

EVALUACIÓN DE FORRAJES TROPICALES EN DIETAS PARA CONEJOS DE ENGORDE

por

Ana Margoth García Gómez

Tesis sometida en cumplimiento parcial
de los requisitos para el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

en

INDUSTRIA PECUARIA

**UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ
2006**

Aprobada por:

Raúl E. Macchiavelli, PhD
Miembro del Comité Graduado

Fecha

José R. Latorre, PhD
Miembro del Comité Graduado

Fecha

Ernesto O. Riquelme, PhD
Presidente del Comité Graduado

Fecha

Carlos Muñoz, PhD
Representante de Estudios Graduados

Fecha

José R. Latorre, PhD
Director del Departamento

Fecha

ABSTRACT

Two experiments were conducted in order to evaluate the productive performance of growing rabbits fed restricted commercial feed and supplemented with tropical forage hays. In the first experiment, *Arachis pintoii* Krap. and Greg. and *Sorghum halepense* (L) Pers. were evaluated. Thirty New Zealand White rabbits were distributed into two groups according to initial weight (heavy, 1500 g and light, 1100 g). Commercial feed was provided at a rate of 90 or 60 g d⁻¹ to heavy and light animals, respectively. Within each group, the effects of supplementation with hays from forage peanut (**M**), Johnson grass (**J**), a mixture of both (**JM-1**) or a mixture of both but with commercial feed restricted to 50 g d⁻¹ (**JM-2**). Control groups (**T**) were also included and only received commercial feed. All hays were supplied *ad libitum*.

The results, after 28 days, indicated that animals in the control groups had a better daily weight gain and feed conversion ($P < 0.05$), and a lower feeding cost than the animals on all other treatments. Johnson grass hay had lower acceptability than forage peanut hay. The light animals showed a better response than the heavy ones, which was attributed to the higher maintenance requirements of the latter group.

In the second experiment, thirty-two New Zealand White rabbits averaging 1050 g, were used. The animals received commercial feed at a rate of 6 % of their body weight (weekly adjusted) or restricted (25%) and supplemented with hays

from *Panicum maximum* (**GN**), *Arachis glabrata* (**M**), *Gliricidia sepium* (**GL**), *Brachiaria spp.* (**BQ**), or a mixture of *A. glabrata* and *P. maximum* hays (**PM**).

After 63 days of feeding, there were no significant differences ($P>0.05$) in daily weight gain among animals. Hay intake was higher in animals of **GL**, **GM** and **M** treatment groups and legume hays were better accepted than grass hays. There were no significant differences in feed conversion among animals, which suggest an efficient utilization of the hays when included at 25 % of the total dry matter. Feeding costs per unit of gain was higher for the control group, showing the economic advantage of restricting commercial feed allowance and supplementing with hays from local forages.

There were no differences in dressing percentage or in the relative weight of the intestinal tracts among animals in all treatments. Histological observations of the duodenal epithelium showed signs of mucous secretion, and a shortening and decreased density of villi in animals receiving **J** and **JM-2** diets (experiment 1). There were no changes in the morphology of the duodenal epithelium of animals receiving the rest of the diets.

It is concluded that *A. pintoii*, *A. glabrata*, and *G. sepium* hays can be used in growing rabbit feeding with equal productive performance and improved economic results. The low acceptability of Johnson grass hay limits its utilization.

RESUMEN

Se realizaron dos experimentos para evaluar el desempeño productivo de conejos de engorde alimentados con alimento comercial en forma restringida y suplementados con forrajes tropicales. En el primer experimento se evaluaron *Arachis pintoi* Krap. y Greg. y *Sorghum halepense* (L) Pers. Se usaron 30 conejos de la raza Nueva Zelanda Blancos distribuidos en dos grupos según peso inicial: pesados (1500 g) y livianos (1100 g). El alimento comercial se ofreció a razón de 90 ó 60 g d⁻¹ para los animales pesados y livianos, respectivamente. En cada grupo de peso se evaluó el efecto de la suplementación con heno de maní (**M**), hierba Johnson (**J**); mezcla de henos de maní y hierba Johnson (**JM-1**), mezcla de henos de maní y hierba Johnson pero con concentrado comercial ofrecido a razón de 50 g d⁻¹ (**JM-2**) y un grupo testigo (**T**) que recibió sólo alimento comercial restringido. En todos los casos, los henos se ofrecieron *ad libitum*.

Los resultados de 28 días de experimentación mostraron que los animales en el grupo **T**, tuvieron una mejor ganancia diaria y conversión alimenticia y que el costo de alimentación fue menor ($P < .05$) en comparación con los animales en el resto de los tratamientos. El heno de hierba Johnson fue menos aceptado que el heno de maní. Los animales livianos mostraron una mejor respuesta que los animales pesados, lo que fue atribuido a un mayor requerimiento de mantenimiento.

En el segundo experimento se emplearon 32 conejos de la raza Nueva Zelanda Blancos de 1050 g de peso vivo promedio, que recibieron alimento comercial a razón del 6 % de su peso vivo (ajustado semanalmente) (**T**), ó restringido en un 25% y suplementados con heno de *Panicum maximum* (**GN**), *Arachis glabrata* (**M**), *Gliricidia sepium* (**GL**), *Brachiaria spp.* (**BQ**), o una mezcla de henos de *A. glabrata* y *P. maximum* (**GM**).

A los 63 días de evaluación no se encontró diferencia ($P > .05$) en ganancia diaria entre los diferentes grupos de animales. El consumo de heno fue mayor

($P < .05$) en los animales que recibieron las dietas **GL**, **GM** y **M**, encontrándose mayor aceptabilidad de las leguminosas. No se observaron diferencias en conversión alimenticia ($P > .05$) entre los conejos alimentados con las distintas dietas, lo que sugiere un uso eficiente de éstas en una inclusión del 25% de la materia seca total. El costo de alimentación por unidad de ganancia fue mayor ($P < .05$) para el grupo **T** comparado con el resto de los tratamientos, lo que demuestra beneficios económicos al limitar la oferta de alimento comercial y suplementar con henos de forrajes locales.

No se encontraron diferencias significativas en rendimiento en canal ni en el tamaño relativo del tracto digestivo, para los conejos alimentados bajo las diferentes dietas en ambos experimentos. En la observación histológica del epitelio duodenal, se encontró mucosidad, acortamiento y menor cantidad de vellosidades intestinales en los animales que recibieron las dietas **J** y **JM-2** (experimento 1). No se observaron cambios en la morfología del epitelio duodenal en los animales que consumieron el resto de las dietas.

Se concluye que los henos de *A. pintoi*, *A. glabrata* y *G. sepium* son utilizables en la alimentación de conejos en etapa de crecimiento y engorde, con desempeños productivos y económicos favorables. La baja aceptabilidad del heno de *S. halepense* limita su utilización.

DEDICATORIA

A MI MADRE

POR SU GRANDEZA, AMOR Y ENTREGA

AGRADECIMIENTOS

Agradezco especialmente al Dr. Ernesto Riquelme, por la oportunidad y confianza que me brindó para adelantar mis estudios de Maestría, pero ante todo por su apoyo moral, respaldo y ejemplo como profesional, maestro y profundo ser humano.

Agradezco a la profesora Aixa Rivera, por su confianza y respaldo en aquellos momentos donde necesite fuerzas para continuar.

Especial agradecimiento al Dr. Raúl Macchiavelli, como profesor y miembro del Comité Graduado, por su labor en la enseñanza y orientación en mi trabajo de investigación.

Al Dr. José Latorre y Dr. Carlos Muñoz, por su labor como miembros del Comité Graduado. Al Dr. Edgardo Rivera, y al Sr. José Almodóvar, por su disposición y ayuda en mi trabajo de tesis.

Agradezco al personal Docente y Administrativo del Departamento de Industria Pecuaria quienes, durante mis estudios, estuvieron atentos en colaborarme y acompañarme. Al equipo de trabajo de la Finca Alzamora, especialmente al Sr. Oscar Badillo por su atención y colaboración durante mi trabajo de campo.

A todos mis compañeros y ante todo a mis amigos que han estado a mi lado con toda sinceridad y entrega.

TABLA DE CONTENIDO

Abstract	ii
Resumen	iv
Dedicatoria	vi
Agradecimientos	vii
Tabla de Contenido	viii
Lista de Tablas	x
Lista de Figuras	
Introducción	1
Revisión de Literatura	3
Generalidades digestivas	4
Metabolismo del ciego	4
Mecanismo de la cecotrofia	6
Requerimientos de energía	11
Requerimientos de proteína	12
Relación energía:proteína (E:P)	13
Requerimientos de fibra	14
Uso de forrajes no convencionales	16
<i>Gliricidia sepium</i> (matarratón).....	18
<i>Arachis pintoii</i> (maní forrajero).....	20
<i>Arachis glabrata</i> (maní rizomatoso).....	21
<i>Panicum maximun</i> (pasto guinea)	22
<i>Brachiaria spp</i> (pasto braquiaria)	23
<i>Sorghum halepense</i> (pasto Johnson)	24
Materiales y Métodos	25
Experimento 1	25
Experimento 2	27
Evaluación post-mortem	28
Evaluación microscópica	28
Microscopía electrónica de rastreo	29
Microscopía de luz	30
Diseño experimental	30

Resultados y Discusión	34
Experimento 1	34
Desempeño productivo	34
Ganancias de peso	34
Consumo de alimento	38
Conversión alimenticia	45
Costos de alimentación	48
Evaluación post-mortem	52
Análisis microscópico	54
Experimento 2	62
Desempeño productivo	62
Ganancias de peso	63
Consumo de alimento	66
Conversión alimenticia	71
Costos de alimentación	72
Evaluación post-mortem	74
Análisis microscópico	75
Conclusiones	82
Bibliografía	83

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Promedios de pesos y ganancias de peso de los conejos, según grupo de peso y dietas asignadas.....	35
Tabla 2	Promedios de consumo de heno, alimento comercial y de materia seca total, según peso inicial y dieta asignada.....	39
Tabla 3	Promedios de consumo de materia seca total expresados como proporción del peso vivo promedio o del peso metabólico, según peso inicial y dieta asignada.....	40
Tabla 4	Promedios de conversión alimenticia de los gazapos según peso inicial y dieta asignada.....	46
Tabla 5	Promedios de costos de alimentación y tiempo de engorde hasta el peso comercial, según peso inicial y dieta asignada...	49
Tabla 6	Promedios de pesos, rendimiento en canal y proporción de estómago e intestinos, según peso inicial y dieta asignada.....	52
Tabla 7	Promedios de pesos, ganancias, consumo y conversión alimenticia de los conejos, según dietas asignadas.....	62
Tabla 8	Promedios de consumo de materia seca total expresada como proporción del peso vivo promedio (%) o por unidad de peso metabólico ($\text{g kg}^{-0.75}$), según dietas asignadas.....	70
Tabla 9	Promedios de costos de alimentación y tiempo estimado de engorde hasta alcanzar el peso comercial, según dietas asignadas.....	73
Tabla 10	Promedios de rendimiento en canal y proporción de estómago e intestinos, según dietas asignadas.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Variaciones en la tasa de crecimiento de los gazapos en los distintos tratamientos a través de las cuatro semanas de experimentación.....	37
Figura 2	Promedios de consumo de henos a través del período experimental.....	43
Figura 3	Índice de calor a través de un día promedio de la fase experimental.....	45
Figura 4	Microfotografía de luz de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta T (testigo).....	54
Figura 5	Microfotografía de luz de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta M (maní).....	55
Figura 6	Microfotografía de luz de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta J (Johnson).....	55
Figura 7	Microfotografía de luz de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta JM-1 (Johnson-maní).....	56
Figura 8.	Microfotografía de luz de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta JM-2 (Johnson-maní).....	56
Figura 9	Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales en un corte transversal del duodeno de un conejo que recibió la dieta T (testigo).....	58
Figura 10	Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales en un corte transversal del duodeno de un conejo que recibió la dieta M (maní).....	59
Figura 11	Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales en un corte transversal del duodeno de un conejo que recibió la dieta M (maní).....	59
Figura 12	Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales en un corte transversal del duodeno de un conejo que recibió la dieta J (Johnson).....	60

Figura 13	Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales en un corte transversal del duodeno de un conejo que recibió la dieta J (Johnson).....	60
Figura 14	Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales en un corte transversal del duodeno de un conejo que recibió la dieta JM-1 (Johnson-maní).....	61
Figura 15	Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales en un corte transversal del duodeno de un conejo que recibió la dieta JM-2 (Johnson-maní).....	61
Figura 16	Variación semanal en la tasa de crecimiento de conejos suplementados con henos de <i>Braquiaria spp.</i> , <i>Panicum maximum</i> , <i>Arachis glabrata</i> y <i>Gliricidia sepium</i>	64
Figura 17	Peso acumulado a través del período de experimentación de conejos suplementados con henos de <i>Braquiaria spp.</i> , <i>Panicum maximum</i> , <i>Arachis glabrata</i> y <i>Gliricidia sepium</i>	65
Figura 18	Variación en el consumo semanal de henos por los conejos a través del período de experimentación.....	68
Figura 19	Índice de temperatura-humedad promedio a través del período experimental.....	71
Figura 20	Microfotografía de luz de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta T (testigo). Exp. 2.....	76
Figura 21	Microfotografía de luz de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta M (maní). Exp. 2.....	76
Figura 22	Microfotografía de luz de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta GL (<i>Gliricidia</i>). Exp. 2.....	77
Figura 23	Microfotografía de luz de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta BQ (<i>Brachiaria</i>). Exp. 2.....	77
Figura 24	Microfotografía de luz de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta GM (<i>Gliricidia</i> -maní). Exp. 2.....	78
Figura 25	Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta T (testigo). Exp. 2...	79

Figura 26	Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta M (maní). Exp. 2.....	79
Figura 27	Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta GL (<i>Gliricidia</i>). Exp. 2.....	80
Figura 28	Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta GM (<i>Gliricidia-maní</i>). Exp. 2.....	80
Figura 29	Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales de conejo que recibió la dieta BQ (<i>Brachiaria</i>). Exp. 2.....	81

INTRODUCCIÓN

La producción cunícola existe en todos los países del mundo, siendo los países europeos los principales productores y consumidores. En América, la producción comercial es relativamente baja pero existe un número considerable de empresas familiares, de pequeña escala, que es difícil de cuantificar y cuyo aporte a la economía no aparece en las estadísticas oficiales.

La explotación de conejos tiene un alto potencial de crecimiento debido a varios factores, tales como su docilidad, alto potencial reproductivo, posibilidad de ser criados con alimentos que no se utilizan en otras especies, carne con bajo contenido en grasa y colesterol, posibilidad de establecer empresas de tamaño pequeño o grande, requieren poco espacio y no hacen ruido. En explotaciones pequeñas o familiares, el manejo lo pueden realizar niños, ancianos y personas con impedimentos. Por estas razones, la cunicultura es una parte integral de los programas de desarrollo sostenible impulsados por organizaciones internacionales (Riquelme, 2004).

No obstante, la industria cunícola en zonas tropicales enfrenta serias limitantes para su expansión destacándose los problemas asociados con la nutrición, la sanidad y las condiciones adversas impuestas por el medio ambiente. La alimentación a base de concentrados comerciales es altamente costosa y el mercado actual no ofrece la variedad de dietas que se consideran necesarias para cada etapa de desarrollo de los animales.

Otros problemas que enfrentan los cunicultores, especialmente aquellos con empresas de mediano a gran tamaño, son el alto costo de la mano de obra, la escasez de animales reproductores de razas seleccionadas para carne de calidad y de alto rendimiento en canal, la presentación poco atractiva de las canales y la inexistencia de un programa agresivo de mercadeo de las canales y de las pieles.

Con el escenario de apertura económica global que enfrenta la agricultura actual, especialmente en los aspectos de la competencia en diversos mercados, reducción de costos de producción y el cumplimiento con las leyes de protección del ambiente, se hace imperativo desarrollar sistemas de producción integrados que permitan maximizar la eficiencia biológica y económica de las empresas.

En la industria cunícola la alimentación representa aproximadamente el 70% de los costos de producción, lo que obliga a los nutricionistas a investigar el uso de alimentos alternativos de bajo costo y propiciar la utilización de los recursos vegetales existentes en las fincas aprovechando la capacidad herbívora del conejo.

En atención a estas consideraciones, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos de la incorporación de forrajes tropicales (tanto convencionales como alternativos) en dietas para conejos, sobre el desempeño productivo de animales en crecimiento y estimar el impacto económico de la aplicación de esta práctica sobre la rentabilidad de la empresa cunícola.

REVISIÓN DE LITERATURA

La cunicultura, en la actualidad, ha logrado alcanzar rendimientos productivos comparables a los que se logran con otras especies de animales domésticos bajo condiciones de explotación intensiva. En Europa, se tiende a una intensificación progresiva de la reproducción, producción de leche y velocidad de crecimiento; lo que implica poner más atención a los aspectos nutricionales con el fin de obtener un alto desempeño de los animales, tanto en términos de producción como de eficiencia alimenticia (Carabaño *et al.*, 1997; Gidenne, 1997).

El establecimiento de proyectos de fomento agropecuario para áreas rurales y sub-urbanas en países en vías de desarrollo, como alternativa a la agricultura de subsistencia, ha impulsado la investigación en conejos hacia aspectos de producción aplicada a condiciones tropicales y a empresas de pequeña escala que garanticen un alto impacto económico, nutricional y social (Cheeke, 1986; Lukefahr y Cheeke, 1991).

Los resultados de las investigaciones recientes han contribuido a mejorar el contenido de las tablas de requerimientos o recomendaciones nutricionales, especialmente en lo concerniente al componente de fibra (Gidenne, 2000). Por otro lado, respondiendo a las nuevas normativas ambientales, las dietas que se formulen no sólo deben proveer los nutrientes requeridos sino que también deben tender a minimizar los desechos urinarios y fecales (Lebas, 2004; Riquelme, 2004).

Generalidades digestivas

Los conejos son animales herbívoros no rumiantes que se caracterizan por poseer un intestino grueso (ciego y colon) muy desarrollado. El ciego y colon juegan un papel muy importante en la fisiología digestiva de esta especie y son responsables de la separación, por tamaño y densidad, de las partículas de alimento que llegan a la unión ileocecal y de la formación de las heces blandas que serán reingeridas durante el proceso de cecotofia (Gidenne, 1997).

Al igual de lo que sucede en otros mamíferos no rumiantes, el alimento consumido es digerido parcialmente en el estómago (digestión gástrica) y más completamente en el intestino delgado. En el intestino grueso ocurre una fermentación microbiana anaeróbica que muestra cierta similitud a la fermentación ruminal (Gidenne, 1997; Dihigo, 2005).

Metabolismo del ciego

En términos de masa y capacidad, el ciego abarca aproximadamente el 40% del tracto gastrointestinal. Es el mayor sitio de fermentación y degradación de los componentes fibrosos de la dieta a través de la fermentación anaeróbica. Presenta ciertas particularidades tales como la secreción del apéndice cecal y una alta movilidad circadiana de llenado y vaciado asociada con el mecanismo de la cecotofia (Lebas *et al.*, 1996; Gidenne, 1997).

Aunque existe cierta similitud con el retículo-rumen de rumiantes, la población bacteriana en el contenido cecal es menor, dominan los bacilos no

esporulados gram negativos y, bajo condiciones normales de alimentación, prácticamente no se detectan lactobacilos. Tampoco se ha demostrado la existencia de protozoos, probablemente debido a la falta de sustratos adecuados (almidón y azúcares solubles) para su establecimiento. La actividad enzimática de la flora bacteriana presente en el ciego es principalmente pectinolítica, seguida por enzimas del tipo hemicelulolíticas y celulolíticas. Las enzimas del tipo xilanolíticas, proteolíticas y aminolíticas se encuentran en menor cantidad (Gidenne, 1997, 2000).

Comparada con la actividad enzimática de los microorganismos ruminales, la actividad fibrolítica de las bacterias del ciego de los conejos es más baja, pero la actividad proteolítica y aminolítica es más alta. Sin embargo, en términos de magnitud, esta capacidad es notablemente inferior a la de los rumiantes e incluso a la de otros herbívoros que presentan fermentación cecal, como el caballo. Estas diferencias se atribuyen al corto tiempo de permanencia de la digesta en el ciego y a los movimientos específicos del íleon distal y colon proximal que impiden la entrada de las partículas fibrosas de mayor tamaño al ciego (de Blas y Wiseman, 1998).

