., *Vachellia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth., *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby y *Guazuma ulmifolia* Lam., para evaluar preferencia y consumo voluntario de conejos en engorda y la sustitución parcial del alimento comercial por *G. ulmifolia* (0, 15, 30 y 45%). Cuando se ofrecieron frutos molidos, *C. mangense* fue el de mayor preferencia ( $0.6 \pm 0.8$  g;  $P < 0.05$ ), y cuando se presentaron en forma pellets, los conejos prefirieron *G. ulmifolia* ( $4.5 \pm 3.3$  g;  $P < 0.001$ ). Congruente con la segunda prueba de preferencia, los conejos consumieron más frutos de *G. ulmifolia* ( $37.6 \pm 15.7$  g  $d^{-1}$   $P < 0.001$ ) durante la prueba de consumo. Los conejos que recibieron 15, 0 y 30% *G. ulmifolia*, ganaron el mismo peso ( $248.9 \pm 5.0$ ,  $243.4 \pm 5.5$  y  $220.6 \pm 5.6$ ;  $P > 0.05$ , respectivamente). La mejor forma de utilizar los frutos es en pellets, y el de mayor preferencia y consumo en conejos en engorda es *G. ulmifolia*, el cual puede sustituir al alimento comercial en la dieta hasta en un 30% sin detrimento de la producción.

Palabras clave: Preferencia, consumo voluntario, comportamiento productivo de conejos, dieta, árboles tropicales.

## ABSTRACT

Fruits of *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. ex Willd., *Caesalpinia cacalaco* Bonpl., *Vachellia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger, *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby and *Guazuma ulmifolia* Lam. were used to assess dietary preference and voluntary intake of these items during rabbit fattening and the partial replacement of commercial feed with *G. ulmifolia* fruit at 0, 15, 30 and 45%. When ground fruit was offered, rabbits preferred *C. mangense* ( $0.58 \pm 0.8$  g;  $P < 0.05$ ), and when offered as pellets they preferred *G. ulmifolia* ( $4.5 \pm 3.3$  g;  $P < 0.001$ ). Consistent with the second preference test, rabbits consumed more *G. ulmifolia* fruit ( $37.6 \pm 15.7$  g day<sup>-1</sup>,  $P < 0.001$ ) during the voluntary intake test. Rabbits receiving 15, 0 and 30% *G. ulmifolia* achieved the same weight ( $P > 0.05$ ;  $252.2 \pm 41.4$ ,  $245.5 \pm 59.5$ , and  $238.6 \pm 41.0$  g week<sup>-1</sup>, respectively), exceeding those receiving 45% fruit ( $208.4 \pm 46.5$  g week<sup>-1</sup>,  $P < 0.05$ ). Based on these results, *Guazuma ulmifolia* fruit appears to have the greatest potential as a supplementary feed for rabbits. The best form to provide to rabbits is as commercial pellets, which can include up to 30% fruit for rabbit fattening without detriment to production.

**KEYWORDS:** Preference, voluntary intake, rabbit performance, diet, tropical trees.

La presente tesis está dedicada a:

Mis padres: José Hernández González y Luisa Hernández Hernández, que con sus actos, me inspiran a ser perseverante, para cumplir con las metas trazadas ya que jamás se han rendido ante una adversidad.

Judith González Hernández, que ha despertado en mí un sentimiento muy especial, con quien he pasado momentos inolvidables y espero estar a su lado por siempre.

Mis hermanos: Estela Hernández Hernández, Eloísa Hernández Hernández, José Hernández Hernández, Delfino Hernández Hernández, Flora Hernández Hernández y Gema Hernández Hernández con quienes he compartido momentos memorables y que siempre me alientan para seguir adelante.

Mis abuelos: Asunción Hernández Hernández, Tomás Hernández Hernández† y María Magdalena González Hernández†, personas humildes, honorables, que trabajaron la tierra con amor y dedicación.

Mis sobrinos: Jesús Lenin Villalobos Hernández, Moisés Gutiérrez Hernández, Aura Cristina Gutiérrez Hernández, Enith Hernández Bautista. José Eliel Hernández Bautista, José Luis Belmares Hernández, Jesús Manuel Hernández Gómez, Yohan Gutiérrez Hernández, Dulce María Hernández Gómez, Máximo Santiago Hernández Bautista, Eliseo Cruz Hernández, Luisa Fernanda Belmares Hernández y Nancy Citlalli Hernández Gómez, que han llenado de dicha a toda la familia.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Colegio de Postgraduados Campus Veracruz por permitirme realizar y terminar los estudios de Maestría en esta gran Institución.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento otorgado para cumplir con esta nueva etapa.

A la línea Prioritaria de Investigación de Agroecosistemas Sustentables LPI2 por haber financiado parte de esta investigación.

A la Dra. Silvia López Ortiz por haber confiado en mí, brindarme su apoyo y dirigir esta tesis.

Al Dr. Ponciano Pérez Hernández, Dr. Manuel Villarruel Fuentes y al Dr. Joel Velasco Velasco por las asesorías brindadas durante mi estancia en el COLPOS.

Al Dr. Josafath Salinas Ruíz por haberme apoyado con los análisis estadísticos.

Al M. en C. Mario Morales Morales por sus consejos y su amistad.

A Miguel Ángel Martínez Cruz y Anna Elyse Campbell López, por su asistencia en el manejo de los animales durante el trabajo.

## CONTENIDO

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. La cunicultura en México.....	3
2.2. Nutrición de los conejos.....	5
2.3. Sistemas de alimentación.....	8
2.4. Inclusión de ingredientes no convencionales en la alimentación de conejos.....	9
2.4.1. Forrajes.....	9
2.4.2. Forraje verde hidropónico.....	11
2.4.3. Frutos de consumo humano.....	12
2.4.4. Subproductos agroindustriales.....	13
2.4.5. Frutos forrajeros de árboles.....	14
<b>3. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL</b> .....	16
3.1. Teoría general de sistemas y los agroecosistemas.....	16
3.2. Palatabilidad, preferencia y consumo voluntario.....	19
<b>4. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	22
<b>5. JUSTIFICACIÓN</b> .....	27
<b>6. PREGUNTAS, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	28
<b>7. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	31
7.1. Localización de la investigación.....	31
7.2. Etapas de la investigación.....	32
7.3. Animales experimentales.....	32
7.4. Pruebas de preferencia.....	33
7.5. Consumo voluntario.....	35
7.6. Comportamiento productivo.....	36
7.7. Análisis estadísticos.....	39
<b>8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	41
8.1. Preferencia por frutos triturados.....	41
8.2. Preferencia por frutos en forma de pellets.....	42
8.3. Consumo voluntario de frutos.....	44
8.4. Comportamiento productivo de los conejos.....	47
<b>9. CONCLUSIONES</b> .....	60
<b>10. LITERATURA CITADA</b> .....	61

## INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1 Cantidades de nutrientes recomendados en la alimentación de conejos destinados a la engorda según diferentes autores.....	6
Cuadro 2 Consumo de frutos triturados y ofrecidos a conejos Nueva Zelanda de 35 días de edad, en periodos de 20 minutos, durante un periodo de 7 días.....	41
Cuadro 3 Consumo de frutos en forma de pellets ofrecidos a conejos Nueva Zelanda de 70 días de edad, por periodos de 20 min, durante un periodo de 7 días.....	43
Cuadro 4 Consumo voluntario total de concentrado comercial y de frutos en conejos Nueva Zelanda de 70 días de edad, durante un periodo de 7 días.....	45
Cuadro 5 Composición química (base seca) del concentrado comercial y de los frutos utilizados en la alimentación de conejos Nueva Zelanda, en etapa de finalización.....	47
Cuadro 6 Energía digestible estimada del alimento comercial, de frutos y total en la dieta diaria de conejos Nueva Zelanda en periodo de finalización. Los tratamientos fueron 0 (T0), 15 (T15), 30 (T30) y 45% (T45) de frutos de <i>Guazuma ulmifolia</i> en la dieta.....	48
Cuadro 7 Conversión alimenticia de conejos Nueva Zelanda en un periodo de 42 días. Los tratamientos fueron 0 (T0), 15 (T15), 30 (T30) y 45% (T45) de frutos de <i>Guazuma ulmifolia</i> en la dieta.....	56

Cuadro 8 Presupuesto parcial de la finalización de conejos Nueva Zelanda, en un periodo de 42 días. Los tratamientos fueron 0 (T0), 15 (T15), 30 (T30) y 45% (T45) de frutos de *Guazuma ulmifolia* en la dieta.....

## INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1	Modelo conceptual para visualizar la producción de conejos como parte de un agroecosistema. Elaboración propia..... 18
Figura 2	Conceptualización de la agricultura, influenciada por dimensiones ecológicas, socio-económicas, políticas y tecnológicas. Elaboración propia..... 19
Figura 3	Temperaturas medias y máximas mensuales del periodo 2010 al 2014, y humedad relativa mensual del año 2014, en la zona centro de Veracruz, México. Datos tomados de la estación meteorológica del Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz..... 31
Figura 4	Consumo voluntario diario de frutos en conejos Nueva Zelanda de 70 días de edad, durante un periodo de 7 días..... 46
Figura 5	Consumo real de fruto de <i>Guazuma ulmifolia</i> (BS) por conejos en etapa de finalización, ofrecido simultáneamente con concentrado, por un periodo de seis semanas. Los tratamientos fueron 0 (T0), 15 (T15), 30 (T30) y 45% (T45) de fruto en la dieta..... 49
Figura 6	Consumo de alimento comercial y de fruto de <i>Guazuma ulmifolia</i> (BS) en pellets por conejos en engorda, ofrecido simultáneamente en un periodo de seis semanas. Barras con distinta literal indican diferencia estadística entre medias $\alpha = 0.05$ ..... 50
Figura 7	Relación entre el consumo de materia seca de conejos Nueva Zelanda en etapa de finalización y las temperaturas máximas diarias durante el experimento. Los tratamientos fueron 0 (T0), 15 (T15), 30 (T30) y 45% (T45) de frutos de <i>Guazuma ulmifolia</i> en la dieta..... 52

Figura 8    Peso ganado en conejos Nueva Zelanda en etapa de finalización durante un periodo de seis semanas. Los tratamientos fueron 0 (T0), 15 (T15), 30 (T30) y 45% (T45) de frutos de *Guazuma ulmifolia* en la dieta.....

53

## 1. INTRODUCCIÓN

La crianza de conejos tiene potencial para implementarse desde sistemas familiares para el autoconsumo, en sistemas para la comercialización local en forma de microempresas con producción semi-intensiva, hasta la producción intensiva comercial (Gamboa, 2001; FAO, 2007). No obstante, cualquier forma de producción de esta especie, debería tender hacia la sostenibilidad evitando depender de dietas basadas en granos o alimentos comerciales que encarecen los costos de producción y por consecuencia disminuyen la rentabilidad de los sistemas productivos o agroecosistemas. Esto significa que se debe buscar alternativas para la alimentación que estén basadas en la utilización de subproductos u otros recursos disponibles localmente, y estudiarlos con un enfoque agroecosistémico ya que permite abordar de una mejor manera los problemas complejos. La inclusión de recursos locales y subproductos de la agroindustria en la alimentación de los animales domésticos están siendo evaluados con la finalidad de suplir a los ingredientes convencionales en la formulación de alimentos (Cheeke, 1984). En países ubicados dentro de la región tropical, las investigaciones científicas se han enfocado a reducir los costos de producción sustituyendo ingredientes convencionales con recursos locales para depender menos de los alimentos comerciales, lo que ha llevado a realizar pruebas de sustitución en porcentaje parcial y total de dietas que incluyen gramíneas, leguminosas herbáceas y forrajes de leguminosas arbóreas (Nieves *et al.*, 2001; Montejo *et al.*, 2010). La presentación de los alimentos ha sido fresca, deshidratado, molido, granulado y en bloques multinutricionales.

En la presente investigación, se utilizaron los frutos de *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. Willd., *Caesalpinia cacalaco* Bonpl., *Vachellia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth., *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby y *Guazuma ulmifolia* Lam., que se han identificado como alimento para rumiantes (Olivares *et al.*, 2012; Cervantes 2015; en preparación) y se evaluó su preferencia, consumo voluntario y productividad en conejos domésticos, sustituyendo parcialmente el alimento comercial por los frutos preferidos en etapa de engorda. La finalidad fue determinar si los conejos pueden ser alimentados con frutos de esos árboles, en busca de aprovechar recursos naturales nativos, sin afectar los parámetros productivos. Contar con esta información será útil para utilizar estos frutos como ingredientes baratos en las dietas integrales de conejos de engorda o como suplementos alimenticios que complementen la alimentación en etapas específicas del ciclo productivo.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 La cunicultura en México

La carne de conejo se ha consumido desde hace más de 7,000 años en el Continente Americano. Existen indicios de que las culturas mexicanas como la Azteca, vendían conejos en sus tianguis y tenían guisos variados que incluían esta carne (De Benavente, 1541; Días, 1632; ANCUM, 2010).

En México, se ha reportado que la carne de conejo no se consume porque las personas no están acostumbradas a incluir esta carne en su dieta (Pro y Sosa, 1994). Sin embargo se puede observar que la mercadotecnia ha fomentado principalmente el consumo de otras carnes como la del pollo, res y cerdo; y la cultura de consumir carne de conejo, se ha limitado a la obtenida por la cacería y la producida en pequeña escala, que es principalmente para autoconsumo.

México ocupa el lugar 16 a nivel mundial en producción de carne de conejo con una producción anual de 4,250 toneladas. El 90% de ella proviene de sistemas de traspatio, y el 10% restante de sistemas semi-empresariales y empresariales (Mercado, 2008). El destino de la producción de carne de conejo es para consumo interno, el cual es 40 g por persona al año (FAOSTAT, 2008).

La cunicultura es una actividad que se practica en todos los estados de la República mexicana. Sin embargo, tiene mayor importancia económica en la zona centro del País destacando México, Tlaxcala, Puebla, Hidalgo y Distrito Federal; en el Bajío, Michoacán y Jalisco, Veracruz en el este del país y en el norte San Luis Potosí y Baja California (ANCUM, 2010).

La cunicultura en México ha tenido un lento crecimiento y las iniciativas para impulsar su desarrollo han sido escasas. Una de dichas acciones fue el “programa de paquetes familiares” (SARH, 1977) y la otra, el establecimiento de centros de cría, distribución y capacitación, en algunos estados de la república. La creación del Centro Nacional de Cunicultura ubicada en Irapuato, Guanajuato, fue otra iniciativa (ANCUM, 2010).

Las anteriores decisiones incrementaron la práctica de esta actividad ganadera y aumentó el consumo de su carne. Este esfuerzo se afectó a finales de los 80’s, por la aparición de la enfermedad hemorrágica viral (EHV); enfermedad infecciosa que se propagó rápidamente por 10 estados de la república mexicana. El resultado fue la destrucción de casi toda la población de conejos del territorio. Una vez que la enfermedad fue controlada y erradicada, se iniciaron las actividades para repoblar las granjas (Ruíz, 1993), y actualmente, (2014 y 2015), a través del programa “Sin Hambre”, el Gobierno Federal se encuentra otorgando infraestructura, equipo y pie de cría para impulsar la cunicultura en el medio rural y periurbano.

Aunque la cunicultura como actividad económica rentable, tiene poca importancia en México, muchas familias practican la crianza de conejos en pequeña escala, combinando prácticas de manejo mejoradas y otras tradicionales. Estas unidades de producción logran tener niveles limitados de comercialización pero son significativos en la economía familiar.

## 2.2 Nutrición de los conejos

Los conejos son herbívoros monogástricos. Su estómago les permite aprovechar la proteína bruta y otros nutrientes de forma directa. También poseen un ciego desarrollado que les otorga la habilidad de alimentarse de forrajes fibrosos, obteniendo ácidos grasos volátiles producto de la fermentación en este órgano.

Los requerimientos nutricionales de los conejos de engorda, difieren de las otras etapas fisiológicas y productivas. En esta etapa, las necesidades de energía digestible varían de 2,342.2 a 2,509.6 kcal/kg, las de proteína bruta de 15.5 a 16.7%, y la fibra bruta de 14.4 a 14.6 % (Lebas, 1989; Maertens, 1992; González-Mateos y Piquer, 1994; Cuadro 1).

Cuadro 1. Cantidades de nutrientes recomendados en la alimentación de conejos destinados a la engorda según diferentes autores.