La formación de ácidos grasos volátiles (AGV), como resultado de la actividad fermentativa, contribuye a satisfacer las necesidades energéticas del animal, en una proporción variable según la cantidad y tipo de fibra que contiene la dieta. Algunas estimaciones indican que los AGV producidos pueden ser del orden del 30% del metabolismo basal (Gidenne, 1997). Todos los AGV pueden ser

metabolizados en la mucosa intestinal y el ácido butírico parece ser el que suministra energía de manera preferente a las células de la mucosa del ciego y colon. Una mayor producción de AGV favorece el crecimiento de la mucosa, ejerciendo cierta protección contra la adhesión de microorganismos patógenos, y por tanto previendo la incidencia de diarreas (Carabaño *et al.*, 1988).

Las proporciones relativas de los distintos AGV's en el contenido cecal son de 60-80% de acético, 8-20% de butírico y 3-10% de propiónico y este patrón es específico para la flora del ciego independientemente de la composición del sustrato fermentado (Gidenne, 1997, 2000). La elevada proporción de butírico parece tener un papel regulador de la velocidad de paso, inhibiendo los movimientos peristálticos del intestino y aumentando el tiempo de retención de la digesta en el tracto posterior. La presencia de digesta por tiempos prolongados puede dar lugar a fermentaciones indeseables y a alteraciones digestivas, razón por la cual no se recomienda suministrar dietas con una baja relación fibra/almidón. (Gidenne, 1993; Jehl y Gidenne , 1996).

Mecanismo de la cecotrofia

Los conejos producen dos tipos de heces: heces blandas y heces duras. Las primeras son consumidas por el animal directamente desde el ano y las segundas son realmente el producto de excreción. La fuente común de ambos tipos de heces es el material cecal pero la diferencia en composición química entre ambas refleja la existencia de un mecanismo específico para producir las heces blandas. Las

heces blandas tienen un mayor contenido de humedad, nitrógeno total, minerales, vitaminas, AGV's y un menor contenido de fibra bruta. (Björnhag, 1981; Ehrlein et al., 1983; de Blas y Wiseman, 1998; Riquelme, 2004).

El colon proximal de los conejos presenta una función dual en lo referente a la formación de las heces blandas y duras. El proceso involucra movimientos peristálticos y retroperistálticos que permiten hacer una separación de la digesta por densidad y tamaño de partícula y, selectivamente, hacer pasar el material fibroso de mayor tamaño hacia el colon distal donde (después de un complejo proceso de absorción y secreción) se forman las heces duras. El material menos fibroso y más denso es canalizado hacia el ciego, sirve de sustrato para la fermentación microbiana a la vez que provee el material para el próximo período cecotrófico. El mecanismo general de movimientos peristálticos y retroperistálticos se conoce como reflujo íleo-cólico-cecal. (Hörnicke, 1981; Björnhag, 1981; Ehrlein et al., 1983; Gidenne, 1997).

Cuando el colon cambia el patrón de ondas de contracción y se detiene el reflujo cólico-cecal, parte del contenido del ciego sale hacia el colon, se va recubriendo o encapsulando por las secreciones de la pared del colon proximal y avanza gradualmente hacia el recto. Este material encapsulado adquiere una forma elongada y comúnmente se denominan heces blandas o heces nocturnas, aunque el nombre más apropiado es cecótopo (Hörnicke, 1981; Björnhag, 1981; Ehrlein et al., 1983).

La cantidad de cecótopos producida varía entre animales individuales y se afecta por la edad, la cantidad y composición del alimento consumido y las posibles alteraciones de los movimientos peristálticos y retroperistálticos del colon. Se ha estimado que la ingestión de cecótopos representa de un 5 a un 20% de la materia seca total ingerida (Hörnícke, 1981; de Blas y Wiseman, 1998; Riquelme, 2004).

A medida que aumenta el contenido de fibra bruta en la dieta se observa un aumento en el contenido de fibra en las heces duras con poco efecto sobre el contenido de fibra en los cecótopos. Estos resultados evidencian la capacidad de los conejos para separar el material más digerible presente en la digesta que alcanza el colon proximal del resto de los componentes, aún cuando la proporción de material indigestible en la dieta consumida sea muy elevado (Hörnícke, 1981; Björnhag, 1981; de Blas y Wiseman, 1998).

También se ha observado una disminución en la cantidad de nitrógeno, tanto en las heces blandas como en las heces duras, cuando los animales reciben dietas con un bajo contenido de proteína bruta. Esta disminución en la excreción de nitrógeno fecal indica que la eficiencia de la separación del material más digerible del menos digerible es mayor, probablemente en un intento del organismo de aprovechar mejor la menor cantidad de proteína de la dieta (de Blas y Wiseman, 1998; Björnhag, 1981).

Los cecótopos son tomados directamente desde el ano e ingeridos sin masticar. Al final de la mañana es posible observar la presencia de una gran cantidad de este material encapsulado en el estómago (hasta un 75% del contenido

total) sin que se disgreguen de inmediato, ya que permanecen intactos en la región fúndica del estómago durante un periodo de 6 a 8 horas (Griffiths y Davies 1963, citados por Hörnicke, 1981; Björnhag, 1981). Durante este período los cecótopos resisten las acciones mecánicas y químicas del estómago gracias a su envoltura mucoide que los protege. En el interior del estómago actúan como pequeños fermentadores y producen amilasas que se difunden hacia el lumen estomacal y, junto con la amilasa de la saliva y del alimento, inician la degradación del almidón a maltosa y glucosa. La acción microbiana sobre estos productos genera AGV's que se difunden a través del contenido estomacal y del intestino delgado, siendo estas fuentes energéticas más utilizadas que la glucosa (Hörnicke, 1981).

La proteína contenida en los cecótopos aporta del 15 al 30% del nitrógeno total ingerido. Una fracción considerable (70 a 80%) de este nitrógeno se encuentra en forma de proteína microbiana, otra (20%) como nitrógeno no proteínico, y el nitrógeno contenido en la capa mucoide que los envuelve (8%) que procede probablemente del nitrógeno indigestible del alimento y del nitrógeno endógeno del metabolismo. La proteína reingerida se caracteriza por una alta digestibilidad y un elevado contenido de aminoácidos indispensables. Se ha demostrado que los conejos adultos pueden mantener un balance positivo de nitrógeno cuando se alimentan con una proteína de baja calidad; pero si a los conejos se les impide practicar la cecotrofia, el balance de nitrógeno con la misma dieta se torna negativo (Hörnicke, 1981; Björnhag, 1981; de Blas y Wiseman, 1998).

Según de Blas y Wiseman (1998), el aporte de aminoácidos a través de las heces blandas oscila entre el 13 y el 23% del total y dicho aporte se distingue por un buen contenido de lisina, metionina, tirosina, treonina y triptófano. Para conejos de 8 semanas, este aporte no sobrepasa el 16% del requerimiento de cada aminoácido y puede ser menor para algunos de ellos (como es el caso de isoleucina, aminoácidos azufrados, arginina e histidina).

La cecotrofia permite a los conejos adultos mantenerse con proteína de baja calidad; pero el aporte de aminoácidos es insuficiente para animales con alto desempeño productivo los cuales dependen del contenido de aminoácidos de los ingredientes de la dieta, al igual que otros animales no rumiantes (de Blas y Wiseman, 1998; Hörnicke, 1981).

Para que ocurra la cecotrofia se requiere que el alimento contenga fracciones toscas (fibra). Si la dieta proporcionada tiene un bajo contenido de partículas toscas o contiene cantidades elevadas de componentes digeribles finamente molidos, una gran parte de la digesta es canalizada hacia el ciego, lo que puede propiciar el desarrollo de bacterias no deseables (como *Clostridium*), particularmente durante el periodo post-destete (Gidenne, 1997).

Con la práctica de la cecotrofia se permite recircular parte del alimento consumido por una, dos y hasta cuatro veces, dependiendo del tipo de alimento proporcionado. El proceso digestivo completo puede durar de 18 a 20 horas de tal forma que se permite la recirculación de una cantidad significativa de proteína microbiana, la reutilización de parte de sus propias secreciones endógenas (como

proteasas, ácidos biliares y enzimas microbianas) y el aprovechamiento de la vitamina K y de vitaminas del complejo B sintetizadas por los microorganismos del ciego (de Blas y Wiseman, 1998; Riquelme, 2004; Hongthong *et al.*, 2004).

La regulación de la cecotrofia es controlada por la integridad de la flora microbiana y por el consumo voluntario. Experimentos han demostrado que la cecotrofia se inicia 8 a 12 horas después de la última ración o después del último pico de ingestión cuando se suministra *ad libitum* y, en último caso, por los regímenes de luz a los cuales están sujetos los animales(Hörnicke, 1981).

La cecotrofia también depende de procesos de regulación interna que aún no están muy claros. Cuando se remueven las glándulas adrenales, el proceso se detiene y el suministro de cortisona reanuda su práctica normal. El comportamiento digestivo normal parece dependiente de altas secreciones de adrenalina. Hipersecreciones asociadas con estrés bajan la actividad digestiva y causan daños digestivos (Riquelme, 2004).

Requerimientos de energía

Las necesidades de energía durante el período de desarrollo varían en función de peso y de su velocidad de crecimiento. Se ha estimado que los conejos tienen un menor requerimiento de energía por unidad de ganancia de peso que otras especies, aún en las últimas semanas de desarrollo, ya que el contenido de grasa corporal de los conejos sacrificados entre 2 y 2.5 kg oscila entre 5.5 y 6.8%, mientras que para pollos a la edad de sacrificio es aproximadamente 12%. Las

recomendaciones generales para crecimiento oscilan entre 220 y 240 Kcal de energía metabolizable (EM) por kg de peso metabólico ($W^{0.75}$) (Lebas *et al.*, 1996).

Requerimientos de proteína

Una dieta que contenga más de 18% de proteína bruta aumenta la incidencia de enterotoxemias y este desorden metabólico es particularmente alto cuando la proteína de la dieta excede 20%. Se ha sugerido que un exceso de proteína en la dieta aumenta la presencia de este componente en la digesta que llega al ciego, lo que favorece la proliferación de *Clostridium* y puede aumentar la presencia de *E. coli*. Por otro lado, una dieta con bajo contenido de proteína bruta se relaciona con un incremento en la aparición de diarreas y con una mortalidad relativamente elevada. Sin embargo, la ocurrencia de diarreas depende del equilibrio que exista entre el contenido de energía y proteína de la dieta que modifica el metabolismo del ciego (Gidenne, 1997; Carabaño *et al.*, 1997).

Las necesidades de proteína son relativamente altas en las primeras etapas de crecimiento. Durante los primeros 21 días de vida, el gazapo cubre las necesidades de proteína a través de la ingestión de la leche materna (12-14 % PB de alta digestibilidad). Pasado este periodo, la satisfacción de las necesidades de proteína del gazapo en crecimiento dependen más del alimento sólido suministrado que de la leche materna. Se ha demostrado que en conejos, al igual que en otras especies de mamíferos, los aminoácidos que se consideran indispensables son arginina, histidina, leucina, isoleucina, lisina, fenilalanina, metionina, treonina, triptófano y valina, según reporta Lebas *et al.* (1996).

Si se supone un coeficiente de digestibilidad de la proteína de 68%, que sería el correspondiente a un alimento en que la mitad del aporte nitrogenado proviene de forrajes, el contenido de proteína bruta recomendado sería de 15.35%, En el estado actual de conocimiento sobre las necesidades de proteína, la totalidad del aporte nitrogenado debe estar constituido por proteínas verdaderas. Todas las tentativas hechas para sustituir una parte de las mismas por nitrógeno no proteico (urea, sales de amonio) han fracasado (Lebas *et al.*, 1996).

Relación energía:proteína (E:P)

En general, cuanto mayor sea la concentración energética de la dieta, es decir, cuanto menor sea su contenido de fibra, menor será el consumo voluntario de los animales y, como consecuencia, la concentración de otros nutrientes debe ser mayor. Cuando la relación E:P es muy elevada (déficit de proteína), las ganancias de peso disminuyen. Los mejores resultados se obtienen con una relación E:P de 23,5 kcal ED/g PD, siendo aceptable un intervalo de variación entre 22,5 y 25.0 kcal ED/g PD (Lebas *et al.*, 1996).

La relación E:P también tiene efecto sobre la composición corporal de los animales. Las dietas con alta relación E:P (déficit de proteína) limitan el crecimiento muscular de los animales y favorecen una mayor deposición de tejido adiposo, especialmente en el área visceral. Debido a que la deposición de tejido adiposo requiere más energía que la deposición de proteínas, un cambio en la composición de la ganancia de peso hacia una menor deposición de proteínas afecta negativamente el índice de conversión del alimento proporcionado, aún cuando las

proteínas del alimento contengan un perfil equilibrado de aminoácidos indispensables.

Requerimientos de fibra

La fibra interviene en el proceso de formación de heces duras dando consistencia a la digesta y, sobre todo, interviene en el mantenimiento de la normalidad del tránsito de la digesta por el tracto intestinal. Las dietas con alto contenido de carbohidratos estructurales se relacionan con una baja producción de AGV's (acéticos y propiónico) en el ciego y, como consecuencia, se caracterizan por una mayor velocidad de tránsito. Por el contrario, raciones con bajo contenido de fibra permanecen demasiado tiempo en el ciego, dando lugar a fermentaciones indeseables (Gidenne, 1997; Carabaño *et al.*, 1997).

El aumento en el contenido cecal con dietas altas en fibra es común en animales mamíferos no rumiantes, mientras que un alto contenido cecal con dietas con bajo contenido de fibra es característico de los conejos y está relacionado con una menor movilidad del tracto digestivo. Un aumento del tiempo de retención cecal supone un descenso del consumo de alimento. Por esto, al proporcionar dietas con bajo contenido de fibra se afecta negativamente la ganancia de peso y conversión alimenticia durante el crecimiento y engorde (Carabaño *et al.*, 1997; García *et al.*, 1997).

De otra parte, un cambio en la fuente de alimentos fibrosos, cubriendo el requerimiento de fibra, puede modificar las características de la dieta. Las

diferencias entre distintas fuentes de fibra se deben a su composición química (fibra insoluble en detergente neutro y ácido, grado de lignificación y contenido de ácidos urónicos) y a sus características físicas (tamaño de partícula, grado de hidratación, capacidad amortiguadora, entre otras) (Carabaño *et al.*, 1997). Los ácidos urónicos incrementan la recirculación de nutrientes a través del nitrógeno contenido en los cecótopos y tienden a reducir la acidez cecal. Un alto contenido de lignina reduce la actividad enzimática en el íleon y dificulta la degradación de la fibra (García *et al.* 1997).

Para ayudar a comprender la funcionalidad del tracto intestinal se han observado las variaciones en formas, tamaños y propiedades del tejido epitelial, encontrando reportes de descripción morfológica del intestino delgado que datan desde 1948 (Leblond y Stevens, 1948; citados por Xiaolun, 2004). En ratas alimentadas con dietas sin fibra las vellosidades intestinales presentan una estructura inmadura mientras que en ratas alimentadas con una dieta alta en fibra los componentes de la mucosa intestinal se desarrollan con normalidad (Vahouny y Cassidy, 1985).

Yamauchi e Isshiki (1991) observaron que, en pollos parrilleros y gallinas ponedoras alimentadas con dietas semi-líquidas, el tamaño de las vellosidades intestinales se veía aumentado y pero se perdía profundidad de las criptas en el duodeno, yeyuno, íleon y colon. En pollos Leghorn se observó que el retiro del alimento por un período de 5 días redujo el tamaño (largo) de las vellosidades duodeno, que recuperaban su tamaño y forma a los tres días de realimentación

(Tarachai y Yamauchi, 2000). También se ha demostrado que en pollos alimentados con amino ácidos cristalinos, por períodos de 7 a 21 días, se observaba una disminución en el largo de las vellosidades en el yeyuno, así como en la profundidad de las criptas, en comparación al la morfología epitelial observada en intestinos de aves alimentadas con dietas típicas maíz-soya (Batal y Parsons, 2002; citados en Xiaolun, 2004).

En conejos, se ha demostrado que la inclusión de fuentes de fibra más solubles en las dietas favorece un aumento de la longitud de las vellosidades y, por el contrario, la inclusión de fuentes de fibra lignificada puede producir atrofia en la estructura del tejido y alterar el funcionamiento normal de los enterocitos intestinales (Chiou *et al.*, 1994; Gómez-Conde *et al.*, 2004b; García *et al.*, 1997).

Los conejos, por tanto, presentan un gran potencial para utilizar alimentos con alto contenido de fibra y que no son apropiados para aves o porcinos o que no están disponibles en cantidades suficientes como para ser incluidos en dietas para rumiantes (Cheeke, 1986; Luckefahr y Cheeke, 1991).

Uso de forrajes no convencionales

Dentro de los trabajos de evaluación de alimentos para conejos se tiene referencia de más de 500 experimentos sobre la utilización de distintas materias primas, incluyendo cereales y subproductos, residuos de cosechas, semillas de leguminosas y oleaginosas, grasas, levaduras, productos animales, fuentes de nitrógeno no proteínico y pajas tratadas, entre otras (Lebas, 2004).

Para el caso de los forrajes, se han evaluado cerca de 80 especies y todas tienen en común una composición química cercana a las recomendaciones nutricionales para la especie. Aún así, continúa la búsqueda de ingredientes alternativos de disponibilidad local que puedan mejorar la eficiencia productiva y disminuir los costos de alimentación (Carabaño y Fraga, 1992; Lebas, 2004).

Las metodologías más comunes en la evaluación de alimentos se han basado en la inclusión del material a evaluar en distintas proporciones dentro de una dieta completa, lo que no garantiza que la respuesta se deba al ingrediente en particular. Por tanto, las materias primas que se emplean en forma sistemática en la formulación de alimentos para conejos son relativamente pocas y generalmente son aquellas que han sido estudiadas por más tiempo o que, por experiencia práctica, se sabe que dan buenos resultados de producción (Lebas, 2004; Nieves *et al.*, 1997; Onwudike, 1995; Carabaño *et al.*, 1997).

La formulación de dietas utilizando varias materias primas no convencionales es una labor compleja porque no se cuenta con información acerca de su contenido de nutrientes o de factores tóxicos o antinutricionales. Algunas de estas sustancias potencialmente tóxicas son conocidas (mimosina en leucaena, saponina en alfalfa, glucósidos cianogénicos en yuca) pero, en muchos casos, esta información es inexistente (Cheeke, 1986; Lukefahr y Cheeke, 1991; Lebas, 2004; Olivares *et al.*, 2005).

La aceptabilidad del alimento es un factor de importancia ya que afecta el consumo de materia seca total, especialmente cuando se trata de forrajes. En

general las leguminosas tropicales son más aceptadas que las gramíneas y otros subproductos de cultivos. El follaje de *Leucaena* o *Erythrina* es bien aceptado pero las hojas de plátano, papaya, *Setaria*, *Brachiaria* y *Pennisetum* son menos aceptadas. Entre las hojas de árboles, que en muchos países pueden usarse en épocas secas y se consideran con buen potencial por su composición química y alta digestibilidad, se pueden mencionar *Morus spp.*, usado en India, Brasil, Costa Rica; *Robinia pseudoacacia*, usada extensamente en China para conejos y *Bohemeria nivea* (ramio) utilizado en Brasil (Lukefahr y Ckeeke, 1991).

En general, la mayoría de las gramíneas tropicales proveen forraje de buena calidad si se cosechan en los etapas iniciales de crecimiento o rebrote (entre 30-45 días). Sin embargo, al momento de la floración, el contenido de proteína bruta ha disminuido significativamente y se observa un incremento en el contenido de carbohidratos estructurales, caracterizándose por una baja digestibilidad. En el caso de las especies arbóreas, la composición química de la hoja es más estable a través de los distintos estados fenológicos de la planta, con alto contenido de energía y proteína digeribles (Cheeke, 1986; Olivares *et al.*, 2005).

***Gliricidia sepium* (matarratón)**

Es una especie arbórea con alto potencial forrajero de amplia distribución en regiones tropicales (Colombia, Venezuela, Las Guayanas, Centroamérica, México y la región caribeña) que se adapta desde el nivel del mar hasta 1,500 msnm en zonas secas y sub-húmedas. Es un árbol siempre verde de alrededor de 10m de altura, copa de follaje ralo, hojas alternas imparipinadas de 15 a 25 cm de largo con

7 a 17 hojuelas ovaladas, elípticas o lanceoladas, flores vistosas de color púrpura o rosa. Es muy utilizado como cerca viva en las explotaciones ganaderas y se observa que el ganado lo consume bien. Se le considera una valiosa fuente de proteínas, especialmente cuando se mezcla con forraje de baja calidad (Bernal, 1988; Preston y Mueguito, 1987).

Gómez *et al.* (1990), en un estudio de evaluación de seis ecotipos de *Gliricidia sepium*, observaron que esta leguminosa conserva un alto contenido de proteína en las hojas, siendo 21 a 29, 28 a 31 y 31 a 33% a los 45, 90 y 270 días después del trasplante, respectivamente. Esta cualidad permite realizar cosechas a intervalos de tiempo que maximicen el rendimiento o producción de biomasa, sin que se afecte mayormente la composición química.

En la alimentación para conejos Quintero (1993) encontró que la ganancia de peso diaria obtenida con *Gliricidia sepium* y salvado de arroz era un poco menor (19 g d^{-1}) que con la dieta testigo comercial (23 g d^{-1}); pero no encontró diferencias en la conversión alimenticia. Cuando se suministraba concentrado comercial y heno de matarratón con salvado de arroz restringido en la etapa de crecimiento, se obtuvieron ganancias de 29.1 y 22.2 g d^{-1} , respectivamente. Además, los mejores resultados (ganancia y conversión) se obtuvieron con heno de matarratón (20.7 g d^{-1} y 3.68 , respectivamente).

En un estudio comparativo del valor alimenticio de hojas de *Leucaena* y de *Gliricidia* suministradas *ad libitum* a conejos, se observó que las hojas de *Leucaena* eran más aceptadas (mayor consumo) que las de *Gliricidia*; pero tanto la ganancia

de peso como la conversión alimenticia era mejor con *Gliricidia*. El mismo autor observó, a través de un estudio histológico, ligeros cambios degenerativos en los túbulos renales y una moderada inflamación en la región portal del hígado en los animales que recibían *Gliricidia*, lo que sugiere la presencia de componentes tóxicos (Onwudike, 1995).

En aves se ha reportado hemoconcentración, hígado graso y coagulación necrótica en riñones cuando se alimentaban con *Gliricidia*, lesiones que se atribuían a la presencia de ácido *o*-cumárico, cumarina y ácido cianhídrico. Estos compuestos se han aislado en varias partes de la planta de *Gliricidia* y también se han reportado sus efectos tóxicos en roedores y caballos (Mishra *et al.*, 1977, en Onwudike, 1995).

Nieves *et al.* (2002) indicaron que el forraje de *Gliricidia* no es apetecible para los conejos, al encontrar una significativa disminución en el consumo cuando incluían *Gliricidia* al 10% en la dieta (59.35 g d⁻¹). Este efecto era mayor al aumentar la inclusión a 20% (39.79 g d⁻¹) y 30% (22.08 g d⁻¹).

***Arachis pinto* L. (maní forrajero)**

Es otra leguminosa con alto potencial alimenticio en las regiones tropicales. Es una planta tipo rastrera y estolonífera, que se desarrolla en regiones tropicales a alturas menores de 1800 msnm y precipitaciones entre 200 y 3500 mm anuales. Es bien adaptada a los suelos ácidos y pobres en nutrientes. El contenido de proteína bruta, fibra bruta, calcio y fósforo promedia 18; 19.9; 0.18 y 1.77 % (base seca), respectivamente (Rincón y Argüelles, 1991).

En un estudio donde se incluyó *Arachis pintoi* a niveles crecientes de 10, 20, 30 y 40% en la dieta para conejos, las ganancias diarias encontradas eran de 15.3; 17.5; 18.9; 16.3 g d⁻¹, respectivamente, todas inferiores a la obtenida con la dieta testigo (23.8 g d⁻¹). La inclusión de maní no afectó la aceptabilidad de las dietas ni la conversión alimenticia (5.2; 4.8; 4.5; 4.4) y los costos de alimentación bajaron en 27.5; 33.6; 39.6 y 30.9% respecto a la dieta testigo (Nieves *et al.*, 1997). En otro experimento, encontraron una respuesta satisfactoria de los animales cuando se les suministraba en combinación con pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) y había una reducción de costos por alimentación (Nieves *et al.*, 1995).

***Arachis glabrata* (maní rizomatoso)**

Representa otra alternativa en la alimentación animal debido a su adaptabilidad al trópico y su alto contenido proteínico. Es una leguminosa tropical nativa de América del Sur, que fue introducida al territorio de los Estados Unidos procedente de Brasil en el año 1936 (Prine *et al.*, 1981). Es muy tolerante a condiciones de sequía, calor y alta humedad presentes en las regiones subtropicales y tropicales del mundo. Se propaga mediante rizomas debido a la poca cantidad de semillas que produce. Sin embargo, una vez establecida requiere un relativo bajo nivel de manejo para asegurar su persistencia (Prine *et al.*, 1981). La habilidad del forraje de *Arachis glabrata* para promover el crecimiento animal es excelente.

En conejos, con la inclusión de maní rizomatoso a razón del 40% de la materia seca total en una dieta de maíz-soya, se obtuvo una ganancia diaria de 39.7g d⁻¹ y una conversión de 2.6, valores semejantes a los obtenidos con alfalfa. Estos resultados indican que el maní rizomatoso puede ser un sustituto de la alfalfa en dietas para conejos en las zonas tropicales, donde no se cultiva la alfalfa y su costo, por ser de importación, es bastante elevado (Gómez de Varela *et al.*, 1993).

***Panicum maximun* Jacq. (pasto Guinea)**

Sinónimo *Urocloa maxima* (Jacq.) R. D. Webster. Este pasto se encuentra entre las gramíneas tropicales más utilizadas en el Caribe para la preparación de henos comerciales, aunque inicialmente fue utilizada solo para pastoreo. Es originaria de África y fue introducida y naturalizada en muchas áreas tropicales y subtropicales del mundo. Posee raíces profundas, densas y fibrosas. Su desempeño es mucho mejor en suelos con buen drenaje y alta fertilidad en regiones donde la lluvia es abundante. Es una planta perenne que se adapta mejor a condiciones cálidas que reciban más de 900 mm de lluvia al año; en áreas semiáridas, donde la precipitación pluvial anual es menor de 1100 mm, esta hierba puede comportarse como una planta anual (Ruiz y Ramos, 2002).

Una producción de heno de buena calidad es posible si la hierba guinea se cosecha en una etapa temprana de crecimiento, cuando hay gran abundancia de hojas y los tallos son delgados y tiernos. En la región caribeña, la hierba guinea tiende a ser cosechada para la producción de heno solamente en áreas donde su

presencia es espontánea o cuando hay exceso de producción de forraje en épocas en que prevalecen condiciones ambientales favorables (Ruiz y Ramos, 2002).

En dietas para conejos, la inclusión (50%) de pasto guinea redujo las ganancias de peso pero permitió reducir el uso de concentrado comercial y los costos asociados con la alimentación (Bamikole y Ezenwa, 1999). La digestibilidad de los componentes del pasto guinea es relativamente baja, siendo de 13% para proteína bruta (PB), 7.8% para fibra insoluble en detergente ácido (FDA) y 7.3% para fibra insoluble en detergente neutro (FDN) (Cheeke, 1986). De acuerdo con el mismo autor, las digestibilidades obtenidas con Braquiara (*Brachiaria spp.*) fueron 17.7%; 4.2% y 11.35% para PB, FDA y FDN, respectivamente.

***Brachiaria spp.* (pasto Braquiaria)**

Sinónimo *Urochloa spp.* (R. Germ. & Evrard) Crins. Es una planta nativa de África. Posee un ciclo de vida perenne y es de crecimiento vigoroso y estolonífero que forma un follaje denso y alcanza alturas de hasta 1m. Se adapta bien a suelos semiáridos y húmedos donde se propaga mediante estolones y semillas. Puede utilizarse para pastoreo y forraje verde picado. Provee una excelente cobertura de suelos para control de erosión; no es tolerante a inundaciones, pero muestra buena tolerancia a sequías. La inflorescencia consiste de una panoja abierta generalmente con 2 a 9 racimos solitarios. La espiguilla mide unos 5 mm. de largo (Más y García-Molinare, 2006).

***Sorghum halepense* (L.) Pers. (pasto Johnson)**

Es una planta perenne rizomatosa, oriunda del Mediterráneo. Posee tallos de 1 a 5 m de alto. Forma cepas o macollas y puede propagarse por semillas o rizomas. Prefiere suelos áridos y semiáridos bajo cultivo o que han sido abandonados. Tiene como inflorescencia una panoja terminal abierta en forma piramidal con racimos en forma verticilada y con tonalidades verdes y púrpura. Las espiguillas miden unos 5 a 7 mm y con la arista pueden llegar a medir hasta 10 mm de largo. En etapas jóvenes de crecimiento puede producir compuestos cianogénicos en abundancia lo que puede causar toxicidad (Más y García-Molinari, 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la Finca Laboratorio Alzamora de la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez ubicada en la coordenada 18° 13.159' N, 67° 8.849' W a 30 msnm; 25.5 °C promedio; 1771 mm de precipitación anual. Se evaluaron henos de diferentes gramíneas y leguminosas forrajeras locales y de hojas de un árbol de amplia distribución (*Gliricidia spp.*) y, por tanto, de fácil adquisición.

Los forrajes de gramíneas y leguminosas se cosecharon entre 30 y 40 días después del rebrote en la cantidad suficiente para todo el experimento. Los forrajes se obtuvieron del mismo lote y se secaron bajo sombra, para obtener henos de buena calidad y garantizar la composición homogénea del forraje durante todo experimento. Todo el material vegetativo de *Gliricidia spp.* se recolectó en una sola ocasión y, al igual que en el caso de los forrajes, se secó bajo sombra.

Experimento 1

Se utilizaron 30 conejos destetados de la raza Nueva Zelanda Blanca, obtenidos del núcleo cunícola de la Granja Experimental del Departamento de Industria Pecuaria, ubicada en Lajas. Los animales promediaron 45 días de edad y 1200±250 g de peso vivo. Los animales se alojaron en jaulas metálicas individuales con piso de malla de alambre galvanizado, comederos tipo J y bebederos automáticos. A cada jaula se le adaptó un henil para suministrar el

forraje henificado. El ensayo se realizó durante el período comprendido entre los meses de julio a agosto de 2005.

Los tratamientos consistieron en proporcionar dietas basadas en un alimento comercial en forma restringida y suplementados con heno de *Arachis pintoï*, *Sorghum halepense* o una mezcla de ambos henos. Los gazapos se organizaron en dos grupos: animales pesados a los que se ofreció 90 g d⁻¹ de alimento comercial; y animales livianos a los que se ofreció 60 g d⁻¹ de alimento comercial. En cada bloque se evaluaron los tratamientos que se indican a continuación:

- | | |
|--------------------------|---|
| Dieta Testigo (T) | Alimento comercial. |
| Dieta Maní (M) | Alimento comercial más heno de maní forrajero (<i>Arachis pintoï</i>). |
| Dieta Johnson (J) | Alimento comercial más heno de hierba Johnson (<i>Sorghum halepense</i>). |
| Dieta JM-1 | Alimento comercial más una mezcla (50/50) de henos de maní forrajero (<i>Arachis pintoï</i>) y de hierba Johnson (<i>Sorghum halepense</i>). |
| Dieta JM-2 | Alimento comercial (50 g animal ⁻¹ día ⁻¹) más una mezcla (50/50) de henos de maní forrajero (<i>Arachis pintoï</i>) y de hierba Johnson (<i>Sorghum halepense</i>). |

El alimento comercial se ofreció diariamente en la cantidad estipulada para cada tratamiento y los henos se ofrecieron *ad libitum*. Se llevaron registros semanales de consumo de alimento comercial, de heno y de peso vivo de los animales. Los estimadores de respuesta a los regímenes alimenticios fueron

consumo de alimento comercial, consumo de heno, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento en canal.

Experimento 2

Se utilizaron 32 conejos destetados de la raza Nueva Zelanda Blanca, obtenidos del núcleo comercial CUNICOOP, ubicado en Guánica. Los animales promediaron 32 días de edad y 700 g de peso vivo. Al igual que en el experimento anterior, los animales se alojaron en jaulas metálicas individuales provistas de comederos tipo J y bebederos automáticos de válvula. El ensayo se realizó en las instalaciones de la finca Laboratorio Alzamora durante el período comprendido entre los meses de octubre a diciembre de 2005.

Los tratamientos consistieron en proporcionar dietas basadas en un alimento comercial en forma restringida y suplementados con heno de *Arachis glabrata*, *Gliricidia spp.*, *Brachiaria spp.*, *Panicum maximum* o una mezcla de henos de *Panicum maximum* y *Arachis glabrata*; se evaluaron los tratamientos que se indican a continuación:

Dieta Testigo:	Alimento comercial (6% del peso vivo semanal $g\ d^{-1}$)
Dieta M:	Restricción (25%) de alimento comercial suplementado con heno de <i>Arachis glabrata</i> (<i>ad libitum</i>).
Dieta GL	Restricción (25%) de alimento comercial suplementado con heno de <i>Gliricidia spp.</i> (<i>ad libitum</i>)
Dieta BQ	Restricción (25%) de alimento comercial suplementado con heno de pasto <i>Brachiaria spp.</i> (<i>ad libitum</i>).

Dieta GN	Restricción (25%) de alimento comercial suplementado con heno de <i>Panicum maximum</i> (<i>ad libitum</i>).
Dieta GM	Restricción (25%) de alimento comercial suplementado con una mezcla (50/50) de henos de <i>Panicum maximum</i> y <i>Arachis glabrata</i> (<i>ad libitum</i>).

Se llevaron registros semanales de consumo de alimento comercial, henos y peso vivo de los animales. Los estimadores de respuesta a los tratamientos alimenticios fueron consumo de alimento comercial, consumo de henos, cambios de peso vivo, conversión alimenticia y rendimiento en canal.

Evaluación post-mortem

Una vez los animales alcanzaron un peso vivo promedio 2000 g, se sacrificaron y se obtuvo el rendimiento en canal. Además, se extrajeron segmentos de intestino delgado de un animal de cada tratamiento para una evaluación microscópica de la mucosa.

Evaluación Microscópica

Se seleccionó un animal al azar de cada tratamiento del cual se obtuvieron las muestras para observación histológica. El intestino delgado fue disectado del mesenterio inmediatamente después del sacrificio, se tomaron muestras del duodeno de 2cm cada una, cortadas transversalmente y luego se colocaron en un envase para ser fijadas con glutaraldehído al 4% en amortiguador de fosfato a pH 7.2 (28 ml de 2.0M de fosfato de sodio monobásico + 72 ml de 2.0M de fosfato de

sodio dibásico) por 24 horas a 4°C. Posteriormente se realizaron tres lavados de 20 minutos con amortiguador de fosfato, para eliminar el glutaraldehído. Se procedió a la fase de deshidratación con etanol mediante diluciones seriadas en concentraciones de 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% y 100%, realizando cambios cada 20 minutos y se finalizó con tres cambios adicionales en etanol al 100%, por 15 minutos, para asegurar una deshidratación completa.

Microscopía Electrónica de Rastreo

Una muestra de duodeno de cada animal seleccionado se procesó para microscopía electrónica de rastreo. Se sometió a secado de punto crítico utilizando el equipo "Critical Point Dryer" (EMS, modelo 850) de acuerdo con el protocolo establecido para esta técnica. Se procedió al montaje de las muestras en bases de aluminio (EMS Aluminum Stubs de 1cm de diámetro) utilizando cinta adhesiva de carbón para mejorar la conductividad de las muestras. Finalmente se cubrieron con oro-paladio con el equipo "Sputer Coater" (EMS 550X a 20 mA por 4 minutos). Una vez preparadas las muestras se observaron en un Microscopio Electrónico de Rastreo (JEOL 5410 LV) y se tomaron fotografías digitales de cada muestra utilizando un rastreador JEOL DSG plus®, y procesadas con el programa Adobe Photoshop 7.0. Se observó la morfología general de la mucosa y la abundancia de las vellosidades intestinales.

Microscopía de Luz

El corte restante de cada muestra se utilizó para estudios en microscopía de luz. Se prepararon las muestras para infiltración en parafina y se realizaron cortes histológicos de 6 micrones de espesor utilizando un ultramicrotomo (Sorvall Ultramicrotome MT1). Para fijar los cortes de las muestras procesadas, las laminillas se lavaron con etanol 95%, acidificado con HCl al 5%, por 30 minutos y se secaron. Los cortes histológicos se fijaron a las laminillas con caor desparafinados utilizando xileno y teñidos con hematoxilina por 8 minutos. Las laminillas fueron llevadas a etanol 95%, contrateñidas con eosina por 15 segundos, lavadas con xileno y etanol (50/50) por 5 minutos, y con xileno puro por 15 minutos y, finalmente secadas al aire por 6 horas. Los cubreobjetos (Corning®, 22x22) fueron montados sobre los cortes con Permount®.

Las observaciones se hicieron en un microscopio de luz (Olympus BH2) equipado para óptica Nomarski y epifluorescencia. Se tomaron fotografías con una cámara fotográfica digital (Diagnostic Instruments, modelo 3.2.0).

Se estudió cada corte y se describió la morfología y abundancia de las vellosidades presentes. Finalmente, se compararon con las imágenes obtenidas por Microscopía Electrónica de Rastreo.

Diseño Experimental

Para el primer experimento se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial de tratamientos 2x5, siendo el peso inicial

(livianos o pesados) uno de los factores y dietas proporcionadas el segundo factor. Cada tratamiento contó con tres repeticiones y, como se utilizaron jaulas individuales, cada animal se consideró como una unidad experimental.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ij} = Variables de respuesta

μ = Media general

β_i = Efecto del i-ésimo grupo de peso ($i = 1, 2$)

α_j = Efecto de la j-ésima dieta experimental ($j = 1, \dots, 5$)

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto de la interacción de la dieta por grupo de peso

ε_{ijk} = Error experimental asociado con la respuesta de los factores ij ,
con media = 0 y varianza = σ^2 .

Los datos obtenidos se evaluaron estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA) usando el procedimiento MIXED del programa estadístico SAS versión 9.1 (SAS, 2003).

Las variables relacionadas con consumo de alimentos y peso vivo semanal también se evaluaron mediante un análisis de medidas repetidas en el tiempo usando el procedimiento MIXED.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \gamma_{k(i)} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ij} = Variables de respuesta

μ = Media general

α_i = Efecto de la i-ésima dieta

β_j = Efecto del j-ésimo lapso de tiempo (semanas)

$\alpha_i \beta_j$ = Efecto de la interacción dieta por semana

$\gamma_{k(i)}$ = Efecto de la repetición en cada dieta

ε_{ijk} = Error experimental asociado con la respuesta de los factores ij, con media = 0 y varianza = σ^2 .

Para el segundo experimento se utilizó un diseño completamente aleatorizado con seis tratamientos y seis repeticiones por tratamiento. Como se utilizaron jaulas individuales, cada animal se consideró como una unidad experimental.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = Variables de respuesta

μ = Media general

α_i = Efecto de la i-ésima dieta experimental (j = 1,....., 6)

ε_{ij} = Error experimental asociado con la respuesta de los factores ijk, con media = 0 y varianza = σ^2 .

Los datos obtenidos se evaluaron estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA) usando el procedimiento MIXED del programa estadístico SAS versión 9.1 (SAS, 2003).