Nutriente	Autor		
	Lebas (1989)	Maertens (1992)	González-Mateos y Piquer (1994)
Energía digestible, kcal/kg	2,510	2,342 - 2390	2486
Proteína bruta (%)	15.5	16.0 - 16.5	16 - 16.7
Proteína digestible (%)	10.9	11.2 - 11.7	11.3
Lisina (%)	0.7	0.7	0.8
Metionina+cistina (%)	0.6	--	0.6
Fibra bruta (%)	--	14.5	14.6
Fibra detergente ácida (%)	18.0	18.5	18.5
Almidón (%)	--	--	20.0
Calcio (%)	0.8	--	0.6
Fósforo (%)	0.5	--	0.4

Fuente: Modificado de Blas *et al.* (1995).

Los conejos necesitan grandes cantidades de fibra en los alimentos. Este nutriente se utiliza para satisfacer sus necesidades metabólicas y favorecer la tasa de pasaje de la ingesta (Lebas, 1989). La digestión de la fibra en el estómago es muy limitada, comparable al de otros monogástricos, pero al llegar al ciego, la fibra de menor tamaño se retiene para fermentarse, y la de mayor tamaño se excreta como heces duras (De Blas y Santoma, 1984). Las dietas altamente digestibles con cantidades de energía que sobrepasan los niveles permisibles, se consumen menos y retienen más tiempo de lo necesario en el ciego, favoreciendo a otros tipos de fermentación que causan diarreas debido a la proliferación de organismos patógenos (Pote *et al.*, 1980; Carabaño *et al.*,

1988). En la nutrición de esta especie, el incremento de fibra en la dieta no afecta la digestibilidad de la proteína, como sucede en el caso de los bovinos y cerdos (Fekete y Gippert, 1985), debido a su capacidad cecotrófica que aumenta cuando el nivel de fibra es alto y disminuye cuando se incrementa la proteína (Fekete y Gippert, 1985). Incrementos de la proteína en la dieta aumentan la posibilidad de diarrea, disminuyendo la eficacia en la utilización del alimento e incrementando la mortandad en los lotes (De Blas, 1995).

Algunos ingredientes que aportan proteína a las dietas contienen compuestos antinutricionales como la harina de algodón (gospol), altramuza (alcaloides), colza (ácido erúrico, glucosinolatos, sinapina) y soya (taninos, lectinas, factores antitripticos) (Blas *et al.*, 1995), por lo cual se ha limitado su uso, sin embargo, existen procesos (como el tratamiento con calor) que permiten la disminución de dichas sustancias reduciendo al mínimo los efectos negativos en esta especie (Carabaño *et al.*, 1988).

El nivel y tipo de almidón también debe considerarse al elaborar raciones alimenticias para conejos. Cantidades mayores al 18% en la dieta provocan que no se metabolicen antes de llegar al ciego, incrementando los microorganismos patógenos que provocan diarreas (De Blas, 1995). Lo anterior, limita la utilización de cereales en la formulación de raciones. Por el contrario, cantidades bajas de almidón (menos del 14%) disminuyen la ganancia diaria de peso y prolonga el periodo de engorda (De Blas *et al.*, 1992).

El tipo de almidón varía entre los ingredientes utilizados en la formulación de dietas. Por ejemplo, la cebada posee alta digestibilidad comparada con el maíz. Sin embargo, este

último puede mejorar su absorción si se somete a un proceso térmico (Guidene y Pérez, 1993).

### 2.3 Sistemas de alimentación

En la producción cunícola existen tres tipos de alimentación: a) alimentación tradicional, donde se utilizan recursos forrajeros, subproductos de la agroindustria y residuos de la alimentación humana como tortillas y vegetales, pudiendo estar o no complementadas con otras materias primas como cereales y leguminosas; esta forma de alimentación se usa principalmente en países subdesarrollados donde se practica la cunicultura de traspatio; b) alimentación mixta, que consiste en ofrecer alimentos granulados comerciales complementados con forrajes; y es utilizada en sistemas de producción a pequeña escala con manejo semi-intensivo e intensivo; y c) alimentación convencional, que consiste en utilizar dietas integrales en pellets y balanceadas para cubrir las necesidades de los conejos en sus diferentes etapas productivas y reproductivas; este es el sistema clásico en la cunicultura intensiva (De Blas y Santoma, 1984; Gamboa 2001; Rosas, 2013).

Al igual que otras pequeñas especies de interés zootécnico, los conejos pueden criarse en diversos sistemas, desde el familiar para auto consumo, hasta sistemas intensivos comerciales, y su alimentación varía desde productos y subproductos del hogar y disponibles localmente, hasta alimentos integrales disponibles comercialmente.

## 2.4. Inclusión de ingredientes no convencionales en la alimentación de conejos

### 2.4.1. Forrajes

En la década de los 80, los trabajos de investigación en alimentación de conejos se orientaron a conocer su capacidad para ingerir forrajes. Con base al conocimiento obtenido, se realizaron investigaciones utilizando como base principal alfalfa (*Medicago sativa* L.) y pasto orchard (*Dactylis glomerata*), en sustituciones del 10 hasta 96% de los ingredientes en las raciones, y en algunas ocasiones complementándolas con grasa animal o adicionando aminoácidos esenciales sintéticos (Bautista y Aguilar, 1994; Fernández-Carmona *et al.*, 2001). Esta solución fue apropiada para las regiones templadas donde se producen esos ingredientes, pero no para las regiones tropicales húmedas y subhúmedas, donde no existen las condiciones agroecológicas ni tecnológicas para producirlos. Así que realizar esta alimentación en regiones tropicales, implicaba la compra de ingredientes de otras regiones encareciendo la producción. En respuesta a lo anterior, se realizaron estudios con forrajes locales para reducir los costos de producción (Cheeke, 1984).

En los primeros trabajos con plantas tropicales se reportó que la digestibilidad de la proteína es muy baja, atribuyéndolo al alto contenido de taninos (Cheeke, 1984); presencia de aminoácidos tóxicos como la mimosina en *Leucaena leucocephala* que al consumirse en exceso, provoca trastornos en la reproducción, escaso crecimiento y caída de pelo (Cheeke, 1984). Sin embargo, resultados obtenidos en trabajos más

recientes, indican que puede utilizarse como fuente de proteína verdadera (García *et al.*, 2006) y como alternativa de alimentación complementaria en épocas críticas donde la cantidad y calidad del forraje es menor (Nieves y Terán, 2006; Villa-Herrera *et al.*, 2009). Existen una diversidad de árboles, arbustos y plantas herbáceas que poseen contenidos aceptables de proteína cruda, entre los cuales se tiene *Lotus uliginosus*, *Tithonia diversifolia* y *Gliricidia sepium*, que contienen de 24.6 a 28.1% de proteína cruda (Puerto, 2012) y hasta 33.3% en *Mimosa arenosa* (Nouel *et al.*, 2003). A su vez, la digestibilidad de la proteína cruda de forrajes como *Thrichantera gigantea*, *Morus alba*, *Leucaena leucocephala*, *Arachis pintoii* e *Ipomea batatas*, pueden superar el 71%, independientemente del método *in vivo* utilizado para cuantificarla (Nieves *et al.*, 2008), mientras que *Brosimum alicastrum* Sw. y *Hibiscus rosa-sinensis* L., poseen una digestibilidad proteica superior al 61.4% (Martínez *et al.*, 2010). Lo anterior muestra que en regiones tropicales existen recursos forrajeros con suficiente cantidad de proteína para alimentar conejos con resultados potencialmente similares a los forrajes de climas templados.

La energía digestible de algunos forrajes tropicales también es aceptable para conejos. Por ejemplo, *A. pintoii* posee 1,981 kcal/kg, valor que es similar a forrajes arbóreos como *T. gigantea*, *M. alba* y *L. leucocephala*, que contienen entre 1,860 y 2,378 kcal/kg (Nieves *et al.*, 2005). Esta cantidad de energía casi alcanza la cantidad recomendada para los conejos en crecimiento en su dieta diaria (2,400 kcal/kg). A su vez, *B. alicastrum* posee energía digestible muy cercana a los requerimientos de los conejos (2,291 Kcal/kg),

mientras que *H. rosa-sinensis* contiene más de lo recomendado (2,875), lo cual es bueno (Martínez *et al.*, 2010).

La digestibilidad de algunos forrajes tropicales es bastante aceptable. Así, cuando se incluye *T. gigantea*, *M. alba*, *L. leucocephala*, *A. pinto* e *Ipomea batatas* al 30% en dietas para conejos de engorda, el porcentaje de digestibilidad de materia seca, materia orgánica y energía, oscila entre 57.6 y 60.2% (Nieves *et al.*, 2008).

Los resultados indicados anteriormente, son ejemplos del potencial que los forrajes tropicales tienen para alimentar conejos, considerando que hay diferencias químico-nutricionales entre forrajes, y su calidad depende de la edad, proceso al que se someta y forma de almacenamiento.

#### 2.4.2. Forraje verde hidropónico

El forraje verde hidropónico, Según Campo y Villar (2012): “Es un alimento o forraje verde vivo en pleno crecimiento, de alta palatabilidad, digestibilidad, y calidad nutricional, que puede ser empleado como alimento y especialmente como complemento nutricional en sustitución del alimento concentrado en todas las especies animales”.

El forraje verde hidropónico tiene mayor potencial en zonas áridas donde el forraje cultivado en suelo es muy escaso y se ha implementado en la alimentación de conejos con resultados favorables. Por ejemplo, la sustitución de alimento por avena hasta en

50% de la dieta de conejos en engorda no afecta el consumo de alimento, ni otros indicadores productivos como el tiempo de engorda, peso final y rendimiento de la canal (Fuentes *et al.*, 2011). La combinación de forraje verde hidropónico de avena, maíz, trigo y alfalfa fresca tampoco afecta el rendimiento de la canal ni las características organolépticas de la carne (Zambrano 2007; Moncada, 2008). También se ha sustituido el alimento balanceado parcialmente con germinado de maíz blanco (hasta en un 75%), y tampoco afecta el comportamiento productivo de los animales (Medinilla *et al.*, 2010). La alimentación con forraje verde hidropónico es apropiado para los conejos de engorda y se recomienda en lugares donde los espacios destinados a la producción son reducidos o en lugares áridos y semiáridos donde el agua es escasa y la producción de forraje es limitada. No obstante, la alimentación con follajes como éstos, aun requieren de alimentos sólidos que aporten materia seca y nutriente que los follajes no aportan a la dieta.

#### 2.4.3. Frutos de consumo humano

Los excedentes de cultivos frutícolas para consumo también pueden ser una alternativa excelente para alimentar conejos, siempre que estos excedentes ya no tengan un valor económico importante para el consumo humano. Un ejemplo es el plátano (*Musa paradisiaca* L.) maduro o verde con cascara, que se puede transformar en harina e incluirse en la alimentación de conejos sustituyendo entre 25 y 30% a otras fuentes de almidón en la dieta, manteniendo los parámetros productivos (Valdivié *et al.*, 2008). También puede utilizarse el mango criollo (*Manguifera indica*) sustituyendo hasta 33.3%

al alimento balanceado comercial en conejos de engorda sin que su comportamiento productivo disminuya (Palma y Hurtado, 2010).

Los conejos prefieren fuentes de almidón provenientes de gramíneas y cereales. Sin embargo, los frutos destinados al consumo humano como los citados anteriormente, pueden sustituir ingredientes convencionales hasta en una tercera parte de la dieta en conejos de engorda, sin que el consumo de alimento y parámetros productivos se vean disminuidos. Esta forma de alimentación tendrá potencial mayormente en lugares donde los sistemas productivos que tienen estos excedentes, están accesibles para obtenerlos a menor costo.

#### 2.4.4. Subproductos agroindustriales

Los subproductos agroindustriales son otra alternativa en la alimentación de conejos en engorda. Los cacaotales y cafetales de regiones donde se producen considerables volúmenes de pulpa de café y cáscara de cacao derivados de su proceso agroindustrial son un ejemplo claro. La inclusión de 20% de pulpa de café y cáscara de cacao en la dieta de conejos de engorda no afectan los parámetros productivos; así, utilizar cáscara de café al 20% en la engorda de conejos, aumenta la rentabilidad de la granja en comparación al alimento comercial (Bautista *et al.*, 1999; Duban *et al.*, 2012). El subproducto de los ingenios azucareros (bagazo de caña) es también un insumo que se ha utilizado en la alimentación de conejos de engorda. La harina de bagazo de caña se ha incluido como ingrediente (al 5 y 10%) utilizando como base torta de soya y harina de

alfalfa en la elaboración de bloques nutricionales buscando reducir costos de producción (Chulde y Portillo, 2014).

Los residuos de cultivos agrícolas de las regiones tropicales son diversos y su uso en la alimentación de conejos se ha justificado mayormente en zonas donde esos insumos se producen, de tal manera que la logística del transporte no aumente los costos de producción.

#### 2.4.5. Frutos forrajeros de árboles

La mayor parte de la investigación relacionada con la inclusión de frutos forrajeros de árboles se ha enfocado a la alimentación de rumiantes con resultados interesantes. Las pruebas de cafetería utilizando frutos de *Pithecellobium dulce* y *Acacia cochliacantha* en bovinos, muestran mayor preferencia por *P. dulce*. Sin embargo, cuando se utilizó *Acacia cochliacantha* y *Acacia farnesiana* aplicando el mismo protocolo en borregos y cabras, se observó mayor preferencia por *A. cochliacantha* en los borregos, mientras que en las cabras el consumo de los dos frutos fue similar (Medina *et al.*, 2008; Olivares *et al.*, 2012). También se han utilizado *Acacia cochliacantha*, *Caesalpinia cacalaco*, *Vachellia pennatula*, *Chloroleucon mangense*, *Senna atomaria* y *Guazuma ulmifolia*, para alimentar ovinos y bovinos, observándose mayor preferencia por los frutos de *C. mangense* en los ovinos, y mayor consumo de *V. pennatula* y *G. ulmifolia* en bovinos (Cervantes, 2015). Y en conejos, se ha utilizado la harina de frutos del árbol del pan

(*Artocarpus altilis*), sin disminuir los parámetros productivos de conejos en engorda (Leyva *et al.*, 2012).

Estos frutos que no constituyen un alimento para los humanos pueden ser importantes fuentes de alimento para conejos. Sin embargo, existe poca información acerca de frutos de árboles utilizados en la alimentación de animales domésticos.

### 3. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

#### 3.1. Teoría General de Sistemas y los agroecosistemas

Cuando se habla de agroecosistemas, es inevitable abordar los conceptos de sistemas. Von Bertalanffy (1976) fue el primero en utilizar el término de “Teoría General de Sistema” (TGS) basándose en diversos pensadores de épocas anteriores que se remontan hasta Aristóteles, sosteniendo que: “Por su valor de aplicación, el todo es más que la suma de sus partes”. Para Bertalanffy, la TGS nace para conjuntar los principios de disciplinas tradicionales aplicándolas a otras y está encaminada a explicar problemas complejos. Chiavenato (1997) amplió la visión y considera que para integrar un sistema, se necesita definir el objetivo, las entradas y salidas de productos. Y por su parte, Herrscher (2005) considera que “... los sistemas no “son” cosas, sino que hay cosas a las que decidimos tratar como sistemas...”. Un sistema se puede definir de acuerdo a los intereses de cada persona y está en función de lo que se quiera analizar (Bautista, 2011). Por tal motivo se concibe al sistema como algo que existe solo en la mente, pero no físicamente y esto nos permite estudiar cierto fenómeno analizando la interacción entre todas o algunas de las partes del sistema.

El término “agroecosistema” (AES), si se compara con otros conceptos, es relativamente nuevo y por consecuencia ha sido ampliamente discutido sin llegar a un acuerdo aceptable. De Gortari (1970) lo conceptualiza como una expresión sintética que sirve para manifestar los conocimientos adquiridos referentes a un proceso o grupo de

procesos, de una de sus propiedades o de alguna relación entre varios procesos y que puede ser enriquecido a través del tiempo. Hernández X. (1976) planteó que "... El agroecosistema es un ecosistema modificado en mayor o menor grado por el hombre, para la utilización de los recursos naturales en los procesos de producción agrícola, pecuaria forestal o de la fauna silvestre...". Conway (1985), Wood *et al.* (2000) y Gliessman (2004) manifiestan una idea similar ya que mencionan que el objetivo principal de los AES, es la producción de alimentos y satisfactores para el ser humano.