Para todas las variables se calcularon los estadísticos descriptivos y se verificaron los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro Wilks y de homogeneidad de varianzas mediante gráficos residuales vs predichos. Para algunas variables que mostraron varianzas heterogéneas, fue necesario transformar los datos (raíz cuadrada o logaritmo natural) previo a realizar los análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

Desempeño Productivo

El desempeño productivo de los animales, según grupo de peso y dieta recibida, se evaluó en términos de ganancias de peso, consumo de alimentos, conversión alimenticia, rendimiento en canal y costos de alimentación a través de los 28 días de experimentación. Cada una de estas variables indicadoras de desempeño productivo se discutirán separadamente.

Ganancias de peso

En la Tabla 1 se presentan los promedios de peso y la ganancia de peso observada de los gazapos, según grupo de peso inicial y dieta recibida. Las ganancias de peso que se observaron (promedio general de 22.63 g d⁻¹) se consideran típicas y aceptables para las condiciones tropicales y meses de verano, etapa en la que se desarrolló el experimento. Además, se encontró que las ganancias de peso de los animales en el grupo testigo superaron significativamente ($P < 0.05$) aquellas exhibidas por los animales que recibieron las dietas experimentales.

En la literatura, se ha informado que una ganancia diaria promedio cercana a 20 g d⁻¹ es considerada satisfactoria para climas tropicales o áridos (Lukefahr y Cheeke, 1991). Similarmente, Nieves *et al.* (1997) determinaron una ganancia

promedio de peso de 18.9 g d⁻¹ en conejos cuya dieta incluyó 30% de *Arachis pintoi*, comparadas con 23.8g d⁻¹ exhibidas por los conejos en el grupo testigo. Lamentablemente, en la literatura no se informan ganancias de peso de conejos alimentados con hierba Johnson o con mezclas de gramíneas y leguminosas tropicales.

Tabla 1. Promedios de pesos y ganancias de peso de los conejos, según grupo de peso y dietas asignadas.

Concepto	Dietas					Medias de grupo de peso
	T	M	J	JM-1	JM-2	
Peso inicial, kg						
Pesados	1.55 ^{a,p}	1.55 ^{a,p}	1.56 ^{a,p}	1.37 ^{a,p}	1.42 ^{a,p}	1.49^p
Livianos	1.05 ^{a,q}	1.03 ^{a,q}	1.09 ^{a,q}	1.11 ^{a,q}	0.93 ^{a,q}	1.03^q
Medias por Dieta	1.27^a	1.29^a	1.32^a	1.24^a	1.18^a	
Peso final, kg						
Pesados	2.26 ^{a,p}	2.14 ^{ab,p}	2.16 ^{ab,p}	1.94 ^{ab,p}	1.91 ^{b,p}	2.09^p
Livianos	1.84 ^{a,q}	1.71 ^{ab,q}	1.61 ^{ab,q}	1.78 ^{ab,q}	1.58 ^{ab,q}	1.70^q
Medias por Dieta	2.05^a	1.93^{ab}	1.86^{ab}	1.86^{ab}	1.75^b	
Ganancia de peso, g d⁻¹						
Pesados	25.54 ^{a,p}	21.24 ^{b,p}	21.40 ^{b,p}	20.40 ^{bc,p}	17.54 ^{c,p}	21.22^p
Livianos	29.80 ^{a,q}	24.28 ^{b,q}	18.66 ^{c,q}	23.66 ^{bc,q}	23.33 ^{bc,q}	23.95^q
Medias por dieta	27.67^a	22.76^b	20.03^b	22.03^b	20.44^b	

^{a,b,c} Medias en una misma línea seguidas por letras distintas difieren significativamente (Tukey-Kramer, P<0.05)

^{p,q} Medias en una misma columna seguidas por letras distintas difieren significativamente (Tukey-Kramer, P<0.05)

Las ganancias de peso observadas en este experimento son también comparables a las obtenidas en la investigación de Figueroa (2002), quién evaluó el desempeño productivo de conejos alimentados con concentrados formulados para otras especies de animales domésticos (cerdos, aves, pequeños rumiantes), provistos en forma restringida y suplementados con heno de gramíneas tropicales. La investigación de Figueroa (2002) fue realizada en las mismas instalaciones y bajo condiciones ambientales muy similares a las de este experimento, y las ganancias de peso observadas, de animales individuales, fluctuaron entre 13 y 28 g d⁻¹.

Se encontró que la interacción entre los grupos de animales (conejos pesados y livianos) y las diferentes dietas fue significativa, observándose una mayor ganancia promedio para el grupo de animales livianos comparadas con las exhibidas por el grupo de animales pesados, excepto cuando el heno suplementado fue exclusivamente hierba Johnson. De estos resultados se puede inferir que la suplementación con henos no fue suficiente como para compensar la restricción del concentrado comercial y que los animales más pesados, al tener mayores requerimientos de mantenimiento, se vieron más afectados que los animales más livianos.

Al analizar la tasa de crecimiento de los gazapos a través de las cuatro semanas de experimentación, se observó un comportamiento errático (Figura 1) pero con la misma tendencia a través de ambos grupos de peso. En los animales del grupo testigo se observó que la tasa de crecimiento fue disminuyendo

paulatinamente a través de las cuatro semanas de experimentación mientras que entre los animales suplementados, la tasa de crecimiento llegó a su valor mínimo a la tercera semana. Durante la cuarta semana, la tasa de crecimiento de los animales que recibieron heno adicional, independientemente del tipo de heno, fue más alta que en los períodos anteriores, sugiriendo una especie de crecimiento compensatorio tras el período de menor crecimiento.

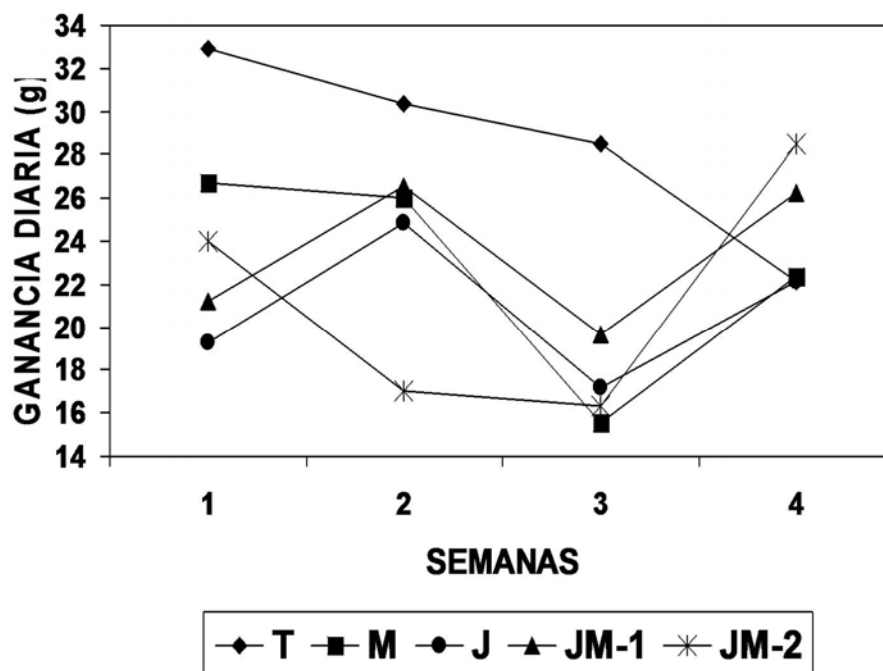


Figura 1. Variaciones en la tasa de crecimiento de los gazapos en los distintos tratamientos a través de las cuatro semanas de experimentación.

Es posible que la tendencia generalizada de decrecimiento de la ganancia para todos los animales del grupo testigo se deba simplemente a que, ya que recibían alimentación restringida, a medida que crecían sus demandas

nutricionales eran cada vez menos cubiertas por el alimento comercial ingerido y que el heno suplementario suplía parcialmente la energía requerida o mejoraba los procesos digestivos y los animales eran más eficientes en utilizar los nutrientes absorbidos. Bajo condiciones similares y utilizando el mismo alimento comercial, Silva (2006) reportó ganancias de peso superiores a los 35 g d⁻¹ en gazapos alimentados *ad libitum* que consumían, en promedio, 130 g d⁻¹, aproximadamente 30 % más de lo que consumieron los animales en este experimento, debido a la restricción impuesta.

Consumo de alimento

En la Tabla 2 se presentan los valores promedio de consumo de heno, alimento comercial y consumo de materia seca total de los gazapos, según grupo de peso y dietas asignadas. Las diferencias en consumo de alimento comercial entre grupos de peso son obvias y producto del diseño del experimento, por lo que se discutirá únicamente el consumo de heno y su efecto sobre el consumo de materia seca total, dentro de grupos de peso inicial de los animales ya que no hubo una interacción significativa entre dietas y grupos de peso.

El consumo de heno de los animales suplementados fue lo suficientemente alto para afectar significativamente el consumo de materia seca total respecto a los animales no suplementados. Entre los animales que recibieron heno suplementario, se puede observar que el heno de maní forrajero fue el más consumido, seguido de las mezclas de henos de maní y hierba

Johnson y que el heno de hierba Johnson, suministrado solo, fue el menos aceptado.

Tabla 2. Promedios de consumo de heno, alimento comercial y de materia seca total, según peso inicial y dieta asignada.

Concepto	Dietas					Medias de grupo de peso
	T	M	J	JM-1	JM-2	
Consumo de heno						
Pesados	0.00	10.50 ^{a,p}	6.99 ^{c,p}	8.40 ^{b,p}	8.33 ^{b,p}	6.84^p
Livianos	0.00	4.76 ^{a,q}	2.07 ^{c,q}	4.91 ^{a,q}	3.72 ^{b,q}	3.09^q
Medias por Dieta	0.00^c	7.64^a	4.53^b	6.66^a	6.02^{ab}	
Consumo de concentrado, g d⁻¹						
Pesados	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
Livianos	60.00	60.00	60.00	60.00	50.00	58.00
Medias por Dieta	75.00	75.00	75.00	75.00	70.00	
Consumo total, g d⁻¹						
Pesados	90.00 ^{b,p}	100.50 ^{a,p}	96.99 ^{a,p}	98.40 ^{a,p}	98.33 ^{a,p}	96.84^p
Livianos	60.00 ^{a,q}	66.60 ^{b,q}	62.07 ^{ab,q}	64.91 ^{b,q}	53.72 ^{c,q}	61.09^q
Medias por dieta	75.00^c	82.63^a	79.53^b	81.65^a	76.02^c	

^{a,b,c} Medias en una misma línea seguidas por letras distintas difieren significativamente (Tukey-Kramer, P<0.05)

^{p,q} Medias en una misma columna seguidas por letras distintas difieren significativamente (Tukey-Kramer, P<0.05)

Los conejos del grupo liviano que recibieron la dieta JM-2, que fueron los que tuvieron la mayor restricción de alimento comercial, también fueron los que exhibieron el menor consumo de materia seca total. Este efecto se atribuye al mayor volumen de los henos que, posiblemente, impiden un mayor consumo debido a razones de tipo físico, es decir, la capacidad del tracto digestivo. Aún

así, estos animales pudieron mostrar una ganancia de peso más que aceptable (Tabla 1).

Tabla 3. Promedios de consumo de materia seca total expresados como proporción del peso vivo promedio o del peso metabólico, según peso inicial y dieta asignada.

Concepto	Dietas					Medias de grupo de peso
	T	M	J	JM-1	JM-2	
Peso promedio¹ (PP), kg						
Pesados	1.91 ^{a,p}	1.85 ^{a,p}	1.86 ^{a,p}	1.66 ^{b,p}	1.67 ^{b,p}	1.79^p
Livianos	1.42 ^{a,q}	1.37 ^{ab,q}	1.35 ^{ab,q}	1.44 ^{a,q}	1.26 ^{b,q}	1.37^q
Medias por Dieta	1.66^a	1.61^a	1.61^a	1.55^{ab}	1.47^b	
Consumo de materia seca total, % del PP						
Pesados	4.72 ^{b,p}	5.49 ^{a,p}	5.25 ^{ab,p}	5.94 ^{a,p}	5.88 ^{a,p}	5.46^p
Livianos	4.25 ^{b,q}	4.76 ^{a,q}	4.60 ^{a,q}	4.52 ^{a,q}	4.27 ^{b,q}	4.48^q
Medias por Dieta	4.49^b	5.12^{ab}	4.93^{ab}	5.23^a	5.07^{ab}	
Consumo de materia seca total, g (kg PP^{-0.75})						
Pesados	55.50 ^{b,p}	63.79 ^{ab,p}	61.18 ^{b,p}	67.39 ^{a,p}	66.88 ^{a,p}	62.95^p
Livianos	46.31 ^{b,q}	51.40 ^{a,q}	49.64 ^{a,q}	49.64 ^{a,q}	45.22 ^{b,q}	48.41^q
Medias por dieta	50.91^b	57.59^a	55.41^{ab}	58.43^a	56.05^{ab}	

¹ Peso promedio (PM) = (peso inicial + peso final)/2

^{a,b,c} Medias en una misma línea seguidas por letras distintas difieren significativamente (Tukey-Kramer, P<0.05)

^{p,q} Medias en una misma columna seguidas por letras distintas difieren significativamente (Tukey-Kramer, P<0.05)

En la Tabla 3 se muestra el consumo promedio de materia seca total de los gazapos, según grupo de peso y dieta recibida, expresada en términos relativos a su peso vivo y peso metabólico. Como se discutió anteriormente, las diferencias en consumo debido a grupo de peso eran esperables, debido al

diseño del experimento. Entre los animales que recibieron heno suplementario y dentro de grupos de peso, no se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en consumo en relación a su peso promedio o peso metabólico, a excepción del grupo de animales livianos que recibieron la dieta MJ-2, que fueron los más restringidos en alimento comercial.

Bajo condiciones similares, Silva (2006) encontró que el consumo del alimento comercial suministrado *ad libitum* a conejos de la misma raza y pesos similares, promediaba 7.34 % del peso vivo promedio de los animales, equivalente a 81.1 g kg⁻¹ de peso metabólico. De acuerdo a estos resultados, la restricción alimenticia en este experimento fluctuó entre 22 y 25 % en los animales pesados y entre 38 y 40 % en los animales livianos. Una restricción de esta magnitud afecta las ganancias de peso ya que una mayor parte de los nutrientes consumidos se destinan a satisfacer las necesidades de mantenimiento. En la investigación de Silva (2006) la ganancia de peso exhibida por los gazapos promedió 37 g d⁻¹.

En experimentos similares realizados en otros lugares, Nieves *et al.* (2002) reportaron consumos de 63.21g d⁻¹ por conejos alimentados con dietas que incluyeron forraje de *Leucaena spp.* y *Arachis pintoi* a niveles de 30 y 40% en una dieta basal para conejos de engorde. Posteriormente Nieves (2005), observó consumos de 76.31g d⁻¹ al suministrar dietas que incluían follaje de maní forrajero, leucaena, naranjillo, morera, yuca y batata, a un 40% de inclusión. Además, indicó que el follaje de maní era el de menor aceptación, pero con

valores aceptables para seguir siendo evaluado como un forraje alternativo de origen tropical.

Teniendo en cuenta que el forraje se suministró *ad libitum* en adición al alimento comercial, los conejos suplementados consumieron una mayor cantidad de fibra, que estabiliza la fermentación cecal y aumenta la producción de biomasa microbiana y de ácidos grasos de cadena corta (Jehl y Gidenne, 1996). Además, al suministrarse el heno en forma separada en vez de ser incluido dentro del alimento total proporcionado, se observa un mejor aprovechamiento ya que ya que el mayor tamaño de partícula aumenta el tiempo de retención del alimento dentro del tracto gastrointestinal y evita una acumulación de ingesta en el ciego (Gidenne, 1993 ; Gidenne *et al.*, 2000; García *et al.*, 1997; Ramchurn *et al.*, 2000; Savón, 2002).

El consumo de heno durante el transcurso del experimento (Figura 2) fue mucho menos errático que el observado para ganancias de peso (Figura 1). No se observaron diferencias significativas en el consumo de los distintos henos dentro de cada semana.

En general, el consumo de henos mostró una tendencia ascendente, que era de esperarse por el aumento en el peso vivo y capacidad del tracto gastrointestinal. Durante la última semana de experimentación, se observó una tendencia de mayor consumo de heno correspondió al de *Arachis pintoi* y el de menor consumo al heno de hierba Johnson, posiblemente debido a su textura relativamente tosca que disminuye su aceptabilidad por parte de los animales.

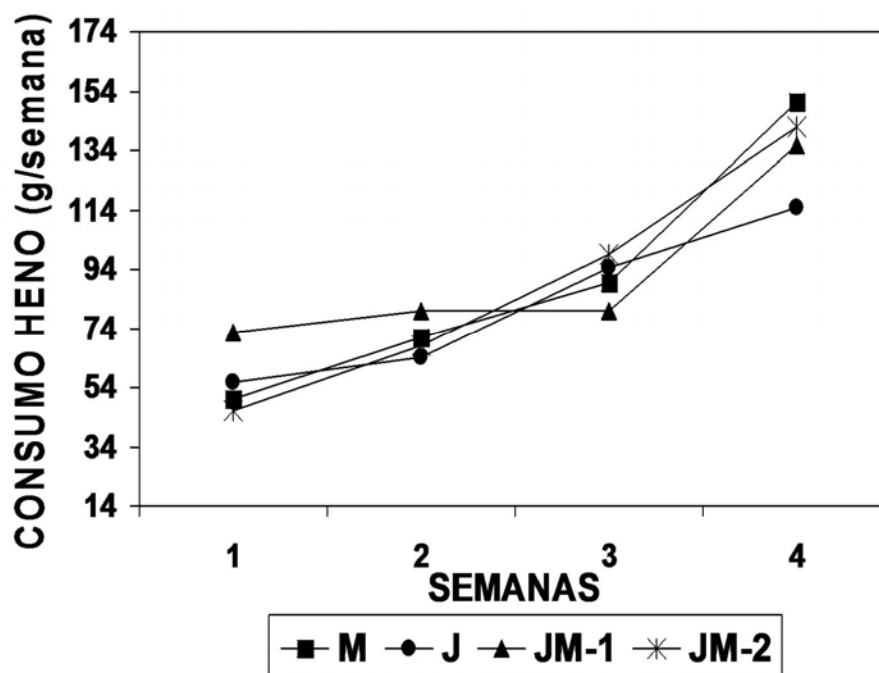


Figura 2. Promedios de consumo de henos a través del período experimental.

En climas tropicales, uno de los problemas que enfrenta la ganadería en general es el efecto detrimental que ejerce la temperatura y humedad ambiente sobre el desempeño productivo de los animales. Utilizando la información meteorológica que se registra diariamente en la Estación Experimental donde se desarrolló el ensayo, se determinó que la temperatura ambiente promedio durante el período experimental fue de 27 °C y la humedad relativa promedió 82.58%. Stephe (1981), bajo condiciones ambientales controladas, observó un mejor desempeño productivo a 18 °C (versus 5 °C y 30 °C) y con un 70% de

humedad relativa (versus 60 y 80%). Bajo estas condiciones, los gazapos mostraron una ganancia diaria de 37.4 g y una conversión alimenticia de 4.23.

El índice de calor es una medida indicadora del estrés térmico al que están sometidos los animales ya que combina los efectos simultáneos de la temperatura ambiente y de la humedad relativa sobre su bienestar. En términos generales, el índice de calor refleja la temperatura ambiente comparable si el aire fuera seco. Según investigaciones realizadas en la Universidad de Clemson, los conejos empiezan a exhibir estrés térmico cuando el índice de calor sobrepasa los 27 °C y se torna severo cuando alcanza 30 °C. Se considera extremo si sobrepasa 32 °C, ya que los conejos pierden casi toda su capacidad de disipar calor y de regular su temperatura interna. Bajo estas condiciones, los animales evidencian hiperventilación, cambios en conducta y en el estado de hidratación, disminución en el consumo de alimento y aumento en los requerimientos de energía para mantenimiento. El consumo puede verse disminuido entre un 25 a 30% con menores ganancia de peso y peores conversiones (Riquelme, 2004).

En la Figura 3 se presenta la variación promedio en el índice de calor durante los primeros 7 días del mes de Agosto de 2005, con datos de temperatura y humedad ambiente registrados cada 10 minutos. Se puede observar que los animales se encontraron expuestos a condiciones de estrés térmico, de severo a extremo, por más de 10 horas diarias.