Ruiz-Rosado (2008) lo define como la "unidad conceptual y básica del estudio, diseño, desarrollo y evaluación de la agricultura, producto de la modificación de un ecosistema hecha por el ser humano, en la que se producen alimentos, materias primas, servicios ambientales, entre otros; está integrado a un sistema regional agrícola a través de cadenas de producción-consumo, su dinámica es resultado de la interacción de los procesos ecológicos, socioeconómicos, políticos y culturales que contribuyen al bienestar de la sociedad rural y urbana." Esto ha llevado a definir al manejo del agroecosistemas, como "... el conjunto de decisiones, expresadas en acciones sobre los agroecosistemas, que reflejan la visión, paradigma, que en el corto, mediano y/o largo plazo tiene la persona o política nacional con respecto a su expectativa de solución de producción de alimentos, fibras, madera, carne etc., que requiere el país" (Rosado-May, 2014). Al igual que el concepto de sistemas, el concepto de agroecosistemas también depende de cómo el investigador desee abordarlo y también del tipo de investigación que realizará. En esta investigación se concibe al agroecosistema como una unidad abstracta, creada por la mente del investigador para estudiar actividades agrícolas donde

las modificaciones del mismo son realizadas por el hombre, cuyo principal objetivo es la producción de satisfactores que coadyuvan a mejorar su bienestar, el cual se pudiera representar de la siguiente manera:

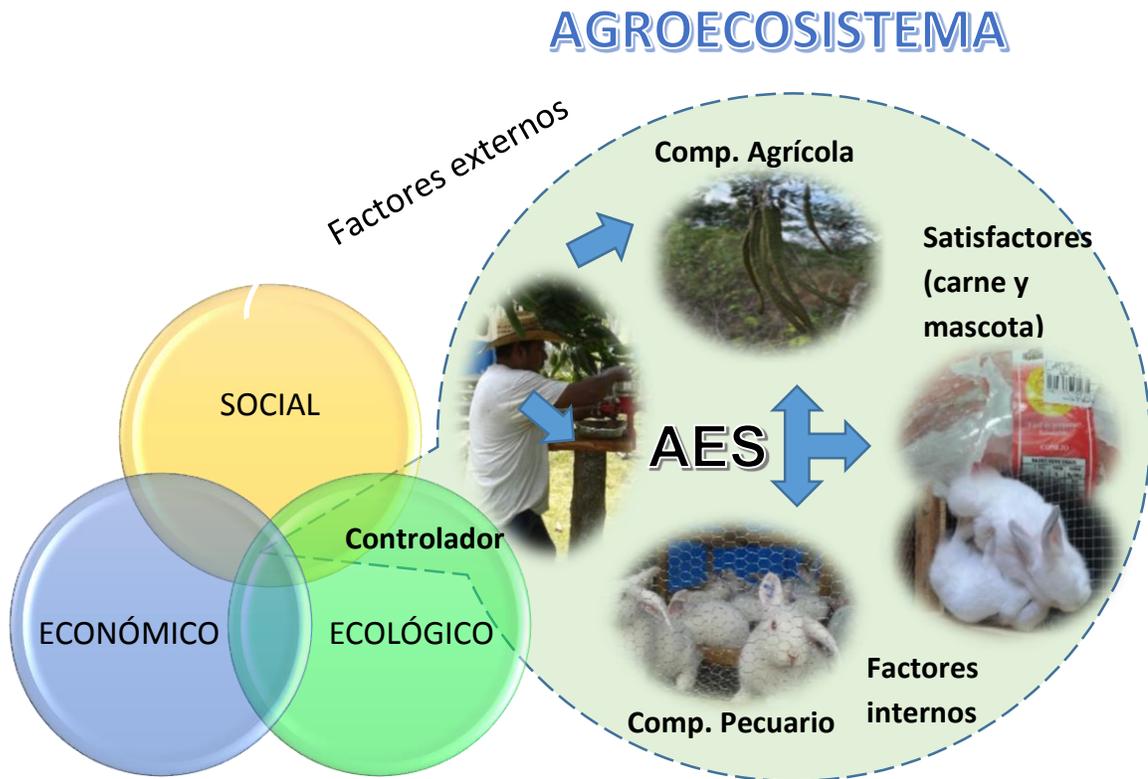


Figura 1. Modelo conceptual para visualizar la producción de conejos como parte de un agroecosistema. Elaboración propia.

La investigación en agroecosistemas aborda el estudio de los problemas de la agricultura y los recursos naturales desde una o todas sus dimensiones (económica, social o ecológicas; Figura 2) y se pudiera pensar que al estudiar los fenómenos bajo este enfoque se pierde la objetividad, pero el reto es encontrar el punto óptimo entre estos extremos, ubicándonos en una realidad más cerca de lo posible (Morales *et al.*, 2004). Cuando se utiliza el enfoque de Agroecosistemas con el fin estudiar algún fenómeno

complejo es posible recurrir a la investigación disciplinaria ya sea como referencia o experimento formal sin perder de vista el todo (para que o quien se hace el experimento). Esta investigación involucra una serie de experimentos puntuales que contribuirán en la generación de conocimiento que al ser aplicados, podrían formar parte de una serie de soluciones a los problemas de pobreza y seguridad alimentaria.

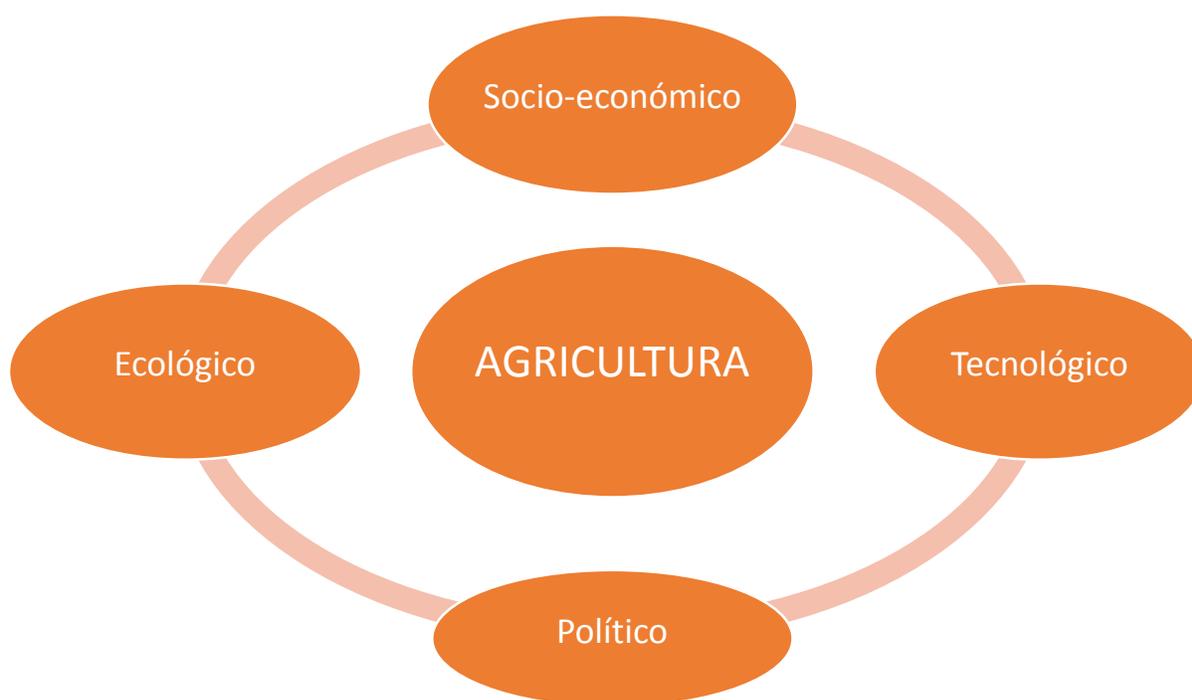


Figura 2. Conceptualización de la agricultura, influenciado por dimensiones ecológicas, socio-económicas, políticas y tecnológicas. Elaboración propia.

### 3.2. Palatabilidad, preferencia y consumo voluntario

La palatabilidad ha sido definida por algunos autores como un atributo de los alimentos (Heady, 1975), que los hace placenteros a los sentidos del gusto, olfato y tacto (Van Soest, 1994) y que es capaz de estimular una respuesta selectiva de preferencia o rechazo (Fernández-Olalla y Miguel-Ayans, 2007). Para estas definiciones, este atributo

de los alimentos es uno de los puntos más importantes a tomar en cuenta al elaborar una ración alimenticia, refiriéndose al grado de satisfacción de los animales con respecto al sabor, aroma y la textura de los alimentos. Provenza (1995), enuncia que la palatabilidad puede ser definida "... funcionalmente como la interacción entre el sentido del gusto y la estimulación causada por un alimento en el tracto gastrointestinal. Dicha interacción está determinada por el estado fisiológico del animal en relación a las características químicas que presenta un alimento".

Para medir la palatabilidad se utiliza el método de "Primer Bocado" que sirve para analizar la primera impresión del animal, relacionada con el aroma y el aspecto del alimento; y el segundo es el "Volumen Total" que determina la capacidad de una dieta para mantener el interés del animal a lo largo del tiempo, estableciendo la predilección general de un alimento en base al sabor, textura y nutrición (Camacho, 2010).

La preferencia de alimentos se muestra mediante la selección que el animal realiza entre los recursos disponibles. Al elegir, el animal manifiesta tener alimentos preferidos y rechazados (Ellis *et al.*, 1976). Cuando el recurso considerado es el alimento, se suele hablar de preferencia o selección de dieta (Fernández-Olaya y Miguel-Ayans, 2007). Villalba and Provenza (1997) definen a la preferencia como "un proceso no cognitivo que ocurre en estructuras cerebrales primitivas" y que motivan a continuar consumiendo o no, un alimento dado, y la selección de dieta "comprende elecciones cognitivas procesadas en la corteza cerebral..."; que se fijaron a través de la experiencia, en la memoria de los individuos. Lo anterior respalda la hipótesis de que los animales

aprenden a mezclar alimentos que se complementan nutritivamente (Villalba *et al.*, 2004). Este aprendizaje capacita a los individuos a elegir los alimentos preferidos en proporciones y secuencias que garanticen la adquisición de nutrientes y otros compuestos contenidos en los alimentos, que son necesarios en sus dietas diarias según su estado nutricional y fisiológico (Provenza *et al.*, 2003).

El consumo voluntario es la cantidad de alimento consumido por los animales ofertado a libre acceso y en un periodo de tiempo determinado (Mertens, 1994; Forbes, 1995), esta decisión del individuo para ingerir alimentos se da bajo ciertas restricciones inherentes al animal, a los alimentos y el ambiente (Mazorra *et al.*, 2009) pudiendo diferenciar factores intrínsecos como la salud del animal, estado fisiológico, nutricional, limitaciones morfológicas etc., y factores extrínsecos como la temperatura, humedad relativa, época del año, entre otras variables (Ruiz y Álvarez, 2007). La palatabilidad, la preferencia y el consumo voluntario son tres conceptos que se integran para explicar la selección de dieta de los animales y llegar a un consumo que satisfaga sus necesidades temporales de energía, proteína y otros compuestos contenidos en las plantas, que garantice su bienestar.

#### 4. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La población humana se encuentra en constante crecimiento, en octubre del 2011 se superó la cifra de 7,000 millones de personas y para el año 2050, se estiman 9,000 millones (ONU, 2011). Este constante crecimiento, hace que sea más difícil satisfacer la demanda de productos alimentarios (Peniche *et al.*, 2010) y en el afán de atender dichas demandas, México adoptó “Políticas Desarrollistas” Neoliberales como el Consenso de Washington (consistía en un decálogo de reformas creado para las naciones latinoamericanas con el fin de convertirlos en países desarrollados; Williamson, 2003) y el tratado de libre comercio con Estados Unidos y Canadá que lejos de ser bilateral, beneficia solo a los países de América del Norte (Calva, 2004). Los resultados de estas acciones no han sido favorables para el campo mexicano, por tal motivo, está experimentando una decadencia acelerada en todos los ámbitos (Rubio, 2004) que han orillado a muchos productores mexicanos a abandonar dicho sector (proceso de “Descampesinización”; Gómez-Oliver, s.f.), engrosando las estadísticas de pobreza que representan casi la mitad de la población nacional (CONEVAL, 2012).

Las estrategias del gobierno federal utilizadas para apoyar al campo mexicano, provocaron que la brecha entre productores se incremente, porque favorece a los que cuentan con mayor extensión de tierras, mejores tecnologías, acceso a créditos, entre otros beneficios que los pequeños productores no poseen (Gómez-Oliver, s. f.), estos últimos conforman la mitad de personas que se encuentran en condiciones de pobreza y dependen directamente de la agricultura para poder subsistir (IAASTD, 2009). Estas

son algunas estrategias que se propusieron para otorgar seguridad alimentaria a los mexicanos y a la humanidad. Sin embargo, lo anterior ha mermado la soberanía alimentaria de pueblos milenarios, donde sus productos básicos se están dejando de producir y los recursos locales no se están aprovechando de forma adecuada.

También es importante reconocer el trabajo de las mujeres rurales, ya que producen cerca del 45% de los alimentos consumidos en el hogar (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2010) y representan en promedio el 43% de la fuerza laboral de estos países en desarrollo (FAO, 2011). Es más que evidente la importancia de la participación de la mujer rural en la producción de alimentos y en este sentido, se debe de generar estrategias que incluyan a este género, ya que en la actualidad se encuentran limitadas las actividades de limpieza en huertos y venta al menudeo de pequeñas especies, marginándolas de capacitaciones formales, créditos de alta consideración y a un salario digno conforme a sus actividades de desempeño (Villarruel, 2014).

Acorde con esto, es necesario impulsar tecnologías pertinentes donde se integre la optimización de recursos tanto humanos, económicos y ecológicos, visualizando una tendencia al desarrollo sostenible, potencializando así, los recursos con los que cuenta cada región. Una de estas actividades es la cunicultura, que en México ha tenido un desarrollo limitado (Gamboa, 2001). Los factores que han impedido su crecimiento se ubican en los planos económico, social y ambiental. Con referencia a los factores económicos, la carne de conejo no se oferta de manera constante y amplia en los

mercados y establecimientos como sucede con la de cerdo, res y pollo; existe poca mercadotecnia que promueva el consumo de su carne; los costos de producción por alimentación en algunos lugares de México (principalmente en el trópico) pueden llegar a representar hasta el 70% de los costos totales, y el precio de la carne es más alto que el de algunas especies (Pro y Sosa, 1994; Acosta y Bautista, 1995).

Aunque en México existe la costumbre de consumir carne de conejo producto de la cacería, pocas personas tienen la costumbre de incluir este alimento en su dieta. Algunas razones pueden ser el aspecto desagradable de las canales con cabeza que causan cierto rechazo, la creencia de que es una carne inmunda porque Moisés (1,440 A.C.) así lo declara en el libro de Levítico, el ver al conejo como una mascota y no como un animal productor de carne, y falta de conocimiento para cocinar la carne (Pro y Sosa, 1994; Acosta y Bautista, 1995; Gamboa 2001).

Los factores ambientales también limitan a la cunicultura. El exceso de humedad relativa y los vientos provocan enfermedades respiratorias a los animales (Lebas *et al.*, 1997); las temperaturas altas motivan al animal a consumir agua durante el día reduciendo el consumo de alimento parcial o total si la temperatura sobrepasa los 30°C (Fernández-Carmona *et al.*, 1991). Las altas temperaturas también provocan un desgaste de energía en los conejos, que metabolizan para regular su temperatura corporal y que afecta negativamente en la ganancia de peso (Casamasima *et al.*, 1988).

Lo anterior limita a la cunicultura en distintos grados, causando problemas relacionados con el clima, el manejo, las costumbres de las personas y por dependencia en los alimentos comerciales. Las soluciones tendrán que buscarse de acuerdo a la disponibilidad de recursos en los distintos ambientes donde se implementen sistemas de producción cunícola.

Delimitación del problema. La alimentación de los conejos destinados para el consumo humano está basada en dietas integrales con forma de pellets, esta presentación se impulsó en la década de los 60 (Rossel, 1996). Las dietas integrales se desarrollaron para conejos mejorados genéticamente, estos animales necesitan dietas ricas en energía y proteína para alcanzar su potencial productivo. El proceso de elaboración de pellets favoreció la digestibilidad de los alimentos, aumentó el consumo de materia seca porque facilitó la ingestión de la ración en esta presentación versus harina y por consecuencia, mejoró los parámetros productivos como la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia (Gutiérrez, 2001). Sin embargo, la rentabilidad económica, derivada de la relación costo-beneficio se vio afectada, ocasionando que el margen de ganancia se haya venido reduciendo en los últimos años (Peniche *et al.*, 2010).

Los alimentos tienen un costo elevado porque los ingredientes utilizados para su formulación son caros. Estos alimentos son elaborados con granos y alfalfa como principales ingredientes, que tienen costos elevados. La alfalfa se incorpora a las dietas como fuente de fibra, energía y proteína en todos los sistemas pecuarios por su valor nutritivo. La alta demanda de esta leguminosa, provoca que conseguirla sea difícil, ya

que solo se puede producir en climas templados por sus características agronómicas. Para complementar la energía y proteína que los conejos necesitan se utilizan granos y leguminosas, mismos que el hombre también consume de forma directa y por consecuencia, encarece más aún la formulación de los alimentos comerciales. Por todo esto, los alimentos para conejos son también caros.

## 5. JUSTIFICACIÓN

La cunicultura es una opción para mejorar el consumo de proteína de alto valor biológico en los seres humanos, diversificar el ingreso familiar y contribuir a la economía de comunidades rurales y zonas periurbanas. Sin embargo, es necesario reducir los altos costos de las dietas integrales utilizadas actualmente. Una forma es utilizar ingredientes disponibles localmente, que resulten baratos y se encuentren en cantidades suficientes para abastecer la necesidad. Al respecto, los frutos de árboles como *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. Willd., *Caesalpinia cacalaco* Bonpl., *Vachellia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth., *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby y *Guazuma ulmifolia* Lam., son una alternativa viable para la alimentación de animales domésticos; estos árboles son característicos de la selva baja caducifolia y de distintas zonas del estado de Veracruz. Al utilizar vegetación natural nativa en la alimentación de animales como los conejos, se estaría dando mayor valor utilitario a estas especies, y de esta forma los productores pueden interesarse más en el cuidado de los recursos existentes y en el establecimiento de las especies nativas dentro de sus parcelas.

## 6. PREGUNTAS, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

### Pregunta general

¿Es posible incluir frutos de *S. atomaria*, *V. pennatula*, *G. ulmifolia*, *A. cochliacantha*, *C. mangense*, y *C. cacalaco* en la alimentación de conejos Nueva Zelanda durante la fase de engorda sin afectar su comportamiento ingestivo y productivo?

### Preguntas particulares

1. ¿Los conejos muestran preferencia entre frutos molidos y en forma de pellets?
2. ¿Los conejos en etapa de engorda, muestran preferencia entre los frutos ofrecidos simultáneamente?
3. ¿Qué cantidad de frutos y materia seca total consumen de manera voluntaria los conejos en crecimiento, cuando se les ofrecen los frutos en forma de pellets a libre acceso?
4. ¿Se puede sustituir de forma parcial el alimento concentrado comercial específico para conejos, por frutos de *G. ulmifolia*, sin afectar la ganancia diaria de peso, consumo de materia seca, conversión alimenticia y rentabilidad económica en conejos en fase de engorda?

## Hipótesis general

Los frutos de los árboles *S. atomaria*, *V. pennatula*, *G. ulmifolia*, *A. cochliacantha*, *C. mangense* y *C. cacalaco* pueden incluirse en la alimentación de conejos Nueva Zelanda durante la fase de engorda sin afectar su comportamiento ingestivo y productivo.

## Hipótesis particulares

1. Los frutos ofrecidos en forma de pellets favorecen la preferencia de los conejos en etapa de engorda.
2. Los conejos muestran preferencia entre los frutos ofrecidos simultáneamente en etapa de engorda.
3. Los conejos incluyen voluntariamente proporciones moderadas de frutos en su dieta diaria, sin sustituir completamente el alimento base y sin afectar el consumo diario de materia seca.
4. Los conejos en fase de engorda, pueden sustituir el concentrado comercial por frutos de *G. ulmifolia* hasta en un 30%, sin afectar su ganancia diaria de peso, consumo de materia seca, conversión alimenticia y la rentabilidad económica.

## Objetivo general

Evaluar la preferencia, el consumo voluntario y el comportamiento productivo de conejos Nueva Zelanda durante la fase de engorda, cuando se alimentan con frutos de árboles *S. atomaria*, *V. pennatula*, *G. ulmifolia*, *A. cochliacantha*, *C. mangense* y *C. cacalaco*.

## Objetivos particulares

1. Estimar la preferencia de los frutos molidos y en pellets ofrecidos a los conejos en la etapa de engorda.
2. Determinar la preferencia de los conejos por los frutos ofrecidos simultáneamente.
3. Identificar el consumo voluntario de los frutos y de materia seca total mostrado por los conejos.
4. Determinar el comportamiento productivo de conejos y la rentabilidad económica de una engorda, cuando los conejos son alimentados con distintos niveles de frutos de *G. ulmifolia* en sustitución del alimento concentrado.

## 7. MATERIALES Y MÉTODOS

### 7.1. Localización de la investigación

La investigación se ubicó en la zona centro de Veracruz, México, donde predomina el clima cálido subhúmedo del tipo  $Aw''_1 (w) (i) g$  (García, 1973), considerado el más seco de los cálidos subhúmedos. La precipitación media anual es 909 mm, y se distribuye de julio a noviembre y la humedad relativa es 83% (en el 2014), la temperatura media anual es 25.2°C (García, 1973). De acuerdo con la estación meteorológica del Colegio de Postgraduados Campus Veracruz (en un periodo de 5 años), las temperaturas máximas superan los 30°C y en los meses más calurosos (marzo a mayo) algunos días pueden sobrepasar los 40°C (Figura 3).

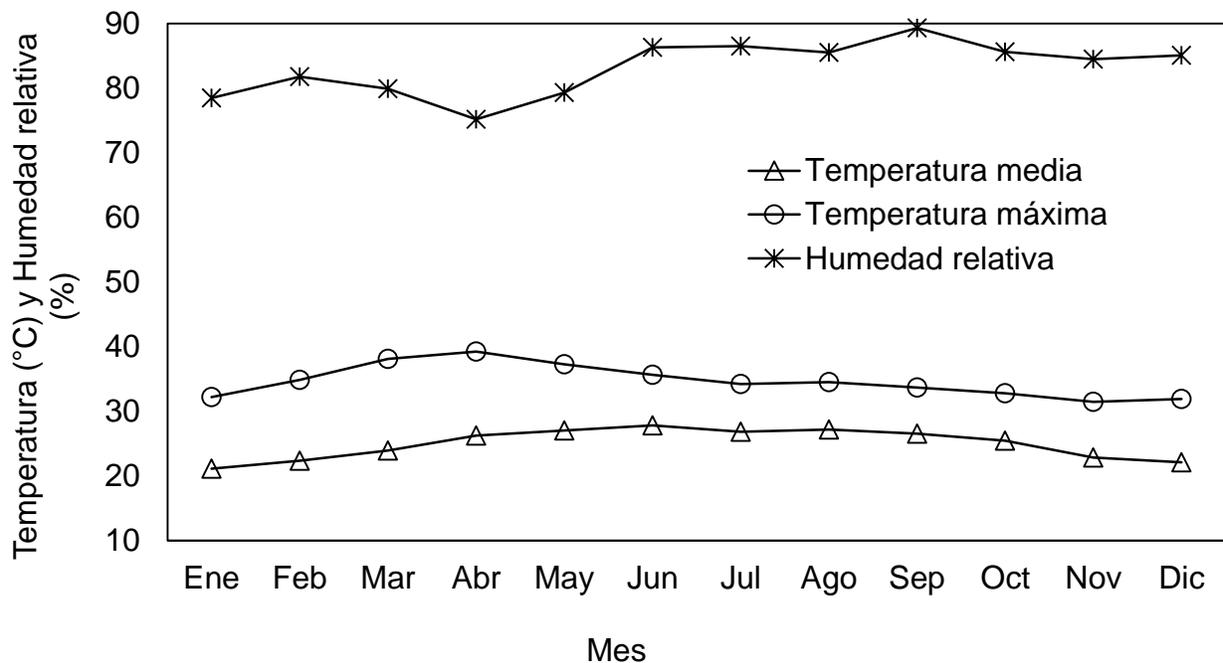


Figura 3. Temperaturas medias y máximas mensuales del periodo 2010 al 2014, y humedad relativa mensual del año 2014, en la zona centro de Veracruz, México. Datos tomados de la estación meteorológica del Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz.

En esta zona, los municipios Manlio Fabio, Paso de Ovejas, Puente Nacional y Soledad Doblado comparten el mismo tipo de clima, vegetación y características socioeconómicas. Es ahí donde crecen los árboles que producen los frutos que se utilizaron en esta investigación.

## 7.2. Etapas de la investigación

La investigación se realizó de febrero a julio de 2014 y se desarrolló en tres fases, la primera consistió en realizar pruebas de preferencia con frutos triturados y en forma de pellets, provenientes de seis especies de árboles originarios de la selva baja caducifolia; en la segunda se realizó una prueba de consumo voluntario utilizando los frutos preferidos por los conejos, y en la fase tres se analizó la eficiencia productiva de conejos utilizando el fruto más preferido en sustitución parcial de un alimento concentrado comercial.

## 7.3. Animales experimentales

En la fase de preferencia se examinaron diez conejos machos con 45 días, sin experiencia en el consumo de los frutos de árboles. En la prueba de consumo voluntario se utilizaron 18 conejos con 70 días de edad y experiencia en el consumo de frutos. En el experimento para analizar la eficiencia productiva se finalizaron 48 conejos de 25 días de edad y sin experiencia en el consumo de frutos de árboles.

Todos los conejos eran de raza Nueva Zelanda y se adquirieron en la granja cunícola de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Estado de México. Las madres de esos animales se inseminaron a “tiempo fijo” y las crías se destetaron a los 25 días de nacidos. El transporte de los gazapos de Texcoco a Veracruz se realizó el día del destete, por vía terrestre y por la tarde-noche para disminuir el estrés por calor. A su llegada a la granja en Veracruz, se les ofreció solo agua potable. Al día siguiente se inició el proceso de acostumbramiento al alimento, frutos y al manejo al que se someterían en los experimentos.

#### 7.4. Pruebas de Preferencia

El propósito de esta fase fue identificar cuáles de los seis frutos producidos por los árboles de la zona de lomeríos de Paso de Ovejas, Veracruz, son preferidos por los conejos.

Se utilizaron los frutos de las especies arbóreas *Acacia cochliacantha* Humb. & Bonpl. Willd., *Caesalpinia cacalaco* Bonpl., *Vachellia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Benth., *Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose, *Senna atomaria* (L.) H.S. Irwin & Barneby y *Guazuma ulmifolia* Lam., recolectados durante el periodo de febrero a mayo de 2012, en acahuales, cercas vivas, y potreros en la región de lomeríos de Paso de Ovejas, Veracruz.

La recolección se realizó inmediatamente después de que los frutos se desprendieron de los árboles, después, los frutos se deshidrataron al sol durante 6 horas antes de triturarlos. El triturado se hizo en un molino de martillos con una criba de 1 mm. El material triturado se almacenó herméticamente en tambos de plástico de 200 litros de capacidad, que se colocaron en un lugar fresco y seco.

Se realizaron dos pruebas de preferencia utilizando el protocolo de cafetería (Nieves *et al.*, 2005; Olivares *et al.*, 2012); en la primera, los animales se distribuyeron aleatoriamente a los tratamientos y se alojaron en jaulas de madera forradas con malla metálica de 40 cm de ancho x 93 cm de largo y 40 cm de altura, equipadas con bebederos automáticos y comederos de plástico. La prueba se realizó del 26 de febrero al 9 de marzo, de los cuales, los primeros cinco fueron de habituación de los conejos para consumir los frutos y los últimos siete días para evaluar la preferencia. En el periodo de acostumbramiento se ofrecieron 4.0 g de cada fruto a cada conejo durante 20 minutos, de 07:40 a 08:00 horas. Los seis frutos triturados se colocaron simultáneamente y por separado, en comederos provistos de seis espacios, uno para cada fruto.

Cada animal recibió 120 g por día de un alimento comercial (FLAGASA) como dieta base, proporcionada en dos porciones; la primera (60 g) se ofertó inmediatamente después de retirar los frutos y la segunda a las 19:00 horas. Durante el periodo experimental, a cada animal se le ofrecieron 10 g de cada fruto, al mismo tiempo y en compartimentos separados.

Se realizó una segunda prueba de preferencia del 10 al 21 de 2014 con el mismo protocolo y animales, pero cambiando la presentación de los frutos a pellets e incrementando la cantidad de 10 a 15 g de cada fruto ofrecido, debido a la mayor edad de los animales y al mayor consumo con esta presentación. Los pellets de los seis frutos se elaboraron artesanalmente utilizando un molino para moler carne, operado manualmente y se deshidrataron al sol por 5 horas. Se estimó la preferencia en base al consumo de materia seca de cada fruto durante los 20 minutos en que se ofertaron.

#### 7.5. Consumo voluntario

El propósito de esta segunda fase fue identificar el consumo voluntario de frutos por conejos domésticos, evaluados en la primera etapa con las pruebas de preferencia.

Con base a los resultados de la primera etapa, se eliminaron los frutos de *C. cacalaco*, porque fue el menos consumido por los conejos. Así, en esta prueba se examinaron *S. atomaria*, *V. pennatula*, *G. ulmifolia* *A. cochliacantha* y *C. mangense* en forma de pellets.

El experimento se realizó durante 12 días, del 23 marzo al 3 de abril de 2014; los primeros cinco se tomaron como periodo de adaptación y los otros siete de experimento. Los animales se distribuyeron aleatoriamente en seis tratamientos con tres repeticiones y un conejo por repetición. Los tratamientos fueron: un testigo (concentrado comercial), *S. atomaria* *V. pennatula*, *G. ulmifolia* *A. cochliacantha* y *C. mangense*; todos los animales

de los tratamientos con fruto, recibían los frutos y una dieta base del mismo concentrado comercial ofrecido al grupo testigo, *ad libitum*.

Los conejos se alojaron individualmente en el mismo tipo de jaulas utilizadas en las primeras pruebas y se pesaron al inicio del experimento con una báscula marca ES-3000H con capacidad para 3000 g x 0.1 g. Durante la etapa de acostumbramiento y experimental, diariamente se ofrecieron 80 g de cada uno de los frutos y 180 g de alimento comercial a libre acceso. Los frutos y el alimento comercial se proporcionaron a las 08:00 horas de manera simultánea. El alimento comercial fue el mismo que se utilizó como dieta base en las pruebas de preferencia. Se evaluó el consumo voluntario de fruto por diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado.

#### 7.6. Comportamiento productivo

La tercera etapa se realizó del 29 de mayo al 9 de julio de 2014, con el propósito de analizar la eficiencia productiva de los conejos y la rentabilidad de una engorda cuando los conejos son alimentados con *G. ulmifolia*, sustituyendo al concentrado comercial en distintos porcentajes. Se eligió solo este fruto para este experimento porque fue el más preferido y el más consumido en las etapas previas.

Se utilizó un alimento base y el fruto de *G. ulmifolia* en forma de pellets, elaborado de la misma forma como se describió en la fase 1 de preferencia. Los pellets del fruto se mezclaron con los del concentrado comercial en las proporciones que correspondieron

a cada tratamiento. Los pellets de *G. ulmifolia* se elaboraron semanalmente y se almacenaron en cubetas sin tapas por este lapso de tiempo. La materia seca de los pellets elaborados con los frutos así como del alimento comercial se determinaron cada semana, y en promedio fue 88.4 y 89.2%, para fruto y balanceado, respectivamente. Se determinó el contenido de Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Energía Bruta (EB; AOAC, 1980), Fibra Cruda (FC), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra detergente ácida (FDA) Lignina (L) y Cenizas (Van Soest *et al.*, 1991; Martínez *et al.*, 2010). Los análisis químicos de los frutos y el alimento comercial se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY).

Se evaluaron cuatro tratamientos: T0 = concentrado (testigo); T15 = concentrado + 15% fruto; T30 = concentrado + 30% fruto y T45 = concentrado + 45% fruto. Los animales experimentales se asignaron al azar a cada uno de los cuatro tratamientos con seis repeticiones por tratamiento y dos conejos por repetición.

El experimento comprendió un periodo de seis semanas. Durante este tiempo, las dietas se ofrecieron a libre acceso, y se pesó el alimento ofrecido y rechazado. Para determinar la materia seca se tomaron tres muestras de frutos y tres de concentrado, una vez por semana para ajustar los consumos a base seca. Las muestras se colocaron en una estufa de aire forzado marca Riossa, modelo H-33, a 100 °C por 24 horas. Después se colocaron en un desecador por media hora y se volvieron a pesar en la báscula analítica determinando la MS por diferencia entre el peso inicial y el peso final. Diariamente se

tomó lectura de la temperatura dentro de la granja, con un termómetro digital de máximas y mínimas marca Steren.