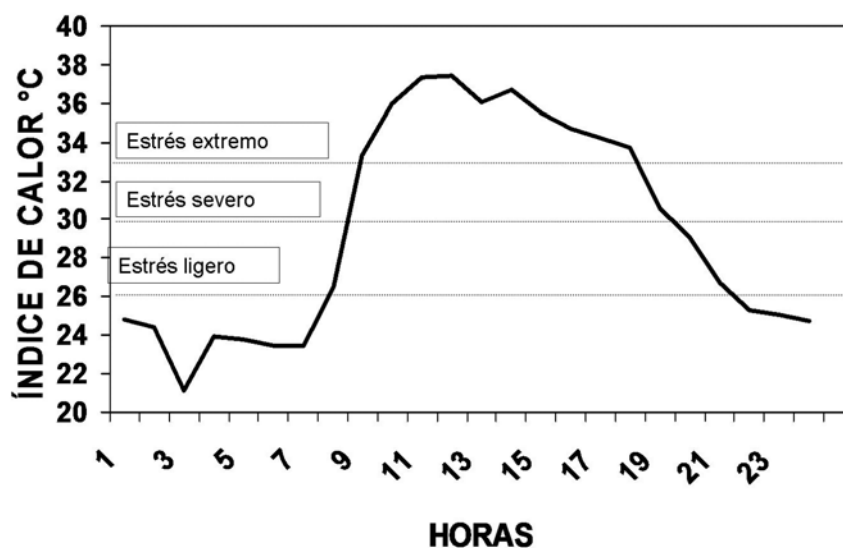


Figura 3. Índice de calor a través de un día promedio de la fase experimental.

Conversión alimenticia

La conversión alimenticia es una medida práctica para estimar la eficiencia con que los animales utilizan el alimento ingerido para fines de crecimiento. Además, también permite estimar la fracción que representa la alimentación dentro del costo total de producción. Los promedios de conversión alimenticia obtenidos en este experimento, según grupo de peso inicial y dieta proporcionada, se presentan en la Tabla 4.

De acuerdo con los resultados, los conejos livianos fueron más eficientes en el uso del alimento para fines de crecimiento que los animales pesados ($P < 0.05$). Asimismo, se observó que la suplementación con henos afectó negativamente la conversión alimenticia.

Tabla 4. Promedios de conversión alimenticia de los gazapos según peso inicial y dieta asignada.

Concepto	Dietas					Medias de grupo de peso
	T	M	J	JM-1	JM-2	
Pesados	3.55 ^{c,p}	4.78 ^{b,p}	4.59 ^{b,p}	4.82 ^{b,p}	5.60 ^{a,p}	4.67^p
Livianos	2.01 ^{c,q}	2.70 ^{b,q}	3.27 ^{a,q}	2.74 ^{b,q}	2.31 ^{bc,q}	2.62^q
Medias por Dieta	2.78^b	3.74^a	3.96^a	3.78^a	3.96^a	

^{a,b,c} Medias en una misma línea seguidas por letras distintas difieren significativamente (Tukey-Kramer, $P < 0.05$)

^{p,q} Medias en una misma columna seguidas por letras distintas difieren significativamente (Tukey-Kramer, $P < 0.05$)

De acuerdo con los resultados obtenidos, la restricción alimenticia sería más efectiva en animales jóvenes que en adultos, probablemente porque sus requerimientos de mantenimiento son proporcionalmente menores y porque la ganancia de peso es principalmente proteína y agua; mientras que los animales de mayor edad, o de mayor peso, tienden a depositar más tejido adiposo, especialmente en el área visceral, lo que requiere mayores cantidades de energía. Por otro lado, la suplementación con henos diluye el contenido energético de la dieta, lo que afecta más a los animales de mayor peso. La adición de forrajes suplementarios para mantener la fisiología gastrointestinal y evitar enteropatías es una práctica aconsejable; pero debido a que estos ingredientes son de baja densidad calórica (en comparación con los alimentos concentrados) se espera una menor tasa de crecimiento y una menor eficiencia en el uso de los nutrientes absorbidos (Bamikole y Ezenwa, 1999). Sin embargo,

no se ha cuantificado el efecto positivo de proporcionar dietas con mayor contenido de fibra (como sería el caso del heno suplementario) sobre los aspectos económicos de la producción, especialmente lo relacionado con una menor mortalidad debido a trastornos digestivos.

Los valores de conversión alimenticia obtenidos en este estudio son aceptables y superiores a los reportados en otros estudios de evaluación de forrajes no convencionales para conejos en países tropicales. En Nigeria, Akinfala *et al.* (2003) reportaron ganancias de peso 9 a 11g d⁻¹ y conversiones alimenticias de 4.9 a 6.0; en Tanzania, Sarwatt *et al.* (2003) obtuvieron ganancias entre 13 y 19 g d⁻¹ con conversiones de 3.8 a 4.2; en Vietnam, Nguyen-Quang Suc y Binh (2000) informaron ganancias de 10 g d⁻¹ y conversión alimenticia de 7.0 y Dinh *et al.* (1991) informaron valores de 16 a 22 g d⁻¹ y de 4.1 a 4.7 para ganancia de peso y conversión alimenticia, respectivamente.

También es importante señalar que los conejos practican la cecotrofia y que la ingestión de los cecótrofos representa entre un 5 y 20 % del consumo de materia seca total y entre 15 al 30 % de la proteína total ingerida. Al aumentar la cantidad de fibra bruta en la dieta, se aumenta el contenido de fibra en las heces duras con poco efecto sobre el contenido de este componente en las heces blandas. Este fenómeno refleja la capacidad del conejo para separar los componentes presentes en la digesta, eliminando rápidamente las fracciones menos utilizables y aprovechando en mejor forma, a través de la fermentación cecal y de la cecotrofia, las fracciones potencialmente más digestibles. Por esta

razón, la composición química de los cecótopos es relativamente constante, aunque el material ingerido varíe en composición (de Blas y Wiseman, 1998; Riquelme, 2004).

Además, las heces blandas suministran del 70 al 80% de la proteína microbiana y la capa mucoide que cubre los cecótopos contiene aproximadamente 8% de proteína. Por estas razones, los conejos pueden mantener un balance positivo de nitrógeno aunque se alimenten con dietas ligeramente deficientes en proteína o que incorporen proteínas de baja calidad. Sin embargo, la aportación de la proteína microbiana es insuficiente para satisfacer las necesidades de los animales de altos requerimientos, que dependen de los aminoácidos contenidos en la dieta, al igual que otros animales no rumiantes (de Blas y Wiseman, 1998).

Costos de alimentación

En la Tabla 6 se presentan los promedios de los costos de alimentación por unidad de peso ganado, el tiempo requerido para alcanzar el peso de mercado, la cantidad de alimento requerido para la etapa de engorde y el costo del alimento comercial requerido para el engorde. Se puede observar que el costo por unidad de ganancia de peso en los animales jóvenes fue más bajo (43.2%) que en los animales pesados, lo que es una consecuencia directa de las diferencias observadas en conversión alimenticia entre ambos grupos de animales. También se puede observar que la suplementación con henos

aumentó los costos de la ganancia de peso, debido a su efecto negativo sobre la conversión alimenticia.

Tabla 5. Promedios de costos de alimentación y tiempo de engorde hasta el peso comercial, según peso inicial y dieta asignada.

Concepto	Dietas					Medias de grupo de peso
	T	M	J	JM-1	JM-2	
Costo de alimentación por kg de ganancia de peso, US\$⁽¹⁾						
Pesados	1.17 ^{b,p}	1.51 ^{a,p}	1.47 ^{a,p}	1.54 ^{a,p}	1.79 ^{a,p}	1.49^p
Livianos	0.66 ^{b,q}	0.86 ^{a,q}	1.08 ^{a,q}	0.88 ^{a,q}	0.74 ^{ab,q}	0.84^q
Medias por Dieta	0.92^b	1.19^a	1.28^a	1.21^a	1.26^a	
Tiempo de engorde, d⁽²⁾						
Pesados	19.57 ^{c,p}	23.53 ^{b,p}	23.40 ^{b,p}	24.51 ^{ab,p}	28.49 ^{a,p}	23.90^p
Livianos	33.54 ^{b,q}	41.18 ^{a,q}	35.59 ^{b,q}	42.26 ^{a,q}	42.86 ^{a,q}	39.08^q
Medias por Dieta	26.55^b	32.36^a	29.49^{ab}	33.38^a	35.67^a	
Alimento total requerido para el engorde, kg⁽²⁾						
Pesados	1.77 ^{c,p}	2.39 ^{b,p}	2.29 ^{b,p}	2.41 ^{b,p}	2.80 ^{a,p}	2.33^p
Livianos	2.02 ^{d,q}	2.70 ^{b,q}	3.32 ^{a,q}	2.74 ^{b,q}	2.31 ^{c,q}	2.62^q
Medias por dieta	1.89^c	2.54^b	3.80^a	2.57^b	2.55^b	
Costo del concentrado comercial requerido para el engorde, US\$⁽¹⁾						
Pesados	0.58 ^{c,p}	0.70 ^{b,p}	0.70 ^{b,p}	0.73 ^{b,p}	0.85 ^{a,p}	0.71^p
Livianos	0.66 ^{c,q}	0.82 ^{b,q}	1.05 ^{a,q}	0.83 ^{b,q}	0.71 ^{c,q}	0.81^q
Medias por dieta	0.62^c	0.76^b	0.88^a	0.78^b	0.78^b	

⁽¹⁾ Costo del concentrado: US\$ 0.33 kg⁻¹; Costo del heno: US\$ 0.20 kg⁻¹

⁽²⁾ Suponiendo un peso de mercado de 2000 g y un peso inicial de 1000 g para animales livianos y 1500 g para animales pesados

^{a,b,c} Medias en una misma línea seguidas por letras distintas difieren significativamente (Tukey-Kramer, P<0.05)

^{p,q} Medias en una misma columna seguidas por letras distintas difieren significativamente (Tukey-Kramer, P<0.05)

El tiempo de engorde se calculó basándose en un peso de mercado típico de 2.0 kg y el supuesto de que los animales pesados iniciarían el período de engorde bajo estos tratamientos cuando alcanzaran un peso de 1.5 kg, mientras que los animales livianos lo harían con un peso de 1.0 kg. Bajo estos supuestos, el período promedio de engorde de los animales pesados sería de 20 a 30 días, dependiendo de la dieta suministrada, mientras que el período de engorde de los animales livianos fluctuaría entre 33 y 43 días; es decir, se prolongaría entre un 40 a 70 %. Si la magnitud de la diferencia en ganancia de peso es de 100 % (0.50 kg para los animales pesados y 1.0 kg para los animales livianos), los resultados indican que un sistema de alimentación como el propuesto (concentrado restringido y suplementación con henos) sería aconsejable para animales jóvenes y de bajo peso. Los animales que recibieron heno suplementario, independientemente de su peso inicial, requirieron aproximadamente 10 días más para alcanzar el peso de mercado que los animales no suplementados.

Para el caso de los pequeños productores (30 conejas madres o menos) les interesa conocer la cantidad de alimento comercial que requieren semanalmente para sus animales, ya que esto les indica la cantidad de dinero que deben tener disponible para su adquisición. Considerando la información presentada en la Tabla 5, se observa que si alguno de estos sistemas de alimentación se adopta con animales pesados, se requieren entre 1.7 y 2.8 kg (promedio 2.33 kg) de alimento concentrado comercial por conejo que se

encuentre en engorde y entre 2.0 y 3.3 kg (promedio 2.62 kg) si el engorde se inicia con animales livianos. Esto implica que el productor deberá invertir entre 0.58 y 0.85 US\$ por conejo en engorde (promedio 0.71), si los animales son pesados, o entre 0.66 y 1.05 US\$ (promedio 0.81) si inicia el engorde cuando los gazapos pesan aproximadamente 1.0 Kg. Aunque los datos obtenidos indican que sería preferible utilizar alguno de estos sistemas de alimentación con animales más pesados, el hecho de que los animales mas livianos tarden más tiempo en alcanzar el peso de mercado implica una menor necesidad de dinero en efectivo disponible semanalmente.

En general, los resultados de este experimento concuerdan parcialmente con otros citados en la literatura. Nieves *et al.* (2002) ofrecieron dietas en harina de maní forrajero y leucaena en una inclusión del 40% y otros ingredientes no convencionales suplementados con naranjillo fresco (*Trichanthera gigantea*) y se compararon con el desempeño de un grupo testigo que fue alimentado con concentrado comercial granulado. Se determinó una disminución del 25% del crecimiento de los conejos y un aumento de consumo en materia seca del 27% pero la relación beneficio costo (2.98 vs. 1.83) fue mayor con las dietas no convencionales, elevando la ganancia económica efectiva por kg de carne producida. El uso de forrajes no influyó sobre los costos de alimentación. En un estudio anterior el mismo autor reportó conversiones de 5.93 y ganancias diarias de 19.79 g evaluando maní forrajero con ventajas económicas respecto a la dieta comercial (Nieves *et al.*, 1997).

Evaluación post-mortem

En la Tabla 6 se muestran los promedios de rendimiento en canal y de la proporción relativa (%) que representa el tracto gastrointestinal del peso vivo de los animales. No se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) de rendimiento en canal ni de la proporción relativa del tracto digestivo entre animales en los distintos tratamientos. Los valores obtenidos en el presente estudio son ligeramente superiores a los reportados por Figueroa (2002), pero se encuentran dentro de los límites que se consideran típicos para conejos de esta raza y de edad (2.2 a 2.5 meses) y peso al sacrificio (1.80 a 2.20 kg) comparable a los de este estudio.

Tabla 6. Promedios de pesos, rendimiento en canal y proporción de estómago e intestinos, según peso inicial y dieta asignada.

Concepto	Dietas					Medias de grupo de peso
	T	M	J	JM-1	JM-2	
Rendimiento en canal, %						
Pesados	52.62	53.61	53.21	54.97	51.09	53.10
Livianos	51.51	50.5	50.22	50.63	49.88	50.55
Medias por Dieta	52.07	52.05	51.72	52.8	50.48	
Proporción de estómago e intestinos, % del peso al sacrificio						
Pesados	21.02	18.93	20.04	20.12	21.56	20.33
Livianos	20.91	22.29	21.92	22.34	22.41	21.97
Medias por dieta	20.96	20.61	20.98	21.22	21.98	

Dentro del desarrollo normal de los animales, las vísceras se desarrollan más rápido que otros componentes corporales en los primeros estadios de crecimiento y, si fueran sacrificados a estas cortas edades, el rendimiento en canal sería más bajo (40 - 42%) y el tracto gastrointestinal sería una proporción mayor del peso vivo (25 - 27 %). En conejos, se ha estimado que la tasa de desarrollo del tejido gastrointestinal se reduce e iguala a la tasa de crecimiento muscular aproximadamente a las 7 semanas de edad y, por tanto, el rendimiento en canal presenta poca variación entre 7 y 14 semanas de edad. Posteriormente, el rendimiento en canal tiende a aumentar ligeramente debido a la acumulación de tejido adiposo, principalmente en la región dorsal (de Blas *et al.*, 1986).

Una restricción alimenticia puede retrasar el desarrollo del tejido muscular (Pond *et al.*, 1989; citado en Figueroa 2002) y, por tanto, disminuir el rendimiento en canal. Sin embargo, en este estudio no se observó este efecto.

La cantidad de ingesta presente en el tracto digestivo afecta negativamente el rendimiento en canal. Como los animales estuvieron sin acceso a alimento sólido por 16 horas antes del sacrificio, no se determinaron diferencias significativas entre los animales en los distintos tratamientos.

Análisis microscópico

Con microscopía de luz se observaron las características morfológicas de las vellosidades intestinales del duodeno de conejos provenientes de los distintos tratamientos. En la Figura 6 se detecta la presencia de células inflamatorias (presencia de células hematógenas blancas), núcleos alargados, células columnares ligeramente anormales, vellosidades cortas y anchas y numerosas células calciformes, lo que sugiere presencia de mucosidad y alteración en la estructura del tejido. Apparently la dieta tuvo un efecto negativo sobre la integridad de la mucosa, lo que pudo haber afectado la capacidad de absorción en esta porción intestinal.

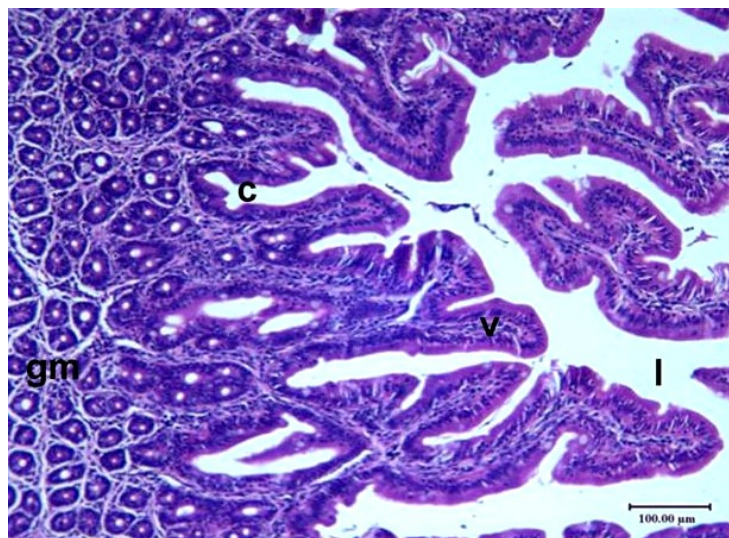


Figura 4. Microfotografía de luz de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta T (testigo). (v) vellosidades intestinales; (gm) glándulas mucosecretoras; (l) lumen; (c) cripta.

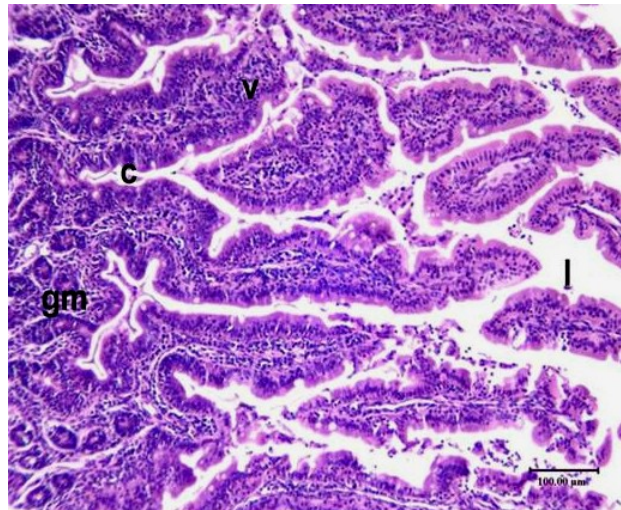


Figura 5. Microfotografía de luz de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta M (maní). (v) vellosidades intestinales; (gm) glándulas mucosecretoras; (l) lumen; (c) cripta.

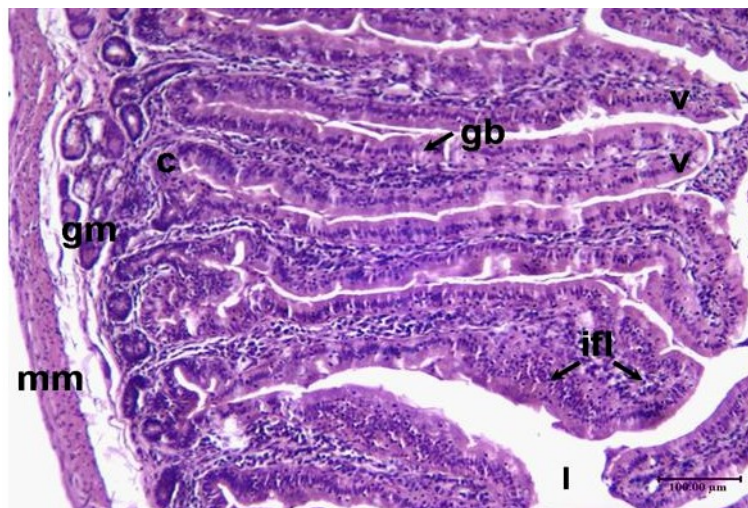


Figura 6. Microfotografía de luz de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta J (Johnson). (v) vellosidades intestinales; (gm) glándulas mucosecretoras; (l) lumen; (c) cripta; (mm) capa muscular mucosa; (ifi) células inflamatorias, (gb) células de goblet.