En la primera semana se ofrecieron 120 g de cada uno de los alimentos por unidad experimental, y la cantidad se fue incrementando de acuerdo al consumo diario registrado, para asegurar que no se quedaran sin alimento en ningún momento. De la primera a la cuarta semana, la porción diaria de alimento se dividió en dos, ofreciéndose la primera porción a las 08:00 h y la segunda, a las 20:00 h. En las últimas dos semanas, las porciones diarias de T30 y T45 se dividieron en cuatro raciones para evitar la selección del componente de mayor preferencia (concentrado) y asegurar un consumo más homogéneo a través del tiempo, y se proporcionaron a las 8:00, 12:00, 20:00 y 24:00 horas del día.

Los animales se pesaron sin dietar el primer día del experimento y después cada 7 días, a las 8:00 h en una báscula ES-3000H con capacidad para 3000 g x 0.1 g.

Se determinó la eficiencia productiva de los conejos a partir del consumo de materia seca, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y la rentabilidad en cada tratamiento.

El consumo de materia seca se determinó diariamente por diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado, y el resultado se ajustó a base seca. La ganancia de peso se obtuvo por diferencia entre el peso de la semana anterior y la semana siguiente

expresada en gramos. Para obtener la conversión alimenticia se dividió el consumo total de alimento entre el peso ganado durante los 42 días y se expresó en kilogramos. La rentabilidad se calculó en base a un presupuesto parcial, en el cual no se tomó en cuenta los costos de instalaciones y equipo, únicamente se tomaron en cuenta los ingresos y los egresos por concepto de manejo, alimentos y elaboración de pellets. La energía digestible de los frutos y del alimento comercial se estimó utilizando la fórmula propuesta por De Blas *et al.* (1992), que utiliza el contenido de fibra detergente ácida, y la concentración de la proteína cruda de los alimentos.

Cálculo de la energía digestible del concentrado:

$$ED \text{ (Mcal/kg)} = 3.18 - 0.048 \text{ FDA (\%MS)} + 0.024 \text{ PC (\%MS)}$$

$$ED \text{ (Mcal/kg)} = 3.18 - 0.048 \text{ FDA (19.45)} + 0.024 \text{ PB (17)}$$

$$ED \text{ (Mcal/kg)} = 2.2464 + 0.408$$

$$ED \text{ (Mcal/kg)} = 2.6544 = 2,654.4 \text{ Kcal/kg.}$$

Cálculo de la energía digestible de frutos:

$$ED \text{ (Mcal/kg)} = 3.18 - 0.048 \text{ FDA (\%MS)} + 0.024 \text{ PC (\%MS)}$$

$$ED \text{ (Mcal/kg)} = 3.18 - 0.048 \text{ FDA (41.05)} + 0.024 \text{ PC (13.59)}$$

$$ED \text{ (Mcal/kg)} = 1.2096 + 0.336$$

$$ED \text{ (Mcal/kg)} = 1.5357 = \mathbf{1,535.7 \text{ Kcal/kg.}}$$

## 7.7. Análisis estadísticos

Los datos de consumo de las pruebas de cafetería se analizaron mediante un análisis de varianza para un diseño completamente al azar y el modelo incluyó el efecto de especie

de árbol, día y la interacción especie por día; se utilizó el procedimiento GLM y la prueba de medias LSmeans.

Los datos de consumo voluntario se normalizaron utilizando la transformación de Johnson con el programa estadístico MINITAB 15<sup>®</sup>. Una vez normalizados, los datos se analizaron utilizando el procedimiento MIXED y la matriz de covarianza AR (1). El modelo incluyó los efectos fruto, día y la interacción fruto por día, tomando como efecto aleatorio animal anidado en fruto. Se realizó la comparación de medias del consumo entre frutos y días utilizando la prueba de Tukey.

Los consumos de los conejos en el experimento de eficiencia productiva se transformaron a logaritmo natural para disminuir la varianza y se analizaron utilizando el procedimiento GLINMIX y se incluyeron los efectos fruto, día y la interacción fruto por día, como efecto aleatorio se utilizó animal anidado en fruto. Mientras que los datos de peso se analizaron por el procedimiento GLINMIX, incluyendo los efectos de tratamiento, semana y la interacción de tratamiento por semana, y se utilizó la prueba de Tukey para comparar las medias. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico Statistical Analysis System SAS (SAS, 2010).

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1. Preferencia por frutos triturados

Los conejos mostraron preferencias por los frutos triturados ( $P < 0.001$ ). El fruto más preferido fue *C. mangense* ( $0.58 \pm 0.76$  g;  $P < 0.001$ ), mientras que *C. cacalaco* y *G. ulmifolia* fueron los menos preferidos ( $0.11 \pm 0.44$  y  $0.09 \pm 0.34$  g, respectivamente;  $P < 0.05$ ). No obstante que los conejos expresaron preferencia, los consumos de todos los frutos durante los 20 minutos de oferta, fueron bajos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Consumo de frutos triturados y ofrecidos a conejos Nueva Zelanda de 35 días de edad, en periodos de 20 minutos, durante un periodo de 7 días.

Fruto	Consumo (g MS/animal)
<i>Chloroleucon mangense</i>	$0.58 \pm 0.76^a$
<i>Senna atomaria</i>	$0.36 \pm 0.82^b$
<i>Acacia cochliacantha</i>	$0.28 \pm 0.48^c$
<i>Vachellia pennatula</i>	$0.18 \pm 0.50^{de}$
<i>Caesalpinia cacalaco</i>	$0.11 \pm 0.44^{ef}$
<i>Guazuma ulmifolia</i>	$0.09 \pm 0.34^f$

a, b, c, d, e, f Medias con distinta literal son diferentes,  $\alpha = 0.05$ .

Los frutos ofrecidos en esta prueba de preferencia se presentaron por periodos cortos de tiempo y ofertando cantidades limitadas, esto supone como resultado un consumo de cantidades pequeñas. Sin embargo, a pesar de estas circunstancias se observó cierta resistencia de los conejos al consumo y algunos comportamientos ingestivos tales como

el estornudo constante, la salivación excesiva y mayor tiempo en la masticación. Esta respuesta pudo deberse a que los conejos tienen la habilidad nata o están capacitados anatómicamente para morder y no consumen alimentos muy molidos (Cheeke, 1987). Mejorar la presentación de los frutos utilizados se convirtió entonces en una prioridad para probar la preferencia de los conejos, eliminando la limitante de no aceptación de los conejos a consumir alimentos con tamaño de partícula pequeños.

## 8.2. Preferencia por frutos en forma de pellets

En esta segunda prueba, cuando los mismos frutos se ofrecieron en forma de pellets, los conejos también mostraron preferencias ( $P < 0.001$ ; Cuadro 3). Sin embargo, los consumos de los frutos más preferidos fueron más altos que en la prueba anterior, y en ésta, los frutos de *G. ulmifolia* fueron los más aceptados ( $4.5 \pm 3.3$  g;  $P < 0.001$ ), seguido de *C. mangense* ( $2.79 \pm 1.9$  g;  $P = 0.003$ ), que en la primer prueba había sido el más preferido. Al igual que en el primer ensayo, los frutos de *C. cacaíaco* volvieron a ser los menos consumidos ( $0.26 \pm 0.97$  g;  $P < 0.001$ ).

Cuadro 3. Consumo de frutos en forma de pellets ofrecidos a conejos Nueva Zelanda de 70 días de edad, por periodos de 20 min, durante un periodo de 7 días.

Fruto	Consumo (g MS/animal)
<i>Guazuma ulmifolia</i>	4.50 ± 3.34 <sup>a</sup>
<i>Chloroleucon mangense</i>	2.79 ± 1.87 <sup>b</sup>
<i>Senna atomaria</i>	2.18 ± 1.73 <sup>c</sup>
<i>Vachellia pennatula</i>	1.75 ± 2.51 <sup>cd</sup>
<i>Acacia cochliacantha</i>	1.49 ± 1.35 <sup>de</sup>
<i>Caesalpinia cacalaco</i>	0.26 ± 0.97 <sup>f</sup>

<sup>a, b, c, d, e, f</sup> Medias con distinta literal son diferentes  $\alpha = 0.05$ .

En esta investigación, la preferencia real pudo observarse después de cambiar la presentación a pellets, lo cual nos dio la seguridad para elegir el o los frutos con mayor palatabilidad para esta especie. Se sabe que el pellet favorece al consumo de materia seca y reduce los tiempos de consumo en comparación con alimentos molidos (Fernández *et al.*, 1998; Nieves *et al.*, 2005). Se han encontrado referencias de la preferencia por estos frutos en rumiantes (Medina *et al.*, 2008; Olivares *et al.*, 2012) pero no en conejos y con esta investigación se obtuvo evidencia de que los frutos arbóreos forrajeros, pueden incluirse en la dieta de conejos y que el guácimo es el fruto con mayor potencial.

La preferencia entre frutos pudo deberse al sabor y olor que su composición química les confiere. Así por ejemplo, los gránulos de *G. ulmifolia* poseen un sabor dulce y un olor a melaza (ingrediente que se sabe que aumenta la palatabilidad de los alimentos; Blas *et al.*, 1995) mientras que los demás frutos poseían un sabor más fuerte, que pudo haber

influido a que los animales se saturaran de su sabor más rápido en comparación con *G. ulmifolia*.

Estos resultados respaldan la primera hipótesis particular que asevera que los frutos en pellets favorecen el consumo voluntario de los conejos en engorda, y también la segunda hipótesis que hace referencia a que los conejos muestran preferencia entre los frutos ofrecidos simultáneamente, por lo que estas dos hipótesis no se rechazan.

### 8.3. Consumo voluntario de frutos

Los conejos consumieron cantidades distintas de los cinco frutos ofrecidos ( $P < 0.001$ ); y consistente con los resultados de la prueba de preferencia con frutos en forma en pellets, el más consumido fue *G. ulmifolia* ( $P < 0.001$ ; Cuadro 4), siendo tres veces mayor ( $37.6 \pm 3.3$  g/día) que el consumo del siguiente fruto que fue huizache. El fruto menos aceptado fue frijolillo con  $2.4 \pm 3.8$  g ( $P = 0.39$ ). Los consumos voluntarios de *G. ulmifolia* por los conejos fueron muy buenos (25%;  $P < 0.05$ ; Cuadro 4), mayores para *V. pennatula* y *C. mangense* y bajos para *A. cochliacantha* y *S. atomaria*.

Cuadro 4. Consumo voluntario total, de concentrado comercial y de frutos en conejos Nueva Zelanda de 70 días de edad, durante un periodo de 7 días.

Fruto	Consumo total (g MS d <sup>-1</sup> )	Concentrado (g MS d <sup>-1</sup> )	Fruto (g MS d <sup>-1</sup> )	Fruto (%)*
<i>Guazuma ulmifolia</i>	149.8 ± 32.9	112.0 ± 22.3	37.8 ± 3.3 <sup>a</sup>	25.2
<i>Vachellia pennatula</i>	141.3 ± 22.8	128.6 ± 19.3	12.7 ± 3.3 <sup>b</sup>	9.0
<i>Chloroleucon mangense</i>	142.1 ± 22.4	134.0 ± 20.4	8.1 ± 3.3 <sup>c</sup>	5.7
<i>Acacia cochliacantha</i>	130.1 ± 20.6	125.7 ± 18.3	4.4 ± 3.3 <sup>d</sup>	3.4
<i>Senna atomaria</i>	131.6 ± 21.0	128.2 ± 19.0	3.4 ± 3.8 <sup>d</sup>	2.6
Testigo	129.0 ± 14.9	129.0 ± 14.9	-	-

a, b, c, d Medias con distinta literal son diferentes,  $\alpha = 0.05$ . \* Equivale al consumo de frutos (g) expresado en porcentaje del consumo total.

Los consumos difirieron también a través de los 7 días del experimento ( $P = 0.001$ ). La mayor ingestión sucedió durante los dos primeros días, después se registró una disminución en los días 3 y 4, y finalmente aumentó en los últimos 3 días (Figura 4). El patrón de consumo variable a lo largo del tiempo se considera normal en los fitófagos cuando tienen la oportunidad de elegir alimentos con características químicas diferentes, porque los animales se sacian del sabor o de los nutrientes que estos contienen, dejando de lado un alimento para consumir otros disponibles alternando su ingesta (Provenza, 1995).

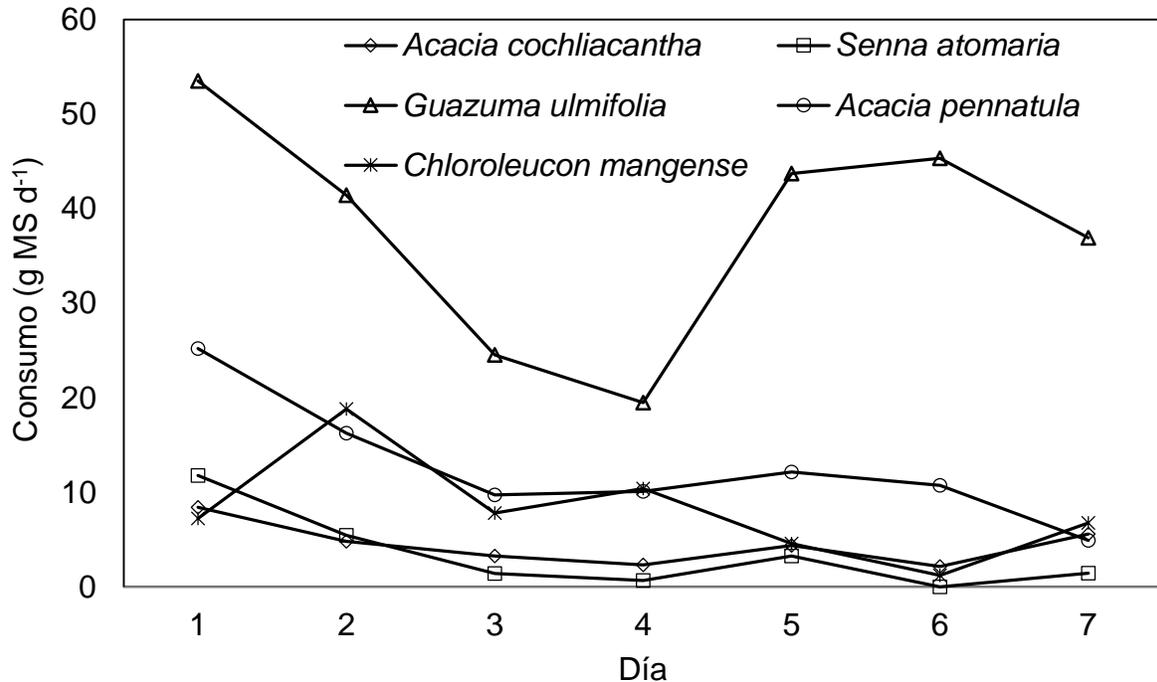


Figura 4. Consumo voluntario diario de frutos en conejos Nueva Zelanda de 70 días de edad, durante un periodo de 7 días.

El consumo de los frutos por los conejos se dio desde el primer día de ofrecerlos, observándose las mismas tendencias que en la prueba de preferencia por frutos en pellets en la que habían estado anteriormente. Los consumos variables entre días puede atribuirse a cambios temporales en la preferencia de los animales que pueden obedecer a la saciedad temporal de nutrientes, compuestos secundarios o el sabor (Provenza, 1995).

La tercera hipótesis particular enuncia que los conejos incluyen voluntariamente en su dieta diaria proporciones moderadas de frutos, sin sustituir completamente el alimento base y sin afectar el consumo diario de materia seca, y en base a los resultados de esta etapa, esta hipótesis no se rechaza. Los conejos sustituyeron el alimento base de 2.6 a 25.2% según el tipo de fruto, sin sustituir completamente el alimento comercial, y aunque

si hubo efecto en el consumo diario de materia seca, fue un efecto positivo porque el consumo no disminuyó.

#### 8.4. Comportamiento productivo de los conejos

El alimento concentrado comercial que se utilizó sobrepasa las cantidades recomendadas de PC, ED, FC y FDA (Cuadro 5) para los conejos en engorda (Lebas, 1989; Maertens, 1992; Gonzáles-Mateos y Piquer, 1994).

Cuadro 5. Composición química (base seca) del concentrado comercial y de los frutos utilizados en la alimentación de conejos Nueva Zelanda, en etapa de finalización.