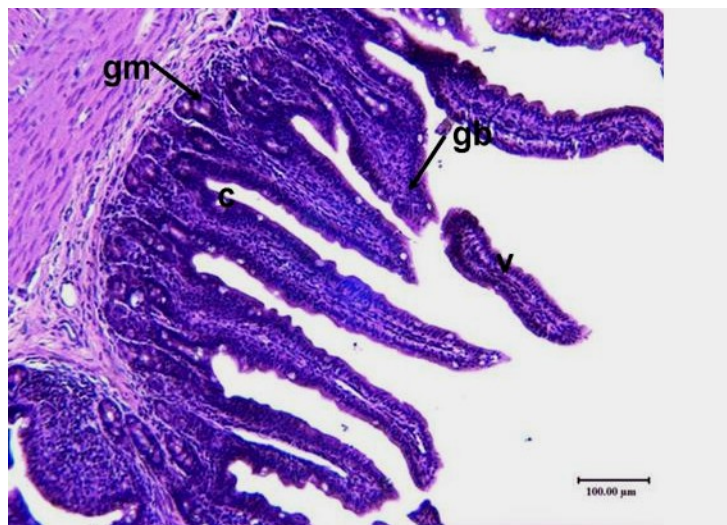


Figura 7. Microfotografía de luz de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta JM-1 (Johnson-maní). (v) vellosidades intestinales; (gm) glándulas mucosectoras; (c) cripta; (gb) células de goblet.

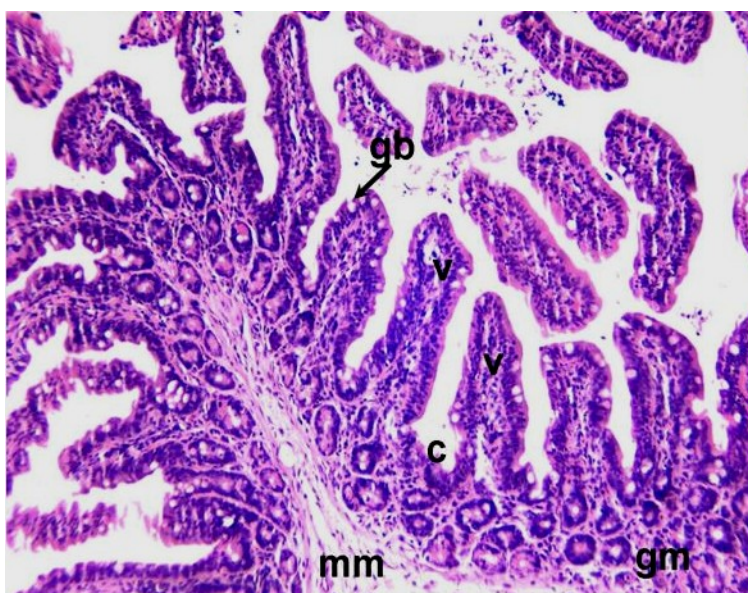


Figura 8. Microfotografía de luz de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta JM-2 (Johnson-maní). (v) vellosidades intestinales; (gm) glándulas mucosectoras; (c) cripta; (gb) células de goblet. (mm) capa muscular mucosa.

En las figuras 4, 5, y 7 (dietas M, J y JM-1) las vellosidades se observan de buen tamaño y cantidad por área y presentan características generales de tejido normal. En la figura 8 (dieta JM-2) se observan vellosidades de menor tamaño, presentes en menor densidad, con núcleos alargados y presencia de células goblet.

Las figuras 9 a 15 corresponden a microfotografías de cortes transversales del duodeno de los conejos obtenidas con microscopía electrónica de rastreo. En la Figura 12 (dieta J) se observan daños significativos en la arquitectura de la mucosa, vellosidades alteradas y presencia de mucosidad. La figura 15 (dieta JM-2) muestra vellosidades cortas, redondeadas, en menor densidad y presencia de remanentes de digesta adheridas a la mucosa. Las dietas que alteran la integridad de la mucosa o que disminuyen la longitud de las vellosidades intestinales elevan la permeabilidad de la membranas y pueden fomentar la entrada de toxinas (Gómez Conde *et al.*, 2004).

En las Figuras 10 y 11 se comparan las fotografías de porciones de duodeno, con el mismo corte y bajo iguales parámetros de observación, de animales que recibieron la dieta M. Se puede observar una mejor morfología general con vellosidades de tamaño normal y presentes en densidad también normal.

En la Figura 14, corresponde a duodeno de un animal la dieta JM-1, las vellosidades se observan de menor tamaño, menor cantidad por área; sin embargo presentan características saludables.

En la Figura 15 (dieta JM-2) se marca la pérdida de forma tornándose más redondas y cortas, con presencia notoria de mucosidad lo que sugiere que la dieta pudo haber tenido un efecto negativo en la capacidad de absorción de esta porción intestinal y puede explicar en parte un bajo consumo, pérdida de peso, baja eficiencia en el uso de los nutrientes.

Se ha determinado que dietas con bajos contenidos de fibra soluble presentan menor activación linfoide; los conejos a los 35 días aún no presentan un sistema inmune desarrollado, predominando los linfocitos T sobre los B. En dietas donde se evaluó cascarilla de avena, se determinó un efecto negativo por el acortamiento de la longitud de las vellosidades intestinales y posible daño de la mucosa intestinal elevando la permeabilidad de la membrana y probable entrada de toxinas (Gómez Conde *et al.*, 2004a).

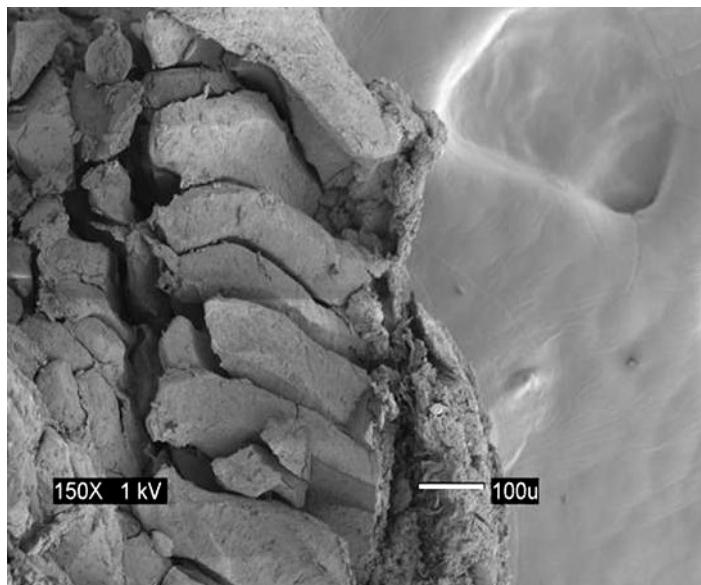


Figura 9. Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales en un corte transversal del duodeno de un conejo que recibió la dieta T (testigo).

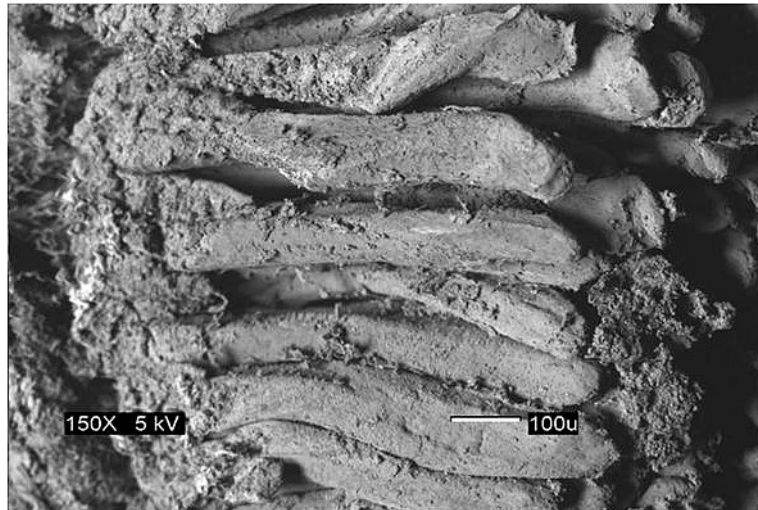


Figura 10. Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales en un corte transversal del duodeno de un conejo que recibió la dieta M (mani).

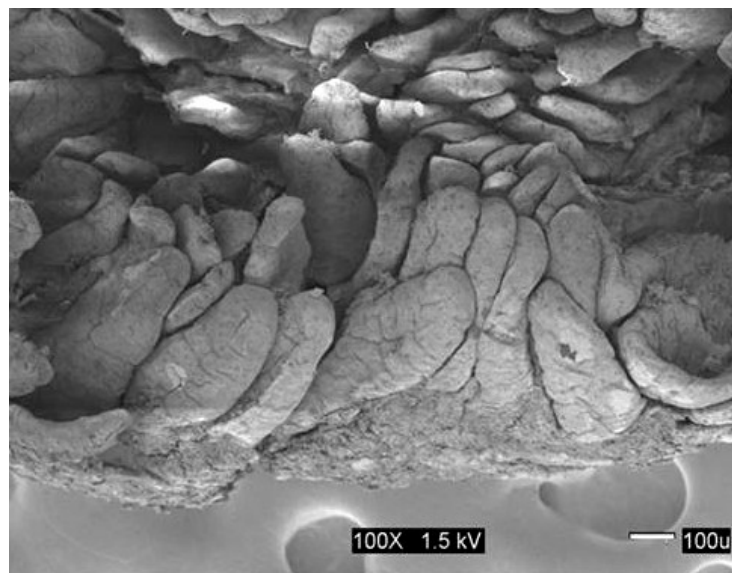


Figura 11. Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales en un corte transversal del duodeno de un conejo que recibió la dieta M (mani).

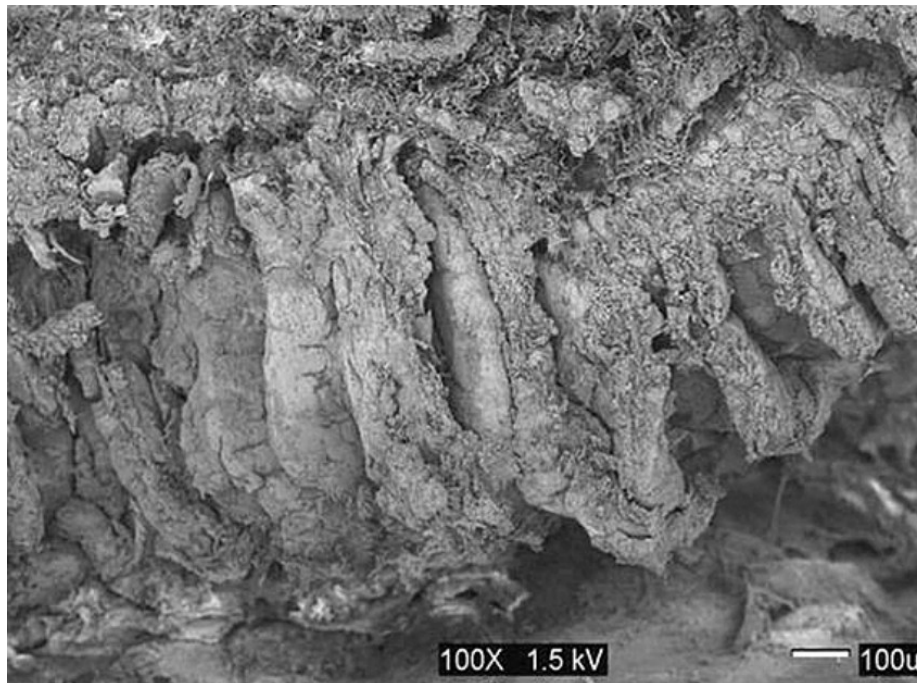


Figura 12. Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales en un corte transversal del duodeno de un conejo que recibió la dieta J (Johnson).

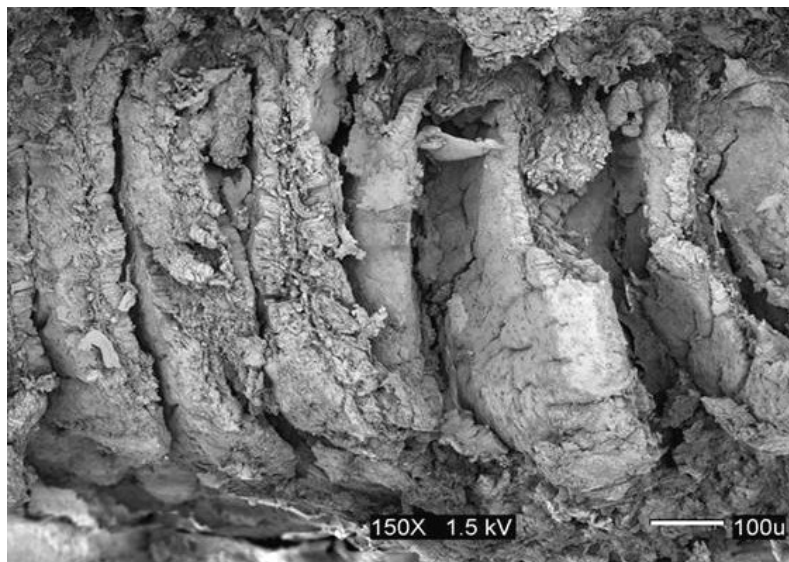


Figura 13. Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales en un corte transversal del duodeno de un conejo que recibió la dieta J (Johnson).

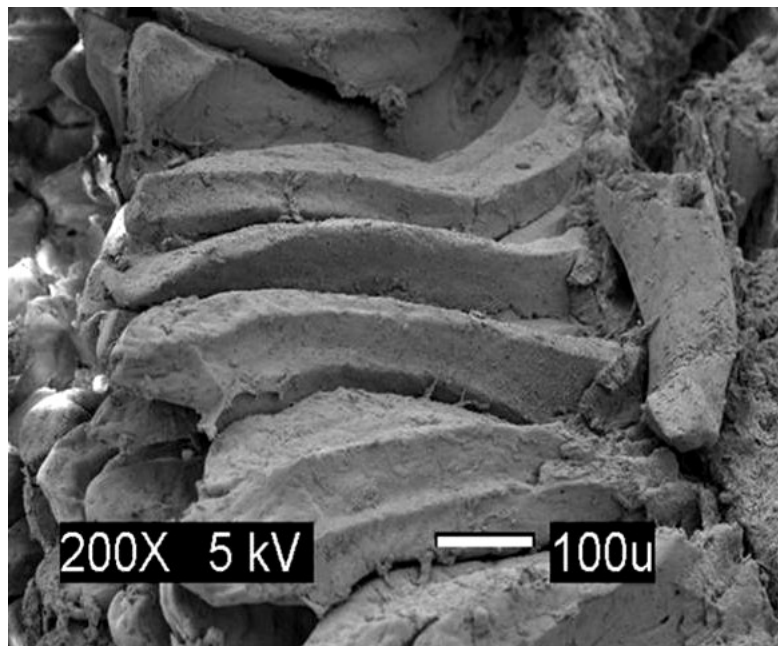


Figura 14. Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales en un corte transversal del duodeno de un conejo que recibió la dieta JM-1 (Johnson-maní).

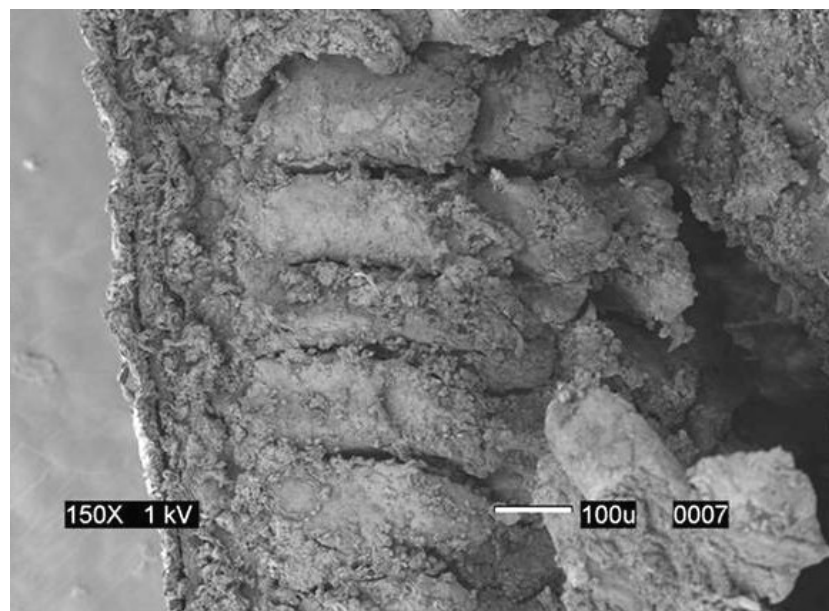


Figura 15. Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades intestinales en un corte transversal del duodeno de un conejo que recibió la dieta JM-2 (Johnson-maní).

Experimento 2

Desempeño productivo

En la tabla 7 se presentan los promedios de pesos iniciales y finales, ganancias diarias de peso, consumos de heno, alimento concentrado y consumo total y conversión alimenticia determinadas para los animales en los distintos regímenes alimenticios. Los efectos de tratamientos sobre estas variables se discuten a continuación.

Tabla 7. Promedios de pesos, ganancias, consumo y conversión alimenticia de los conejos, según dietas asignadas.

Concepto	Dietas						VTK ¹
	T	M	GL	BQ	GN	GM	
Peso inicial, kg	0.72 ^a	0.65 ^a	0.59 ^a	0.62 ^a	0.67 ^a	0.66 ^a	0.19
Peso final, kg	2.29 ^a	2.03 ^{ab}	2.11 ^{ab}	2.10 ^{ab}	1.92 ^b	2.10 ^{ab}	0.27
Ganancia, g d ⁻¹	24.89 ^a	21.76 ^a	23.98 ^a	23.22 ^a	21.00 ^a	23.22 ^a	5.31
Consumo de concentrado, g d ⁻¹	94.76 ^a	72.70 ^b	72.71 ^b	72.72 ^b	72.71 ^b	72.71 ^b	0.0
Consumo de heno, g d ⁻¹	0.00	8.38 ^{ab}	10.98 ^a	5.33 ^b	5.12 ^b	8.53 ^{ab}	3.15
Consumo total, g d ⁻¹	94.76 ^a	81.08 ^{bcd}	83.68 ^b	78.03 ^{cd}	77.82 ^d	81.22 ^{bc}	3.15
Conversión, g/g	3.85 ^a	3.76 ^a	3.53 ^a	3.37 ^a	3.72 ^a	3.52 ^a	0.80

^{a,b,c,d} Medias en una misma línea seguidas por letras distintas difieren significativamente (Tukey-Kramer, P<0.05)

¹ Valor promedio para la diferencia mínima significativa para Tukey-Kramer.

Ganancias de Peso

No se observaron diferencias significativas ($P>0.05$) en ganancia de peso entre los animales que recibieron las distintas dietas. Los animales exhibieron una ganancia de peso promedio general de 23.01 g d^{-1} , valores semejantes a los reportados por Quintero (1993), quien informó ganancias promedio de 22.2 g d^{-1} en conejos alimentados con dietas a base de concentrado comercial, heno de *Gliricidia* y salvado de arroz. Cuando la *Gliricidia* se suministró como fuente de proteína, las ganancias obtenidas fueron de 20.7 g d^{-1} . Para el caso del maní rizomatoso, la ganancia de peso promedio determinada fue de 23.98 g d^{-1} algo inferior a la observada por Gómez *et al.* (1993) quienes reportaron ganancias de 39.7 g d^{-1} con dietas de tipo maíz-soya que incluían 40% de maní rizomatoso en sustitución de alfalfa.

La variación semanal en la tasa de crecimiento de los gazapos a través del período de experimentación se muestra gráficamente en la Figura 16. Se puede observar que la tasa de crecimiento sufrió una drástica disminución entre la tercera y cuarta semana de experimentación, que fue acompañada de problemas gastrointestinales, consumo deprimido y cierta mortalidad. En las semanas siguientes, se observó una recuperación en la tasa de crecimiento que se mantuvo relativamente estable hasta el fin del periodo experimental. Este patrón de variación afectó a todos los grupos de animales por igual y no se detectaron diferencias significativas ($P>0.05$) en las ganancias de peso, dentro de cada semana de estudio, entre los animales que recibieron las distintas dietas.

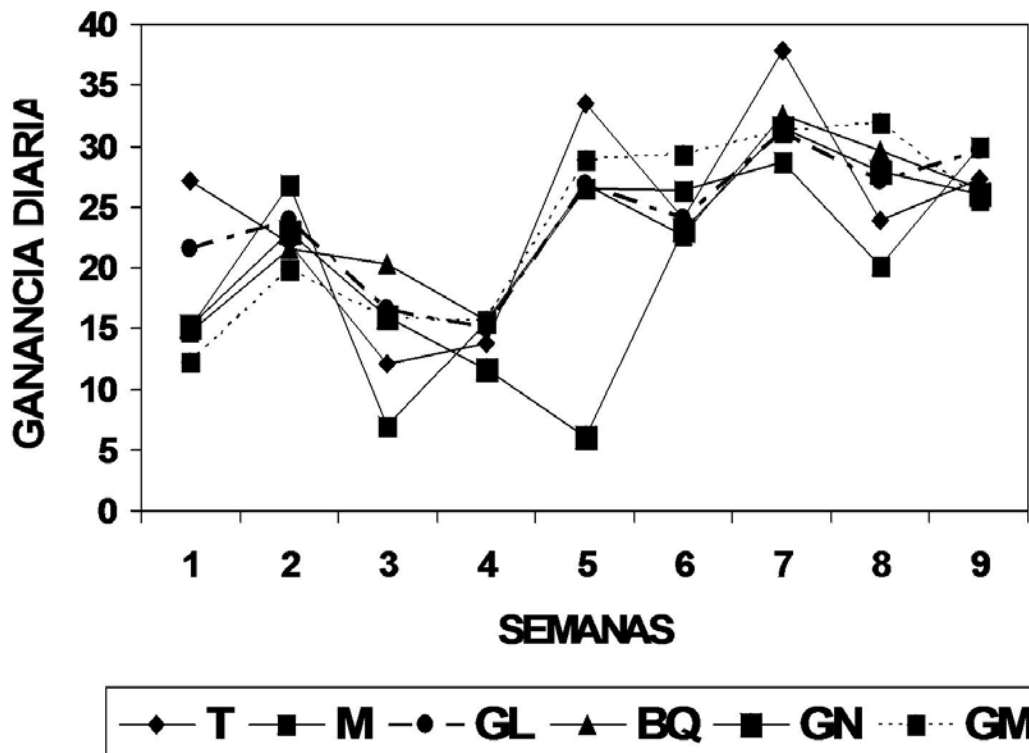


Figura 16. Variación semanal en la tasa de crecimiento de conejos suplementados con heno de *Brachiaria spp.*, *Panicum maximum*, *Arachis glabrata* y *Gliricidia sepium*.

A pesar de esta disminución en la tasa de crecimiento entre la tercera y cuarta semanas, la ganancia de peso acumulada presentó un patrón ascendente y relativamente continuo (Figura 17). Se puede observar que los animales del grupo testigo presentaron un peso ligeramente superior, aunque no significativamente diferente, del resto de los animales y que los animales que fueron suplementados con heno de hierba guinea prácticamente no aumentaron de peso entre la quinta y sexta semana de experimentación; pero posteriormente se recuperaron y crecieron a un ritmo semejante al del resto de los animales. Un factor que podría afectar el peso acumulado de los animales es el peso inicial al

comenzar a recibir las dietas experimentales. En este caso, un análisis de covarianza indicó que no hubo efecto de peso inicial sobre la tasa de crecimiento.

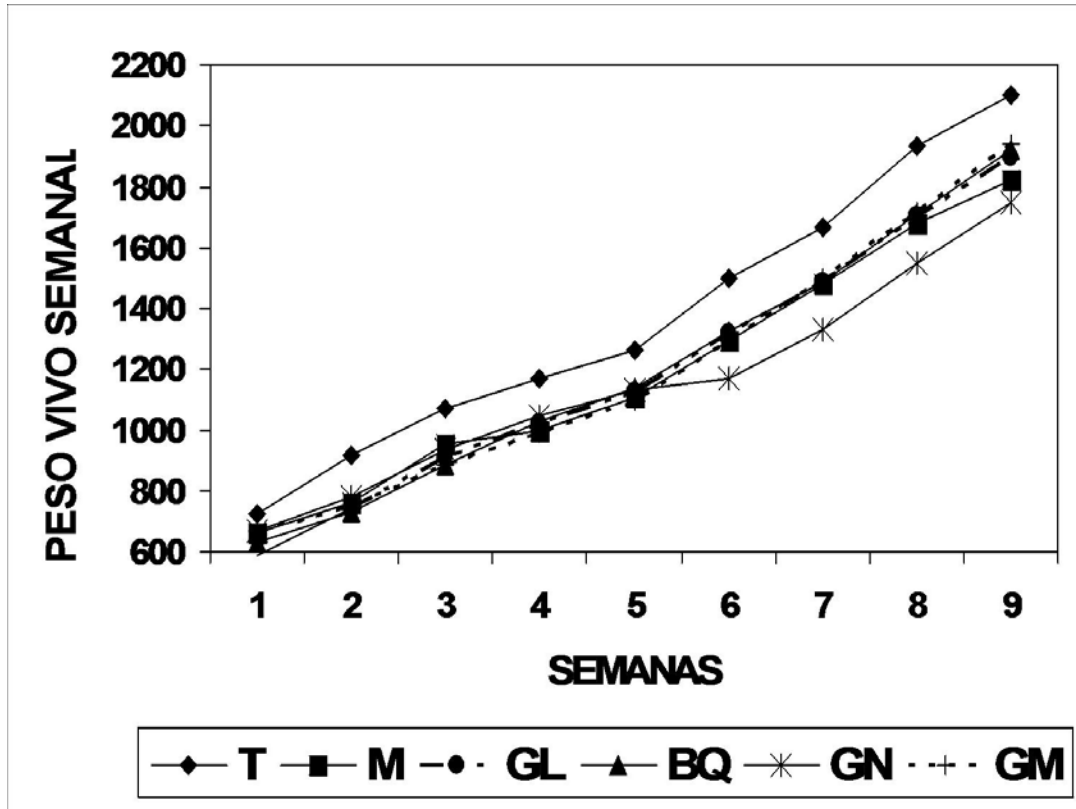


Figura 17. Peso acumulado a través del período de experimentación de conejos suplementados con henos de *Braquiaria spp.*, *Panicum maximum*, *Arachis glabrata* y *Gliricidia sepium*.

En general, las ganancias de peso observadas en los animales en el presente estudio concuerdan con las obtenidas por Hongthong *et al.* (2004) bajo condiciones de temperatura y humedad ambiente muy similares (6 am, 27.3°C; 12 m, 31.8°C; 6 pm, 27.7°C y humedad relativa promedio de 85.1%). Los autores reportaron ganancias de peso que variaron de 18 a 23 g d⁻¹ en conejos que fueron

alimentados con forraje de espinaca de agua (*Ipomoea aquatica*) en adición a un concentrado que incluía proporciones crecientes de arroz.

Consumo de alimento

En la Tabla 7 se presentaron los consumos promedios de heno, concentrado comercial y de materia seca total por los animales en los distintos tratamientos. Las diferencias en consumo de concentrado comercial entre los animales del grupo Testigo y el resto de los animales fueron producto del diseño del experimento.

Al comparar el consumo promedio de henos, se observó una mayor aceptación del heno de gliricidia, seguida por el heno de maní rizomatoso y por la mezcla de henos de gliricidia y maní. Los henos de guinea y braquiaria fueron los menos aceptados. Se observó una alta variación individual entre animales respecto al consumo de henos, así como en la selectividad del consumo. En el caso del heno de maní rizomatoso, los animales seleccionaron principalmente las hojas dejando la mayoría de los tallos. En el caso de los henos de braquiaria y guinea, la selectividad fue de menor magnitud y su menor aceptación se atribuye a sus características físicas, principalmente dureza.

En este estudio, los conejos mostraron una buena aceptación del heno de gliricidia, contrariamente a lo reportado por Nieves *et al.* (2002), quienes indicaron que el heno de esta especie no era realmente apetecido por los conejos, basándose en la disminución gradual en el consumo de materia seca de 59.3 a

39.8 y 22.0 g d⁻¹ al incluir en la dieta 10, 20 y 30 % de heno de gliricidia, respectivamente. En otro estudio (Onwudike, 1995) en el que se evaluó leucaena y gliricidia proporcionadas *ad libitum*, se observó un mayor consumo de leucaena que de gliricidia (7.17 y 5.86 g d⁻¹, respectivamente); pero se obtuvo una mayor ganancia de peso con gliricidia que con leucaena (21.2 y 13.5 g d⁻¹, respectivamente).

Bamikole y Ezenwa, (1999) indicaron que las leguminosas tienen mayor aceptabilidad por los conejos que las gramíneas y que el consumo de gramíneas se aumenta cuando se mezclan con leguminosas. Este efecto, aunque no significativo, se pudo observar en el presente experimento en lo que se relaciona con el consumo de heno de guinea y de la mezcla de heno de guinea y de maní.

De Blas *et al.* (1981) encontraron que el contenido de fibra en los forrajes es el único factor que afecta significativamente consumo voluntario de las dietas y no el contenido de proteínas. Sin embargo, aunque el consumo y la digestibilidad pueden ser altos en dietas con abundante contenido de forrajes, el bajo contenido de proteína afectaría el crecimiento ya que no alcanzarían a satisfacer los requerimientos de un ritmo elevado de crecimiento.

Se observó una variación significativa en consumo de henos a través del transcurso del experimento (Figura 18). En las primeras dos semanas, los henos de GL y M fueron consumidos en una cantidad significativamente mayor que el resto de los henos y en la sexta semana los henos de BQ y GN fueron los que se consumieron en menor cantidad. Durante la última semana, el consumo de heno

de BQ fue significativamente menor al del resto de los henos. Aunque se observaron variaciones en consumos de henos en otras semanas de experimentación, las diferencias observadas entre henos, en la misma no fueron significativas.

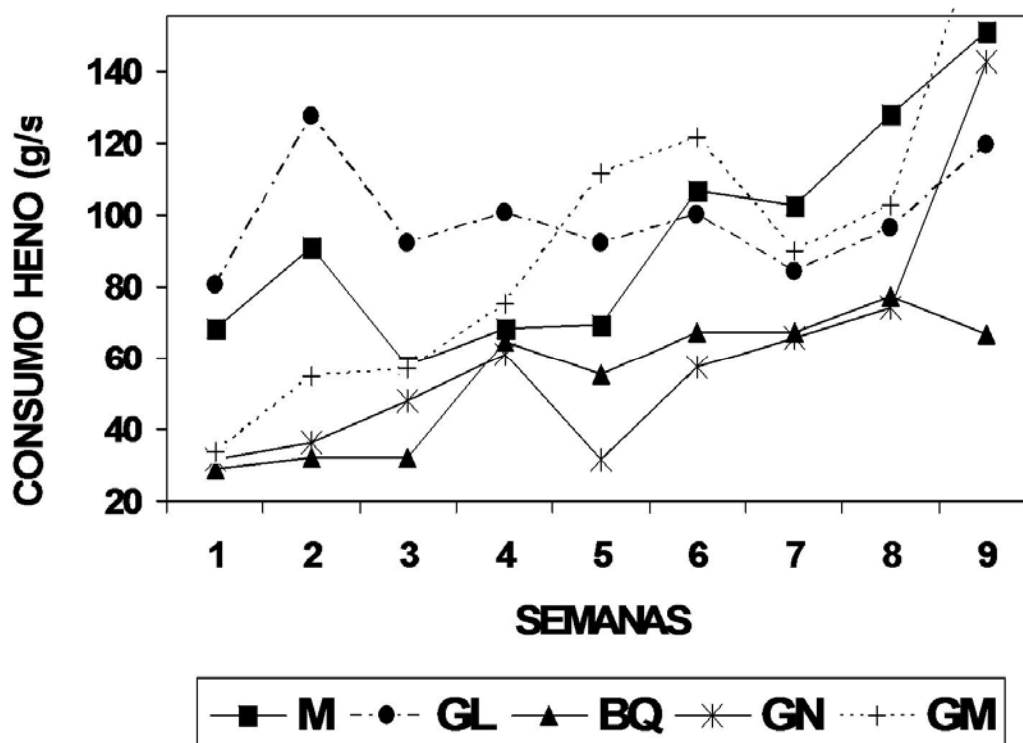


Figura 18. Variación en el consumo semanal de henos por los conejos a través del período de experimentación.

Debido a las diferencias en el consumo de concentrado comercial y de henos, se encontraron diferencias significativas en consumo total, siendo el grupo Testigo el que exhibió el consumo más alto (94.76 g d^{-1} , Tabla 7), seguido de las dos leguminosas y de la mezcla de gramínea-leguminosa (gliciridia, 83.68 g d^{-1} ; GM, 81.22 g d^{-1} y maní rizomatoso, 81.08 g d^{-1}). Los animales que recibieron los

henos de gramíneas mostraron un consumo de materia seca total significativamente menor (braquiaria ,78.03 g d⁻¹ y guinea, 77.82 g d⁻¹), pero que fueron mayores a los reportados por Bamikole y Ezenwa (1999), de sólo 53.11 g d⁻¹ en un estudio en el que se sustituyó el 50% del alimento comercial por heno de guinea (*Panicum maximun*). Este bajo consumo no fue significativamente distinto del consumo de los animales que recibieron la dieta testigo, pero la ganancia de peso obtenida fue de apenas 5.13 g d⁻¹.

El consumo de materia seca total, expresada como proporción (%) del peso vivo promedio (PP), fue similar a través de todos los tratamientos (promedio 6.35 % del PP) a excepción del tratamiento BQ que mostró un menor consumo (5.87 % del PP, P < 0.05), posiblemente debido a la mayor voluminosidad del heno de braquiaria. De todas maneras, el consumo total observado se encuentra dentro de los límites considerados normales para conejos de estos pesos, que varía entre 5.8 y 6.5 % del peso vivo, según Bamikole y Ezenwa (1999). Esta misma tendencia se observó al expresar el consumo de materia seca total en función del peso metabólico promedio y los valores determinados también se consideran como normales para conejos (Partridge *et al.*, 1985).

Tabla 8. Promedios de consumo de materia seca total expresada como proporción del peso vivo promedio (%) o por unidad de peso metabólico ($\text{g kg}^{-0.75}$), según dietas asignadas

Concepto	Dietas						VTK ²
	T	M	GL	BQ	GN	GM	
Peso promedio (PP) ¹ , kg	1.50 ^a	1.34 ^a	1.35 ^a	1.37 ^a	1.26 ^a	1.37 ^a	0.15
Consumo de materia seca total (% del PP)	6.29 ^a	6.35 ^a	6.41 ^a	5.87 ^a	6.44 ^a	6.28 ^a	0.32
Consumo de materia seca total, g $\text{kg PP}^{-0.75}$)	68.69 ^a	68.36 ^{ab}	69.25 ^a	63.54 ^b	68.22 ^{ab}	67.95 ^{ab}	4.88

¹ Peso promedio (PP) = (peso inicial + peso final)/2.

² Valor promedio para la diferencia mínima significativa para Tukey-Kramer.

^{a,b}. Medias en una misma línea seguidas por letras distintas, difieren significativamente (Tukey-Kramer, $P < 0.05$)

Al igual que en el experimento anterior, se utilizaron los registros de temperatura y humedad relativa recopilados en la Estación Experimental Agrícola para calcular el índice de temperatura y humedad promedios a través de las nueve semanas de experimentación (Figura 19). Durante el transcurso de las nueve semanas de experimentación, la temperatura ambiente promedió 24.92 °C, la humedad relativa 82.48 % y el índice de calor 25.9 °C. Se determinó la existencia de una correlación negativa entre consumo de materia seca total e índice de calor ($r = 0.67$; $P < 0.05$).

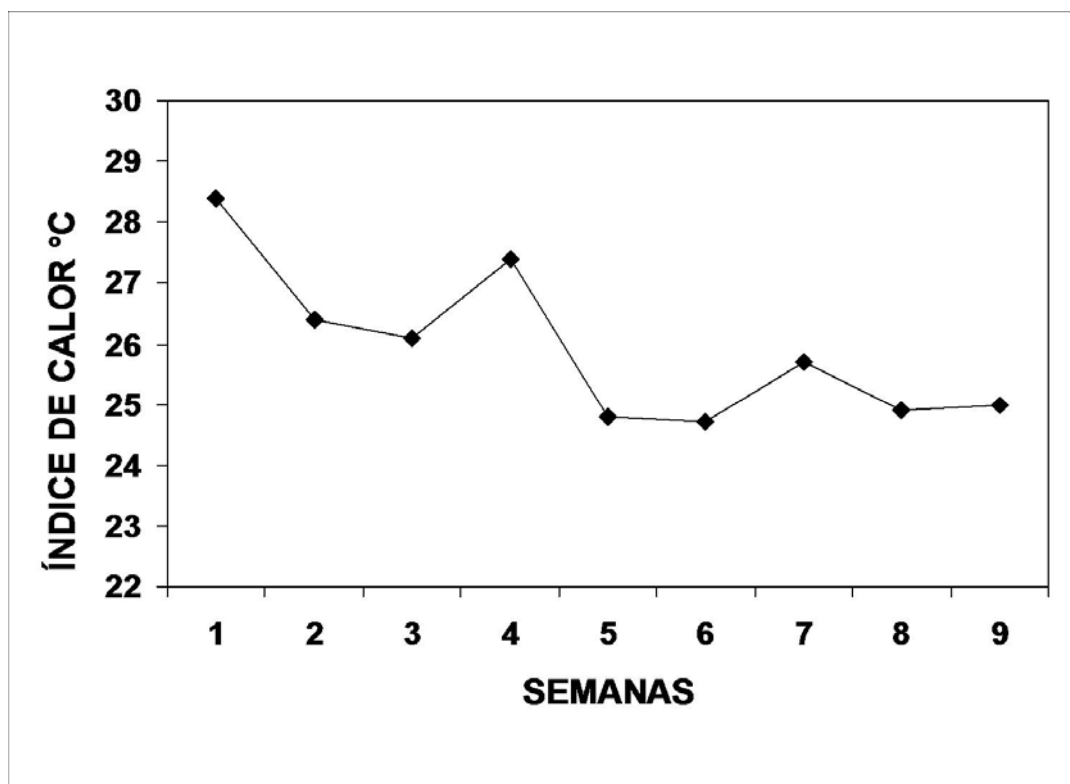


Figura 19. Índice de temperatura-humedad promedio a través del período experimental.

Conversión alimenticia

La conversión alimenticia promedió 3.62 g g^{-1} y no se observaron diferencias significativas ($P > .05$) entre los grupos experimentales (Tabla 7). En los animales suplementados con heno de gliricidia se determinó una conversión alimenticia de 3.53, similar a la reportada por Quintero (1993) de 3.69. Para el grupo de animales suplementados con maní rizomatoso se encontró una conversión de 3.76, bastante menos eficiente a la reportada por Gómez de Varela *et al.* (1993) de 2.6, con dietas en las que se substituyó el 40% del alimento comercial por heno de maní rizomatoso. Bamikole y Ezenwa (1999), no

encontraron diferencias significativas en conversión alimenticia entre animales alimentados con una dieta comercial y aquellos que recibieron dietas que contenían 50 % de inclusión de heno de guinea.