ESPECIE	PC	FC	FDN	FDA	EE	CEN	LIG	EB	ED
Concentrado	17.9	15.1	28.4	19.5	4.6	11.0	5.0	3626	2654
<i>Caesalpinia cacalaco</i>	8.5	21.7	-	-	-	4.3	-	3558	-
<i>Senna atomaria</i>	9.7	39.4	63.0	40.9	0.7	5.0	-	3838	-
<i>Vachellia pennatula</i>	9.8	40.9	72.8	49.5	0.4	4.0	-	3661	-
<i>Guazuma ulmifolia</i>	13.6	36.0	56.0	41.1	1.5	4.7	15	3827	1536
<i>Acacia cochliacantha</i>	12.1	29.8	72.9	45.5	0.7	4.2	-	3604	-
<i>Chloroleucon mangense</i>	20.7	25.9	45.4	31.0	0.4	4.2	-	3838	-

PC: proteína cruda, FC: fibra cruda, FDN: fibra detergente neutra, FDA: fibra detergente ácida, EE: extracto etéreo, CEN: cenizas, LIG: lignina, EB: energía bruta y ED: energía digestible.

El contenido de PC en los frutos analizados osciló de 8.5 (*C. cacalaco*) a 20.7% (*C. mangense*), esta concentración es considerada aceptable, ya que se pueden hacer

mezclas entre frutos o con otros ingredientes y obtener la cantidad de proteína necesaria para los animales; los porcentajes de FC, FDN y FDA contenidos en los frutos resultan altos para la alimentación de estos leporídeos; la cantidad de cenizas fue muy similar entre frutos y es comparable a la contenida en la cascarilla de soya o avena (FEDNA, 2012); los frutos también poseen una cantidad EE aceptable, destacando *G. ulmifolia* de los cuales se obtuvo también tres veces más lignina que del alimento comercial; la energía bruta de los frutos de *C. mangense*, *S. atomaria* y *G. ulmifolia* superaron las 3800 kcal/kg, seguidos de *V. pennatula*, alimento balanceado y *A. cochliacantha* con más de 3600 kcal/kg, y el fruto que menos calorías tiene fue *C. cacalaco* (3,558 kcal/kg; Cuadro 5). La energía digestible estimada del alimento comercial se encontró en los límites máximos recomendados (2,655.4 kcal/kg), siendo mayor que la del fruto de *G. ulmifolia* por más de 1100 kcal/kg; los tratamientos T15 y T30 se encontraron dentro de los parámetros recomendados (2,437.4 y 2,374.7 kcal/kg) y el T45, estuvo apenas por debajo de lo permisible (2,195.7 kcal/kg; Cuadro 6).

Cuadro 6. Energía digestible estimada del alimento comercial, de frutos y total en la dieta diaria de conejos Nueva Zelanda en periodo de finalización. Los tratamientos fueron 0 (T0), 15 (T15), 30 (T30) y 45% (T45) de frutos de *Guazuma ulmifolia* en la dieta.

Tratamiento	Concentrado comercial (kcal kg <sup>-1</sup> )	<i>Guazuma ulmifolia</i> (kcal kg <sup>-1</sup> )	Energía total (kcal kg <sup>-1</sup> )
T0	2,654.4	0.0	2,654.4
T15	2,229.7	245.7	2,475.4*
T30	1,990.8	383.9	2,374.7*
T45	1,566.1	629.6	2,195.7

\*Valores de energía digestible dentro del rango recomendado para conejos en etapa de finalización.

Con base a los tratamientos, durante el experimento se ofreció 45, 30, 15 y 0% de pellets de *G. ulmifolia* para sustituir el alimento comercial (ofrecidos de manera simultánea en cada tratamiento). Sin embargo, los consumos reales fueron 41, 25, 16 y 0%, para cada uno de esos tratamientos (Figura 5).

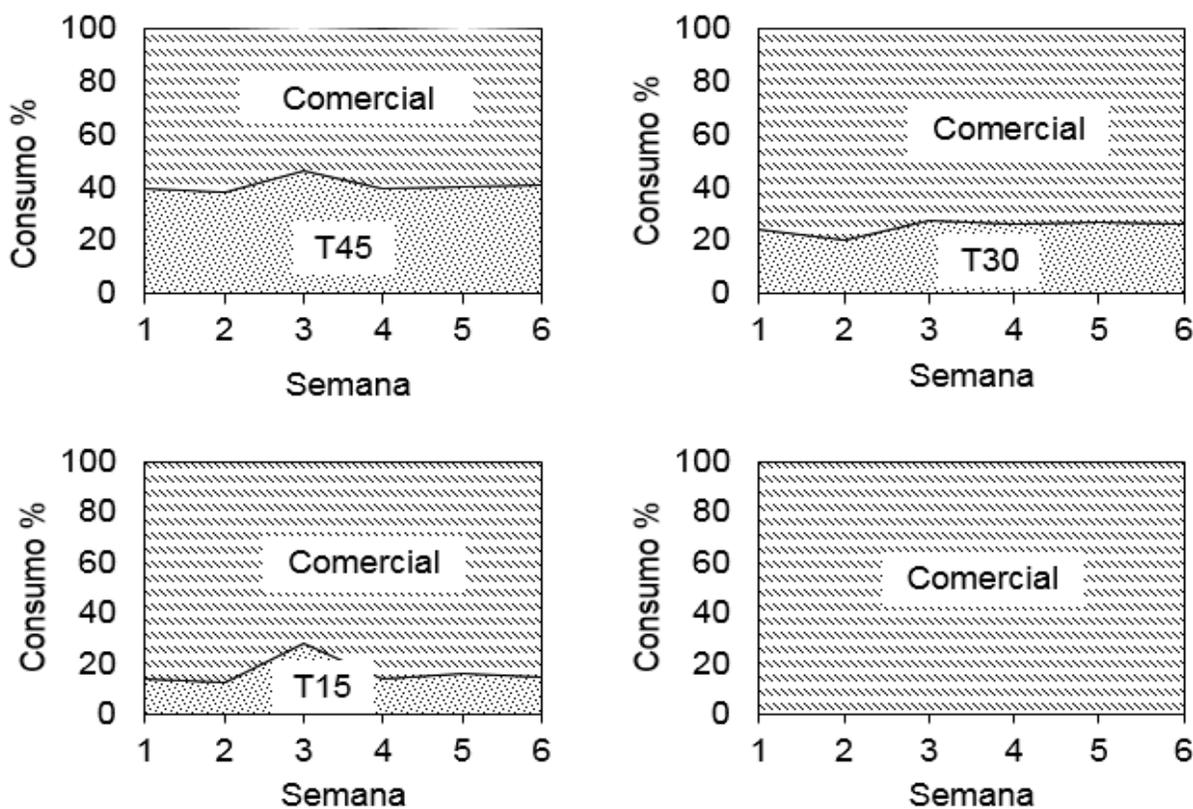


Figura 5. Consumo real de fruto de *Guazuma ulmifolia* y alimento comercial (BS) por conejos Nueva Zelanda en etapa de finalización por un periodo de seis semanas. Los tratamientos fueron 0 (T0), 15 (T15), 30 (T30) y 45% (T45) de fruto en la dieta.

Esta discrepancia sucedió porque los conejos tuvieron la oportunidad de elegir entre los frutos y el alimento comercial. En las sustituciones bajas se terminaban primero el fruto y en las sustituciones altas se terminaban primero el alimento comercial, rechazando

cierta cantidad por día que era más evidente en los días con mayor temperatura ambiental. Los porcentajes del consumo diario real, tienen una tendencia a los estimados en la prueba de consumo voluntario llevada a cabo antes de este experimento en la cual los conejos habían incluido voluntariamente hasta el 25% en su dieta diaria.

Los conejos consumieron cantidades distintas de materia seca por día ( $P < 0.001$ ; Figura 6). El menor consumo se registró en los animales asignados al tratamiento testigo ( $72.51 \pm 23.6$ ;  $P < 0.001$ ) y los mayores se registraron en los tratamientos que consumieron *G. ulmifolia* sin existir diferencias entre ellos ( $P > 0.05$ ), que en promedio consumieron 12 g más que el testigo.

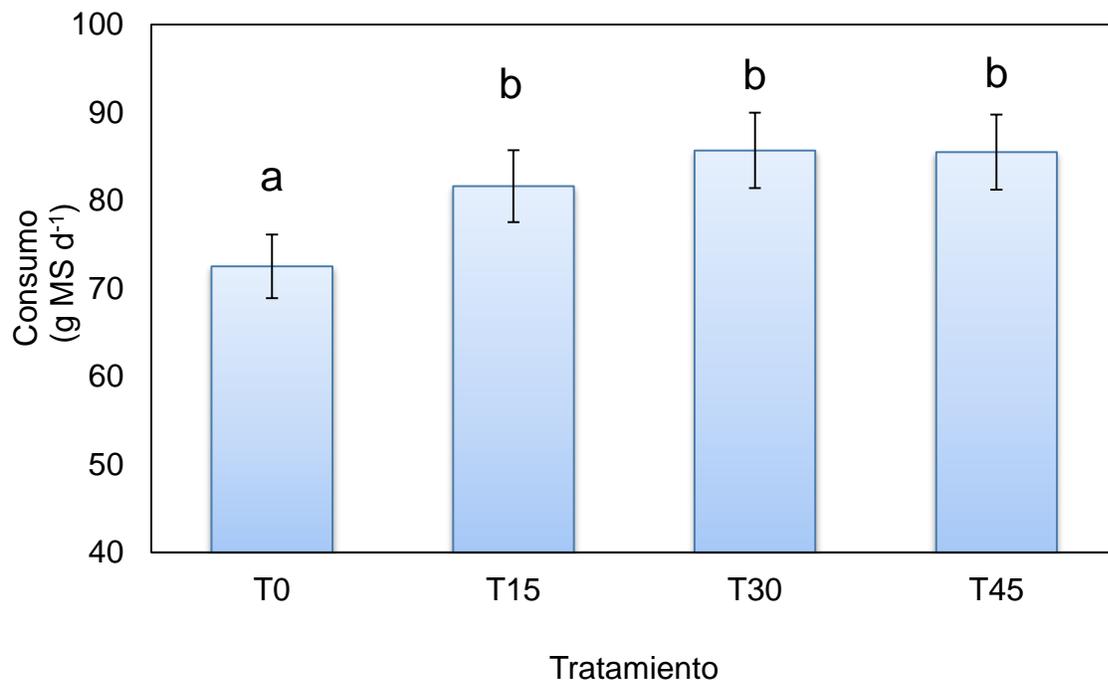


Figura 6. Consumo de alimento comercial y de fruto de *Guazuma ulmifolia* (BS) en pellets por conejos en engorda, ofrecido simultáneamente en un periodo de seis semanas. Barras con distinta literal indican diferencia estadística entre medias  $\alpha = 0.05$ .

Durante los 42 días de experimento, el consumo diario de materia seca fue variable por efecto de la interacción tratamiento y día como sucedió en el experimento de consumo voluntario ( $P < 0.001$ ; Figura 7). Sin embargo, los animales asignados al tratamiento testigo tuvieron disminuciones en el consumo más abruptas en comparación con los conejos que consumieron fruto. Este hecho puede presentarse cuando los ingredientes utilizados para elaborar alimentos balanceados proveen más carbohidratos y una menor proporción de fibras largas que los conejos necesitan para incrementar la eficiencia del ciego y disminuir los riesgos de diarreas ocasionadas por bacterias que causan una fermentación indeseable, y por consecuencia los animales dejan de consumir alimento (De Blas y García, 1993). Esto sucedió en nuestro experimento y explicaría la mortalidad más alta (25%) registrada en los animales que consumieron solo alimento comercial. En cambio, los conejos que consumieron más guácimo (41%) llegaron al final del experimento sin registrar pérdida alguna (0% de mortalidad).

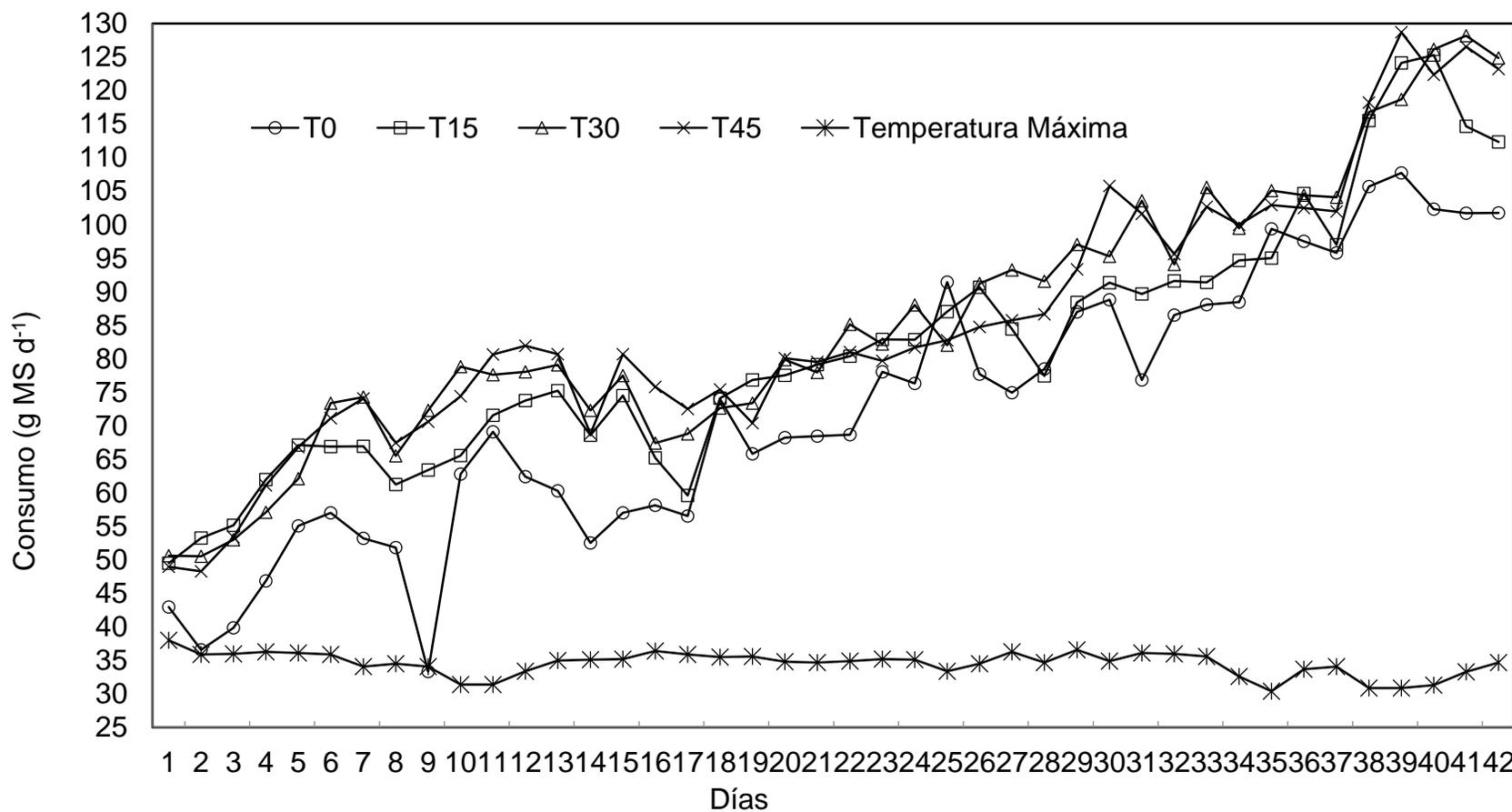


Figura 7. Relación entre el consumo de materia seca de conejos Nueva Zelanda en etapa de finalización y las temperaturas máximas diarias durante el experimento. Los tratamientos fueron 0 (T0), 15 (T15), 30 (T30) y 45% (T45) de frutos de *Guazuma ulmifolia* en la dieta.

Los pesos de los conejos difirieron por efecto de los tratamientos ( $P < 0.001$ ). Los animales que ganaron mayor peso fueron los que consumieron 16, 0 y 25% de alimento elaborado con frutos de *G. ulmifolia*, que a su vez fueron similares entre sí ( $P > 0.05$ ;  $248.9 \pm 5.0$ ,  $243.4 \pm 5.5$  y  $220.6 \pm 5.6$ ), y superiores a los que consumieron 41% de fruto ( $208.4 \pm 4.8$ ; Figura 8).

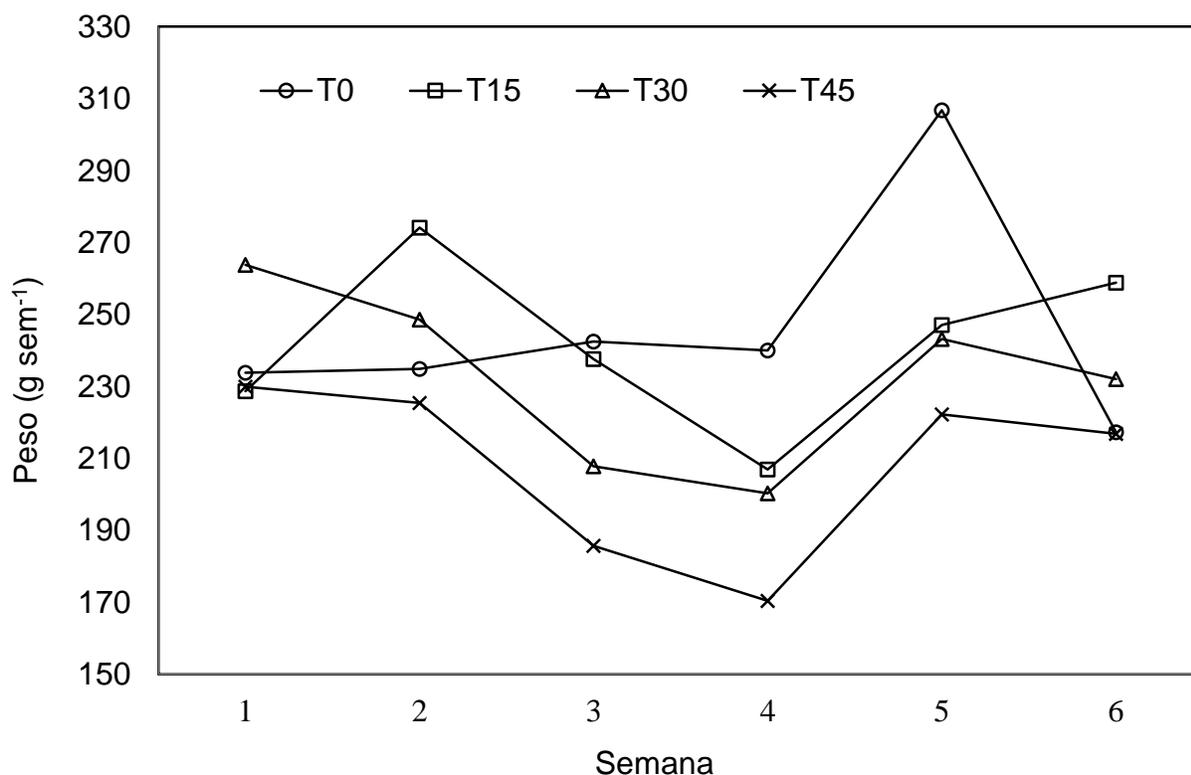


Figura 8. Peso ganado en conejos Nueva Zelanda en etapa de finalización durante un periodo de seis semanas. Los tratamientos fueron 0 (T0), 15 (T15), 30 (T30) y 45% (T45) de frutos de *Guazuma ulmifolia* en la dieta.

La ganancia diaria de peso, disminuyó a medida que los conejos consumieron más fruto. Lo anterior se puede atribuir a una menor cantidad de proteína en la dieta ya que el fruto de guácimo posee menos del 14%, cuando las fórmulas comerciales están balanceadas

al 17%, que es la cantidad recomendada para proveer los aminoácidos esenciales que esta especie necesita para su óptimo crecimiento.

A lo largo del experimento, el peso difirió por efecto de la interacción entre tratamiento y tiempo ( $P = 0.05$ ; Figura 8), aunque al final fue posible discernir qué tratamiento redituó el mayor peso ganado sin considerar las fluctuaciones intermedias. En general los conejos que recibieron 30 y 45% de frutos de *G. ulmifolia* tienen una tendencia similar en las ganancias semanales que disminuyeron en las semanas 3 y 4. Los tratamientos con 0 y 15% de fruto también tuvieron fluctuaciones a lo largo de las semanas distinguiéndose el primer tratamiento porque las ganancias siempre se incrementaron, a excepción de la última semana que disminuyó drásticamente.

En cuanto a las fluctuaciones también observadas en el consumo a través del tiempo, el consumo se correlacionó con las temperaturas máximas diarias ( $P < 0.01$ ; Figura 7), que oscilaron entre 30.4 y 38.0 °C; en general la relación entre el consumo y la temperatura fue negativa en todos los tratamientos ( $r^2 = -0.316, -0.404, -0.247$  y  $-0.537$  en los tratamientos T0 a 45%, respectivamente ( $P < 0.0001$ ). Por tanto es posible que esta variable ambiental haya influido particularmente en el consumo y a su vez en las ganancias de peso, sin embargo, no se puede descartar la posibilidad de que los consumos y por consecuencia las ganancias de peso, también respondieran de manera diferenciada por la disponibilidad de dos tipos de alimento que pudieran interaccionar haciendo que los animales en los distintos tratamientos tuvieran patrones de consumos diferentes a lo largo del experimento.

En ambientes templados de Europa se han reportado ganancias de peso hasta 40.3 g diarios en conejos alimentados con dietas integrales complementadas con aminoácidos esenciales (Fernández *et al.*, 2001), o adicionadas con grasa animal (Fernández *et al.*, 1998). Esas ganancias de peso superan a las observadas en esta investigación. Sin embargo, las ganancias reportadas en esta investigación, son mayores a las de conejos engordados en climas templados de México. Por ejemplo, Acosta y Bautista (1995) alimentaron conejos con dietas integrales (basadas en *Vicia sativa* L.) que ganaron 28.5 g día<sup>-1</sup>, y Bautista y Aguilar (1994) que incluyeron *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* L. en dietas integrales reportaron de 25.4 a 34.4 g día<sup>-1</sup>.

Tradicionalmente se ha estimado que las condiciones de clima tropical afectan negativamente los parámetros productivos de los conejos (Fernández *et al.*, 1991). Nuestros resultados son comparables a algunos de los reportados en climas templados aun cuando la investigación se realizó en condiciones de clima cálido, más aún, son superiores a lo que hasta ahora se ha reportado en climas cálidos. Por ejemplo, Nieves *et al.* (2001) encontraron entre 19.0 y 26.1 g día<sup>-1</sup> alimentando con dietas integrales que contenían *Trichanthera gigantea* en diferentes porcentajes; posteriormente, Nieves *et al.* (2009) observaron entre 21.9 y 29.5 g día<sup>-1</sup> cuando utilizaron dietas granuladas que incluían forrajes locales; y Montejo *et al.* (2010), quienes elaboraron dietas integrales y *Albizia lebbek* observaron ganancias de peso menores 16.3 g día<sup>-1</sup>. Una posible explicación es que la alta calidad nutritiva del concentrado comercial y a que la adición de frutos de *G. ulmifolia* mantuvo el balance de energía en la dieta aun en los distintos porcentajes de sustitución del concentrado; esto no sucede cuando se alimenta con

forrajes que no proporcionan la energía necesaria para los conejos en crecimiento (Fernández-Carmona *et al.*, 1998).

Aunque el consumo voluntario se asoció negativamente con las temperaturas máximas, esta variable y las ganancias de peso observadas no denotan que los conejos hayan sufrido estrés al grado de comprometer sus parámetros productivos, aun cuando durante el experimento hubo temperaturas máximas de 38°C.

Los animales que no consumieron *G. ulmifolia* (T0) tuvieron mejor tasa de conversión alimenticia y esa eficiencia fue disminuyendo a medida que se incrementó el porcentaje de frutos en la dieta (Cuadro 7). Este hecho pudo haber sucedido porque el alimento comercial contiene la cantidad de aminoácidos esenciales que los conejos necesitan para formar tejidos y los animales que consumieron más fruto, necesitaban más de este alimento para poder cumplir con sus requerimientos nutricionales.

Cuadro 7. Conversión alimenticia de conejos Nueva Zelanda, en un periodo de 42 días. Los tratamientos fueron 0 (T0), 15 (T5), 30 (T30) y 45% (T45) de frutos de *Guazuma ulmifolia* en la dieta.

Variables	T0	T15	T30	T45
Conversión alimenticia (kg)	2.0	2.3	2.7	2.9
Consumo total de alimento (kg)	3.0	3.4	3.6	3.6
Peso vivo (kg/animal)	1.5	1.5	1.3	1.3

La rentabilidad de los tratamientos se determinó a partir del presupuesto parcial (Peniche *et al.*, 2010) y fue diferente entre tratamientos (Cuadro 8). El consumo total de frutos por conejo fue mayor cuando se ofertó 45% (1.6 kg), y consumieron menos alimento concentrado (2.4 kg). El consumo total de alimento fue mayor en el T30 (4.1 kg) y el menor consumo lo tuvieron los animales que no consumieron frutos (3.4 kg).

La elaboración del alimento con guácimo tuvo un costo de \$4.50/kg y el precio del alimento comercial comprado en bulto de 40 kg fue de \$7.20/kg. El menor costo de alimento por conejo se registró en los animales que consumieron más guácimo (T45 \$24.8) y los costos más elevados fueron los del tratamiento T30 (\$26.5).

La mortalidad fue mayor en el tratamiento testigo y en el tratamiento donde se ofreció 30% fruto (25%). Lo cual estuvo muy relacionado con los ingresos totales que fueron menores en estos tratamientos (\$192.6 y \$186.1, respectivamente), registrándose un mayor ingreso por conejos totales en el tratamiento que incluyó más fruto en la dieta (\$401.9).

Cuadro 8. Presupuesto parcial de la finalización de conejos Nueva Zelanda, en un periodo de 42 días. Los tratamientos fueron 0 (T0), 15 (T5), 30 (T30) y 45% (T45) de frutos de *Guazuma ulmifolia* en la dieta.

CONCEPTO	T0	T15	T30	T45
<b>Consumo y costos unitarios</b>				
Consumo total de fruto por conejo (kg)	0.0	0.6	1.0	1.6
Consumo total de concentrado (kg MS/animal)	3.4	3.3	3.1	2.4
Consumo total (kg MS/animal)	<b>3.4</b>	<b>3.9</b>	<b>4.1</b>	<b>4.0</b>
Costo por consumo de fruto (\$/conejo)	0.0	2.8	4.5	7.4
Costo por consumo de concentrado	24.8	23.4	22.0	17.2
Costo total (\$/conejo)	<b>24.8</b>	<b>26.2</b>	<b>26.5</b>	<b>24.7</b>
<b>Balance parcial por tratamiento</b>				
Mortalidad (%)	25	8	25	0
Animales finalizados (individuos)	9	11	9	12
Costo total por alimentación (\$)	223.1	288.2	238.5	295.9
Costo por compra de animales (\$)	300.0	300.0	300.0	300.0
Costo total por mano de obra (\$)	150.0	150.0	150.0	150.0
Egresos totales (\$)	<b>673.1</b>	<b>738.2</b>	<b>688.5</b>	<b>745.9</b>
Peso de la canal (kg)	1.1	1.1	1.1	1.1
Carne total producida (kg)	9.6	12.0	9.7	12.8
Precio de carne (\$/kg)	90.0	90.0	90.0	90.0
Ingresos totales (\$)	865.7	1081.8	874.6	1147.8
Beneficio Neto por tratamiento (\$)	<b>192.6</b>	<b>343.5</b>	<b>186.1</b>	<b>401.9</b>
Beneficio Neto por conejo (\$)	21.4	31.2	20.7	33.5

Costos y precios estimados en julio de 2014.

Lo anterior nos lleva a aceptar parcialmente la cuarta hipótesis que dice: Los conejos pueden sustituir el alimento concentrado comercial por fruto de guácimo hasta en un 30% sin afectar su ganancia diaria de peso, consumo de materia seca, conversión alimenticia y la rentabilidad económica, ya que si bien no existió diferencia en la ganancia de peso,

si la hubo en el consumo de materia seca, la conversión alimenticia y en la rentabilidad económica. Sin embargo, aunque esta hipótesis se rechazara, incluir más del 30% de frutos en la dieta resulta en un balance financiero positivo, aun cuando los conejos consumen más materia seca haciendo que la conversión alimenticia sea menor, porque lo que más consumen son frutos que resultan más baratos.

## 9. CONCLUSIONES

La mejor forma de utilizar los frutos en la alimentación de conejos es en pellet; en esta presentación, el fruto de mayor preferencia y consumo para conejos es *G. ulmifolia* y este fruto puede incluirse en la dieta de conejos de engorda hasta en un 30%, sin afectar sus parámetros productivos. Aun cuando los frutos de *G. ulmifolia* fueron los más preferidos, los otros frutos evaluados también pueden tener potencial para alimentar conejos, bajo otros protocolos de alimentación que deben investigarse.

Los resultados de este estudio muestran la importancia de alimentar conejos con frutos de *G. ulmifolia*, puesto que evidencia un incremento en la rentabilidad y el costo por el valor agregado se convierte en un ingreso extra para las familias que adopten este sistema de producción.

## 10. LITERATURA CITADA

- Acosta, S. V. y N. Bautista O. 1995. Evaluación de una dieta granulada con 89% de veza común (*Vicia sativa* L.) para conejos destetados. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. De México, México. 38 p.
- ANCUM (Asociación nacional de cunicultores de México). 2010. Breve reseña de la evolución de la cunicultura en México. [En línea]. Disponible en: <http://www.ancum.org.mx/>. (Consulta: marzo de 2013).
- Bautista, C. P. 2011. Factores que inciden en el establecimiento de especies de plantas y animales, en los patios familiares del Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz. Tesis de Maestría. Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Tepetates, Ver., México. 89 p.
- Bautista, E. O., N. Molina y L. Rodríguez. 1999. Utilización de la pulpa de café ensilada con melaza y bacterias en raciones para conejos en crecimiento y engorde. En: Memorias X Congreso Venezolano de Zootecnia. San Cristóbal, Táchira, Venezuela 37 p.
- Bautista, O. J. y J. C. Aguilar S. 1994. Evaluación de dietas granuladas altas en zacate orchard (*Dactylis glomerata*) en conejos destetados. Tesis de Licenciatura. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. De México, México. 38 p.
- Blas E., J. Fernández–Carmona y C. Cervera. 1995. Recomendaciones en alimentación y racionamiento de conejos. *In*: Alimento y racionamiento. Buxadé C. (ed.) Mundi-Prensa. España. pp: 319-332.
- Calva J., L. 2004. La economía mexicana después de 10 años del TLCAN y reflexiones sobre la agricultura, lecciones de la experiencia del Consenso de Washington y el TLCAN. [En línea]. Disponible en: <http://fdcl-berlin.de/fileadmin/fdcl/rita052004.pdf>. (Consulta: julio de 2013).
- Camacho, M. D. 2010. Manual de prácticas de alimentación animal. (ed). Universidad Nacional Autónoma de México, México. 18 p.

- Campo R., F. y J. Villar D. 2012. Forraje verde hidropónico alternativa orgánica para la alimentación animal. *Agricultura Orgánica* 18 (3): 32-34.
- Carabaño R., M. Fraga J., G. Santoma y C. De Blas. 1988. Effect of diet on composition of cecal contents and on excretion and composition of soft feces. *Animal Science* 66 (4): 901-910.
- Carabaño R. y J. Fraga M. 1992. The use of local feeds for rabbits. *Options Méditerranéennes. Série Séminaires* 17: 141-158.
- Casamassima D., C. Manera y S. Mugnoza G. 1988. Influencia del microclima sulla productivita del coniglio. *Riv. Di Coniglicoltura*. 11: 31-35.
- Cervantes, M. A. 2015. Potencial de uso de seis especies de árboles con frutos forrajeros de la selva baja caducifolia. Tesis de Maestría. Programa de posgrado en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Tepetates, Ver., México. 95 p.
- Cheeke P. R. 1987. Rabbit feeding and nutrition. Academic Press, Inc. Orlando, Florida, EUA. 429 p.
- Cheeke P. R. 1984. Perspectivas de la nutrición del conejo en el futuro. *Journal of Applied Rabbit Research* 7: 34-37.
- Chiavenato, I. 1997. Introducción a la teoría general de la administración. 4ª ed. McGraw-Hil. Bogotá, Colombia. pp: 665-694 y 723-765.
- Chulde, C. S. Y. y M. A. Portillo I. 2014. Determinación del efecto de la harina de bagazo de caña y rastrojo de maíz en bloques nutricionales en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) en la etapa de engorde Granja La Pradera – Chaltura, Cantón Antonio Ante. Tesis de licenciatura. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ecuador. 114 p.
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). 2012. Publicaciones sobre la medición de la pobreza en México. [En línea]. Disponible en: <http://www.coneval.gob.mx/InformesPublicaciones/Paginas/Publicaciones-sobre-Medicion-de-la-pobreza.aspx> (Consulta: enero de 2014).

Conway, G. R. 1985. Agroecosystem análisis. *Agricultural administration* 20: 31-35.

De Benavente, T. 1541. Relación de los ritos antiguos, idolatrías y sacrificios de los indios de esta Nueva España, y de la maravillosa conversión que Dios en ellos ha obrado *In: Colección de documentos para la historia de México*. [En línea]. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/130383.pdf> (Consulta: agosto de 2014). 472 p.

De Blas J., C. y G. Santoma. 1984. The nutritive value of feeds for growing fattening rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research*. 7(2): 72-72.

De Blas C., J. Fraga M., J. Villamide M, J Wiseman. 1992. Prediction of the digestible energy and digestibility of gross energy of feeds for rabbits. 2. Mixed diets. *Animal Feed Science and Technology* 39: 39-59.

De Blas, B. C., y P. García R. 1993. Tamaño de partícula de los forrajes en la alimentación de vacas lecheras y conejos. Bases fisiológicas y recomendaciones. En: IX Curso de Especialización FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. España. pp: 11-30.

De Blas C. 1995. Avances en la alimentación energética de conejos. *Boletín de cunicultura* 78: 16-26.

De Gortari, E. 1970. *Iniciación a la lógica*. Editorial Grijalbo, México.

Días, Del C. B. 1632. Historia verdadera de la conquista de la Nueva España. [En línea]. Disponible en: <http://biblioteca-electronica.blogspot.com> (Consulta: julio de 2014).

Duban H., J., N. Gutiérrez G. y O. M. Oviedo. 2012. Uso de subproductos agrícolas en la alimentación de conejos en fase de ceba y reproducción. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 10(2):236-242.

Ellis J., E., C. F. Wiens, C. F. Rodell, J. C. Anway. 1976. A conceptual model of diet selection as an ecosystem process. *Journal of Theoretical Biology* 60: 93-108.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2007. Base de datos estadísticos de la FAO (FAOSTAT). Base de datos. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org>. (Consulta: abril de 2013).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Las mujeres en la agricultura cerrar la brecha de género en aras del desarrollo. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i2050s/i2050s.pdf> (Consulta: enero de 2015).
- FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2008. Ganadería primaria. [En línea]. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/569/default.aspx#ancor> (Consulta: noviembre de 2013).
- FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). 2012. Fundación Española para el Desarrollo de la nutrición animal: Ingredientes para piensos. [En línea]. Disponible en: <http://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo> (Consulta: junio de 2013).
- Fernández-Carmona, J., C. Cervera y C. Sabater. 1991. Efecto del pienso y de una temperatura alta sobre la ingestión de pienso de gazapos lactantes y recién destetados. En: XVI Symposium Nacional Cunicola, Castellón 7, 8 y 9 de mayo. España.
- Fernández-Carmona, J., C. Cervera y J. Pascual J. 2001. Feeding ryegrass hay to growing rabbits, a note. World Rabbit Science 9: 95-99.
- Fernández-Carmona, J., F Bernart, C. Cervera y J. Pascual J. 1998. High lucerne diets for Growing rabbits. World Rabbit Science 6(2): 237-240.
- Fernández-Olalla, M. y A. San Miguel-Ayaz. 2007. La selección de dieta en los fitófagos: conceptos, métodos e índices. Pastos 37(1): 5-47.
- Fekete S. y T. Gippert. 1985. Effect of crude on protein utilization by rabbits. Journal of Applied Rabbit Research 8(1): 31-38.
- Forbes, J.M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB International. Wallingford. UK. p. 532.

- Fuentes F., C. Poblete, M. Huerta y I. Palape. 2011. Evaluación de la producción y calidad nutritiva de avena como forraje verde hidropónico en condiciones de desierto. *IDESIA* 29(3): 75-81.
- Gamboa, C. R. 2001. Estudio de mercado de la carne de conejo en el Municipio de Texcoco. México. Tesis de Maestría. Recursos Genéticos y Productividad, Ganadería. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. 143 p.
- García D., E., M. Medina G., C. Domínguez, A. Baldizán, J. Humbría, y L. Cova, 2006. Evaluación química de especies no leguminosas con potencial forrajero en el estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 24(4): 401-415.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México. (ed) Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Geografía. 213 p.
- Gidenne T. y M. Pérez J. 1993. Effect of dietary starch on digestion on the rabbit. Digestibility measurements from weaning to slaughter. *Animal feed science and Technology* 42: 237-247.
- Gliessman, S. R. 2004. Agroecology and agroecosystems. *In: Agroecosystem Analysis*, American Society of Agronomy. Madison. pp: 19-30.
- Gómez-Oliver, E. Sin fecha. El papel de la agricultura en el desarrollo de México. [En línea]. Disponible en: <http://www.economia.unam.mx/academia/inae/inae2/u1l3.pdf> (Consulta: enero de 2014).
- González-Mateos G. y J. Piquer. 1994. Diseño de programas alimenticios para conejos: aspectos teóricos y formulación práctica. *Boletín de Cunicultura* 76: 16-31.
- Gutiérrez, S. I. 2001. Diseño de piensos para la alimentación de gazapos destetados precozmente. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. 133 p.
- Heady, H. E. 1975. *Rangeland Management*. MacGrawHill. New York pp: 459.

- Hernández, X. E. 1976. Agroecosistemas de México: contribuciones a la enseñanza, investigación y divulgación agrícola. (ed.) Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Herrscher, G. E. 2005. Pensamiento sistémico. Buenos Aires. Editorial Gracia. p. 40-41.
- IAASTD (Evaluación Internacional del Conocimiento, Ciencia y Tecnología en el Desarrollo Agrícola). 2009. Evaluación internacional del conocimiento, ciencia y tecnología en el desarrollo agrícola. Hacia una agricultura multifuncional en pos de una sostenibilidad social, ambiental y económica. [En línea]. Disponible en: <http://www.unep.org/dewa/agassessment/docs/multifunctionalESlowres.pdf> (Consulta: marzo de 2015).
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2010. Políticas para fortalecer la contribución de las mujeres a la agricultura y a la seguridad alimentaria. Ballara M. y Damianovic C. [En línea]. Disponible en: [http://www.iica.int/Esp/Programas/Territorios/Documents/Foro\\_Mujeres/Resumen\\_Ejecutivo.pdf](http://www.iica.int/Esp/Programas/Territorios/Documents/Foro_Mujeres/Resumen_Ejecutivo.pdf) (Consulta: febrero de 2015).
- Lebas F. 1989. Besoins nutritionnels des lapins. Revue bibliographique et perspectives. Cuni-Sciences 5(2): 1-28.
- Lebas F., P. Coudert, H. Rochambeau y R. G. Thébault. 1997. The rabbit; husbandry, and health and production. FAO, Animal Production and Health Series. Roma, Italia.
- Leyva S., C., M. Valdivié y A. Ortiz. 2012. Utilización de harina de frutos y hojas del árbol del pan (*Artocarpus altilis*) en la ceba de conejos Nueva Zelanda Blanco. Pastos y Forrajes 35(4): 443-452.
- Martínez Y., R., R. Santos R., L. Ramírez A. y L. Sarmiento F. 2010. Utilización de Ramón (*Brosimum alicastrum* Sw.) y Cayena (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) en la alimentación de conejos. Zootecnia Tropical 28(2): 153-161.
- Mazorra C., D. Fontes, C. Nieves y A. De Vega. 2009. Estrategias para modificar el consumo voluntario y la selección de alimentos de los pequeños rumiantes en pastoreo. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 43(4): 379-385.

- Medina G., M., D. E. García, L. J. Cova, M. Soca, C. E. Domínguez A. Baldizán y P. Pizzani. 2008. Preferencia de rumiantes por el follaje de árboles, arbustos y herbáceas en la zona baja del estado Trujillo. *Zootecnia Tropical* 26(3):1-5.
- Medinilla, G. I. J., R. Vigil O. y C. R. Platero M. 2010. Evaluación bioeconómica del rendimiento en canal de conejos neozelandés blanco alimentados con tres niveles de forraje verde hidropónico de maíz blanco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad del Salvador. San Salvador. 45 p.
- Maertens L. 1992. Rabbit nutrition and feeding. A review of some recent developments. *Journal of Applied Rabbit Research* 15: 889-913.
- Mercado, J. L. 2008. Análisis de la producción familiar de carne de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) en el municipio de el Oro, Estado de México. Tesis de Maestría. México. Colegio de Postgraduados. 66 p.
- Mertens, D.R. 1994. Regulation of forage intake. *In: Forage quality, evaluation, and utilization*. Fahey, G.C. (ed.). USA. 450 P.
- Moisés, 1440 a.C. Levítico: Animales terrestres comestibles *In: La Santa Biblia*. Sociedad Bíblica Emmanuel. Tercera edición. Editorial Panamericana Formas e Impresos. Colombia. pp: 124-126.
- Moncada, B. M. 2008. Evaluación de las canales de conejo alimentados con germinados de avena, maíz y trigo, y una dieta testigo de alfalfa fresca. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 43 p.
- Montejo L., I., O. López y L. Lamela. 2010. Utilización de piensos criollos con harina de Albizia lebeck para la ceba de conejos alimentados con bejuco de boniato. *Pastos y Forrajes* 33:1-10.
- Morales M., M., J. P. Martínez D., G. Torres H. y J. E. Pacheco V. 2004. Evaluación del potencial para la producción ovina con el enfoque de agroecosistema en un ejido de Veracruz, México. *Técnica Pecuaria en México* 42(3): 347-359.

- Nieves D., D. López y D. Cadena. 2001. Alimentación de conejos de engorde con dietas basadas en materias primas no convencionales y suplementación con *Trichanthera gigantea*. Revista Ciencia y Tecnología UNELLEZ 2:1-14.
- Nieves D., E. Rojas, O. Terán, A. Fuenmayor y C. González. 2005. Aceptabilidad de dietas con naranjillo, *Leucaena*, morera, maní forrajero, batata y yuca en dietas para conejo de engorde. Revista de Ciencia y Tecnología UNELLEZ 23: 19-25.
- Nieves D. y O. Terán. 2006. Uso de recursos arbóreos y arbustivos tropicales para alimentar conejos en Venezuela. Revista Computarizada de Producción Porcina 13:30-33.
- Nieves D., A. Barajas, G. Delgado, C. González y J. Ly. 2008. Digestibilidad fecal de nutrientes en dietas con forrajes tropicales en conejos. Comparación entre métodos directo e indirecto. Bioagro 20(1): 67-72.
- Nieves D., Terán O., Rivas M., Arciniegas G., González C., Ly J. 2009. Performance Traits of Rabbits Fed Tropical Foliage Based Diets. Revista Científica FCV-LUZ 19:173-180.
- Nouel G., M. Espejo, R. Sánchez, P. Hevia, H. Alvarado, A. Brea y G. Mejías. 2003. Consumo y digestibilidad de bloques nutricionales para conejos, compuestos por tres forrajeras del semiárido comparadas con soya perenne. Bioagro 15(1): 23-30.
- Olivares, J., S. Rojas, I. Gutiérrez, E. J. Míreles, M. Trinidad V. y F. Quiroz. 2012. Uso del fruto de tres leguminosas arbóreas en pruebas de cafeteria en rumiantes en el trópico de Guerrero México. En: Reunión Nacional de Cuerpos Académicos del Área de la Medicina Veterinaria y Zootecnia. Mazatlán Sinaloa, 28-30 de noviembre. pp: 62-66.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). Centro de noticias. 2011. La población mundial alcanza hoy los 7.000 millones. [En línea]. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/News/story.asp?newsID=22135#.VQg4n9KG9ic> (Consulta: noviembre de 2013).

- Palma O., R., E. A. Hurtado. 2010. Comportamiento productivo de conejos durante el período de crecimiento-engorde alimentados con frutos de mango (*Mangifera indica*) en sustitución parcial del alimento balanceado comercial. IDESIA 28 (1): 33-373.
- Peniche R., J., A. M. J. Rejón A., E. R. Valencia H y V. C. Pech M. 2010. Análisis de rentabilidad de dos alternativas de alimentación no convencionales en la producción de conejos en el municipio de tixpehual, yucatán, México. Revista Mexicana de Agronegocios 27: 411-418.
- Pote L., M., P. R. Cheeke y N. M. Paton. 1980. Use of greens as a supplement to a pelleted diet for growing rabbits. Journal of Applied Rabbit Research. 3(4):15-20.
- Pro, A. y E. Sosa. 1994. Situación Actual y perspectivas de la cunicultura en México. En: Memorias del primer seminario latinoamericano de cunicultura. Universidad Ezequiel Zamora. Venezuela pp: 59-63.
- Provenza F., D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. Journal of Range Management 48: 2-17.
- Provenza F., D. J. Villalba J., E. Dziba L., B. Atwood S. and E. Banner R. 2003. Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. Small Ruminant Research 49: 257-274.
- Puerto, L. S. M. 2012. Evaluación química de tres especies con potencial forrajero del trópico alto y medio. Tesis de licenciatura. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Rosado- May, F. J. 2014. Concepto de manejo de agroecosistemas. En: XX Aniversario del Programa en Agroecosistemas Tropicales. Colegio de Posgraduados, Campus Veracruz. Ver. México.
- Rosas, P. N. 2013. Demanda actual y potencial de la carne de conejo en el municipio de Texcoco, Estado de México. Tesis de Maestría. Socioeconomía Estadística e informática, Economía. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. 57 p.

- Rossel, J. M. 1996. Situación actual y perspectivas de la cunicultura. *In*: ZOOTÉCNIA bases de la producción animal, producciones cunícola y avícola alternativas. Buxadé C. (ed). Mundi prensa. España. pp: 17-29.
- Rubio B. 2004. La fase agroalimentaria global y su repercusión en el campo mexicano. *Comercio Exterior* 54: 948-956.
- Ruiz G., L. 1993. Aparición de la enfermedad vírica hemorrágica en México y su erradicación. *Cunicultura* 4(2):240-244.
- Ruíz, R. y A. Álvarez. 2007. Análisis nutricional de sistemas sostenibles para bovinos en el Trópico. III Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica. Sancti Spiritus. Cuba. p. 33
- Ruiz-Rosado. O. 2008. Línea de investigación prioritaria en agroecosistemas sustentables. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz. [En línea]. Disponible en: <http://www.colpos.mx/slp/inv/AVANCES%20LPI%202%20Ago%20st08.pdf> (Consulta: enero del 2014).
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). 1977. Dirección general de Avicultura y Especies Menores. Anuario México. p: 275.
- SAS (Statistical Analysis System). 2010. Enterprise Guide ver. 4.3.0. SAS Institute, Inc. Cary, N.C., USA.
- Valdivié M., B. Rodríguez y H. Bernal. 2008. Alimentación de cerdos, aves y conejos con plátano (*Musa paradisiaca* L.). *ACPA* 1:48-50.
- VanSoest P., J. Robertson, and B. Lewis, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74:3583- 3597.
- VanSoest, P. J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press. New York USA.
- Villa-Herrera, A., M. E. Nava- Tablada, S. López-Ortiz, S. Vargas-López, E. Ortega-Giménez y F. Gallardo-López. 2009. Utilización del guácimo (*Guazuma ulmifolia*) como fuente de forraje en la ganadería bovina extensiva del trópico mexicano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10: 253-261.

- Villalba J., J. and D. Provenza F. 1997. Preference for wheat Straw by lambs conditioned with intraruminal infusions of starch Br. Journal of Nutrition 77: 287-297.
- Villalba J., J., D. Provenza F. and H. Guo-Dong. 2004. Experience influences diet mixing by herbivores: implications for plant biochemical diversity. Oikos 107: 100-109.
- Villarruel, F. M. 2014. Agronomía y sustentabilidad. *In: El ingeniero agrónomo ante el reto de la sustentabilidad.* Villarruel F., M. (ed). Instituto Tecnológico de Úrsulo Galván. México. pp: 19-34.
- Von Bertalanffy, L. 1976. El significado de la Teoría General de Sistemas *In: la teoría general de sistemas.* (ed.) Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V. México pp: 17-24.
- Williamson, J. 2003. No hay consenso. Reseña sobre el consenso de Washington y sugerencias sobre los pasos a dar. Finanzas y Desarrollo 40 (3)10-13.
- Wood, S., K. Sebastian and S. Scherr. 2000. Pilot Analysis of Global Ecosystem. Agroecosystem. International Food Policy Research Institute and World Resources Institute. Washington D.C. pp: 13-73.
- Zambrano, G. M. P. 2007. Engorde de conejos de raza neozelandés con forraje verde hidropónico de maíz, con varios sistemas de alimentación; durante diciembre del 2006 a mayo del 2007. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. 61 p.