En otras investigaciones reportadas en la literatura (Gómez de Varela *et al.*, 1993; Nieves *et al.*, 1995; Nieves *et al.*, 1997; Bamikole y Ezenwa, 1999; Ramchurn *et al.*, 2000; Figueroa, 2002) se ha atribuido la disminución en la conversión alimenticia a la disminución en el consumo de materia seca total, consecuencia de la baja digestibilidad de los forrajes por su alto contenido de carbohidratos estructurales. Los resultados de este experimento indican que la inclusión de henos de forrajes tropicales, incluidos hasta el 25% de la materia seca total, no afecta negativamente el consumo de alimento ni la conversión alimenticia. Es posible que esta diferencia con otros resultados publicados se deba a que los henos utilizados en este experimento se obtuvieron de forrajes jóvenes cosechados después de la estación lluviosa.

Costos de alimentación

Basándose en los datos de ganancias de peso y conversión alimenticia, se estimaron los costos asociados con la alimentación y el tiempo de engorde requerido para alcanzar el peso de mercado (Tabla 9). No se encontraron diferencias significativas atribuibles a regímenes alimenticios en el costo total de alimentación o en el costo del alimento requerido para el engorde hasta alcanzar el peso de mercado, esto último si se le otorga a los henos un precio comercial.

Sin embargo, si se considera únicamente el costo del concentrado comercial requerido para el engorde, la suplementación con heno de maní, gliricidia, braquiaria o con una mezcla de gliricidia con maní, disminuyeron los costos entre 22 y 28 %, lo que puede representar una alternativa viable para el pequeño o mediano productor si los forrajes a utilizar tienen buena disponibilidad local.

Tabla 9. Promedios de costos de alimentación y tiempo estimado de engorde hasta alcanzar el peso comercial, según dietas asignadas.

Concepto	Dietas						VTK ¹
	T	M	GL	BQ	GN	GM	
Costo de alimentación por kg de ganancia, US\$ ⁽²⁾	1.27 ^a	1.19 ^a	1.10 ^a	1.08 ^a	1.19 ^a	1.11 ^a	0.25
Tiempo de engorde, d ⁽³⁾	51.51 ^b	62.38 ^{ab}	58.71 ^{ab}	58.3 ^{ab}	67.13 ^a	58.91 ^{ab}	11.48
Alimento requerido para engorde, kg ⁽²⁾	4.88 ^a	5.04 ^a	4.91 ^a	4.55 ^a	5.21 ^a	4.78 ^a	0.08
Costo concentrado para engorde, US\$ ⁽¹⁾	1.61 ^a	1.49 ^b	1.40 ^b	1.39 ^b	1.61 ^a	1.41 ^b	0.28

¹ Valor promedio para la diferencia mínima significativa para Tukey-Kramer

² Costo concentrado US\$ 0.33 kg⁻¹; Costo del heno US\$ 0.2 kg⁻¹

³ Suponiendo un peso de mercado de 2.000 g y según peso inicial de cada grupo

^{a,b} Medias en una misma línea seguidas por letras distintas, difieren significativamente (Tukey-Kramer, P<0.05)

Con estos sistemas alternativos de alimentación es posible obtener mayores beneficios económicos en explotaciones familiares donde la mano de obra es aportada por miembros de la familia (Onwudike, 1995). Además, en las explotaciones pequeñas no es posible producir un alimento completo del tipo aglomerado o “peletizado”, por lo que restringir la cantidad de alimento comercial

que se proporciona y ofrecer forraje suplementario en forma de heno constituye una alternativa viable para reducir los costos asociados con la alimentación (Carabaño *et al.*, 1997; Nieves *et al.*, 1997).

Evaluación post-mortem

En la Tabla 10 se presentan los promedios de rendimiento en canal y de la proporción que el tracto gastrointestinal representa del peso vivo de los animales al momento del sacrificio. No se encontraron diferencias significativas entre los animales que recibieron las diferentes dietas ni en rendimiento en canal ($P > .05$) ni en la proporción que el tracto gastrointestinal representa del peso vivo al sacrificio, tras 18 horas sin acceso a alimento sólido. Se esperaba que los animales suplementados con henos tuvieran un menor rendimiento en canal y un tracto gastrointestinal que representara un mayor porcentaje del peso vivo, debido a la mayor voluminosidad de los henos y a su mayor tiempo de retención dentro del tracto.

Tabla 10. Promedios de rendimiento en canal y proporción de estómago e intestinos, según dietas asignadas.

Concepto	Dietas						VTK ¹
	T	M	GL	BQ	GN	GM	
Rendimiento en canal, %	48.93	49.02	46.75	48.55	47.06	44.97	5.129
Proporción de estómago e intestinos, %	23.96	23.80	25.89	25.38	25.20	24.21	6.771

De acuerdo con la literatura consultada, una substitución de almidón por carbohidratos estructurales, en dietas isoenergéticas (2.5 Mcal ED/kg), no afecta el rendimiento en canal, pero predispone a los animales a perder más peso durante el transporte y durante el tiempo de espera en el matadero (desde 2.6 hasta 4.3 % del peso vivo (Tabeada *et al.*, no publicado; citado por Carabaño *et al.*, 1997).

Análisis Microscópico

De la integridad y salud de la mucosa intestinal, de su área total útil y del flujo sanguíneo y linfático hacia las vellosidades depende la absorción neta de sustancias desde el tracto gastrointestinal. Además, también influye la concentración intraluminal de nutrientes, su solubilidad y el tiempo de contacto (tiempo de residencia) de la digesta con la mucosa.

Con micrografía de luz, en las Figuras 20, 21 y 22, correspondientes a animales del grupo Testigo y de los suplementados con heno de maní y de gliricidia, respectivamente, no se observan cambios morfológicos en el tejido considerándose normal y saludable. En la Figura 23, correspondiente al duodeno de un animal que recibió suplementación con heno de braquiaria, se observa la presencia de células inflamatorias y gran cantidad de células goblet, lo que sugiere una abundante producción de mucosidad. El largo de las vellosidades y la profundidad de las criptas se consideran normales. En la Figura 24, correspondiente a la suplementación con una mezcla de henos de gliricidia y maní, las vellosidades presentan una apariencia ancha y corta, se detecta la

presencia de células epiteliales. Sin embargo su apariencia se considera normal ya que no se detectan cambios morfológicos sustanciales.

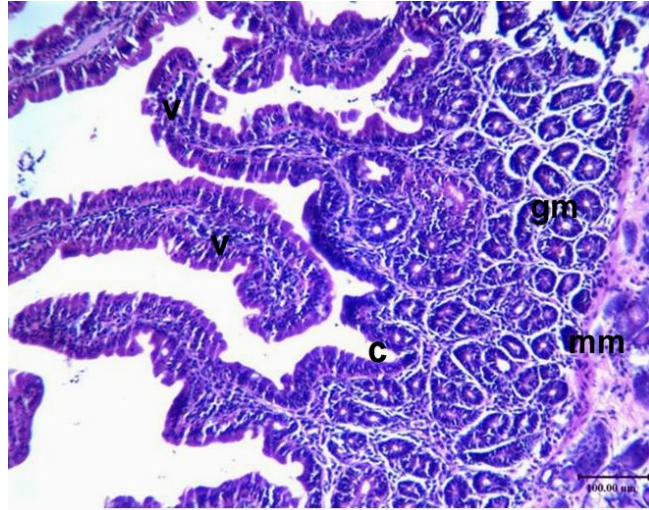


Figura 20. Microfotografía de luz de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta T (testigo). Exp. 2.

(v) vellosidades intestinales; (gm) glándulas mucosecretoras; (l) lumen; (c) cripta, (mm) capa muscular mucosa.

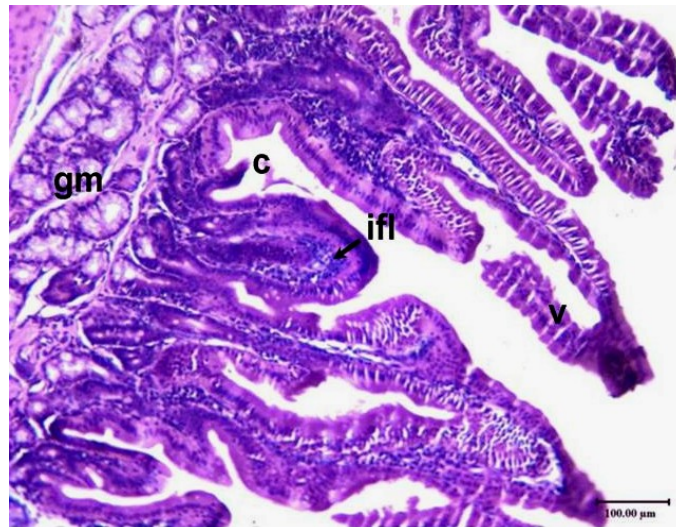


Figura 21. Microfotografía de luz de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta M (maní). Exp. 2.

(v) vellosidades intestinales; (gm) glándulas mucosecretoras; (c) cripta; (ifl) células inflamatorias

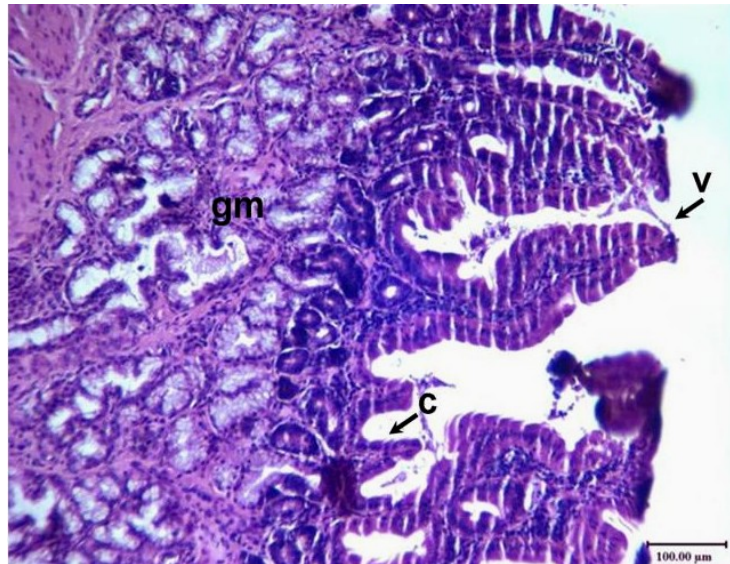


Figura 22. Microfotografía de luz de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta GL (*Gliricidia*). Exp. 2.
 (v) vellosidades intestinales; (gm) glándulas mucossecretoras; (c) cripta

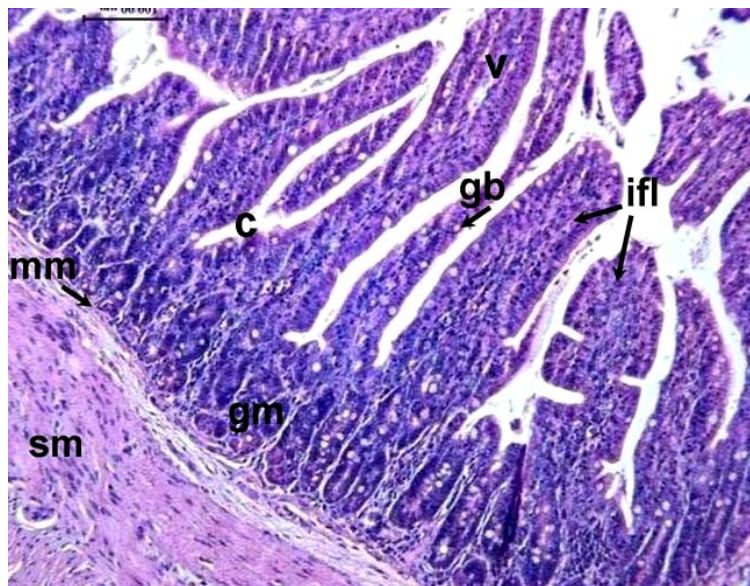


Figura 23. Microfotografía de luz de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta BQ (*Brachiaria*). Exp. 2.
 (v) vellosidades intestinales; (gm) glándulas mucossecretoras; (l) lumen (c) cripta; (gb) células goblet; (ifl) Células inflamatorias; (sm) capa submucosa

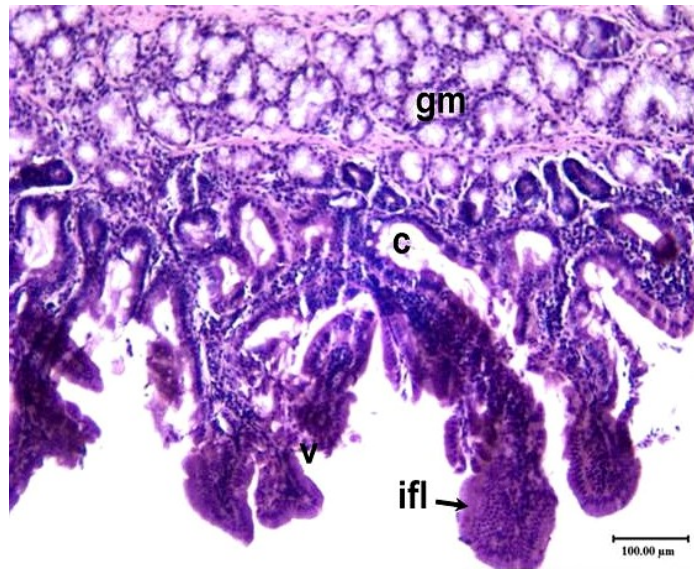


Figura 24. Microfotografía de luz de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta GM (Gliricidia-maní). Exp. 2.
 (v) vellosidades intestinales; (gm) glándulas mucoscretoras; (c) cripta; (ifl) células inflamatorias;

En las microfotografías obtenidas con el microscopio electrónico de rastreo se observan vellosidades normales en los animales del grupo testigo (Figura 25). En las Figuras 26 (maní) y 29 (*Brachiaria*) la arquitectura del tejido presenta una apariencia normal, no se observan cambios en distribución o forma, y no se encuentra mucosidad ni adherencias en la superficie de las vellosidades. En la mucosa de los animales que consumieron heno de *Gliricidia* (Figura 27) se observa la presencia de mucosidad y de colonias de bacterias adheridas a las vellosidades intestinales. El largo y la cantidad son similares al grupo testigo. En la Figura 28 (gliricidia-maní) se observa la presencia de digesta en el lumen intestinal, mucosidad y las vellosidades tienden a ser anchas, pero con una altura muy similar a las del grupo testigo.

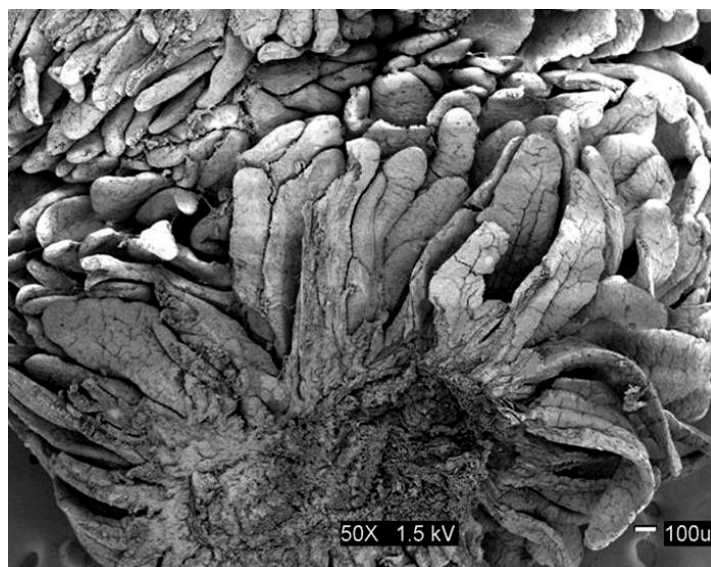


Figura 25. Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta T (testigo). Exp. 2.

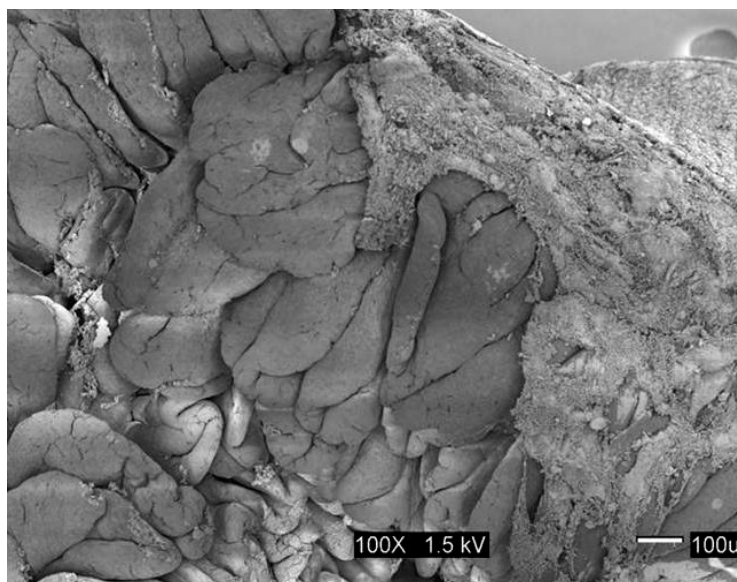


Figura 26. Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta M (maní). Exp. 2.

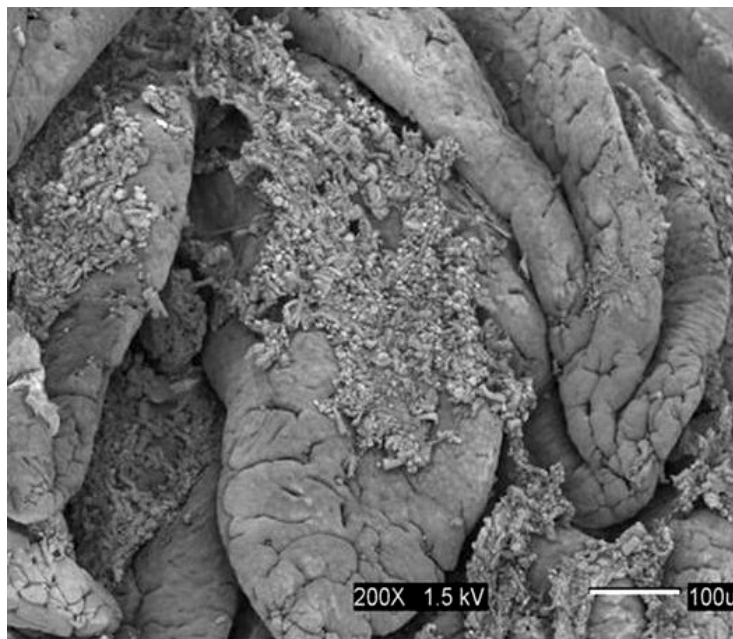


Figura 27. Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta GL (*Gliricidia*). Exp. 2.

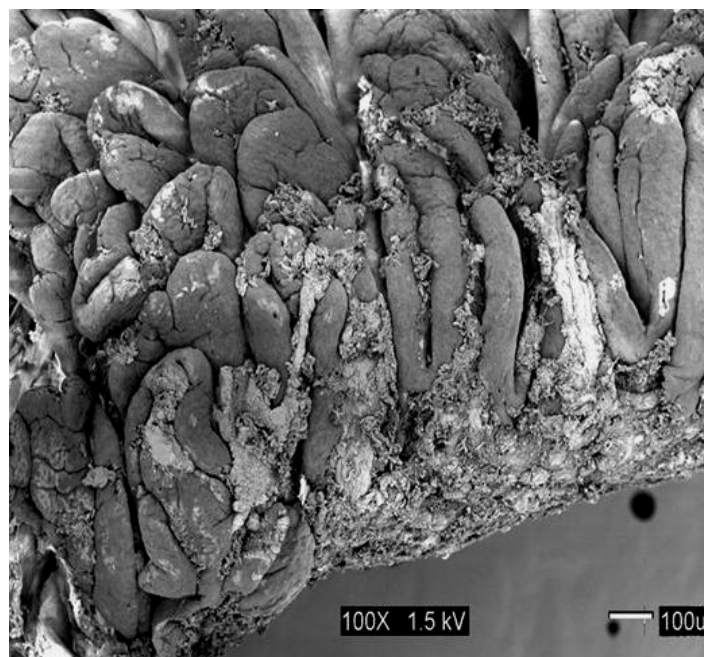


Figura 28. Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta GM (*Gliricidia-maní*). Exp. 2.

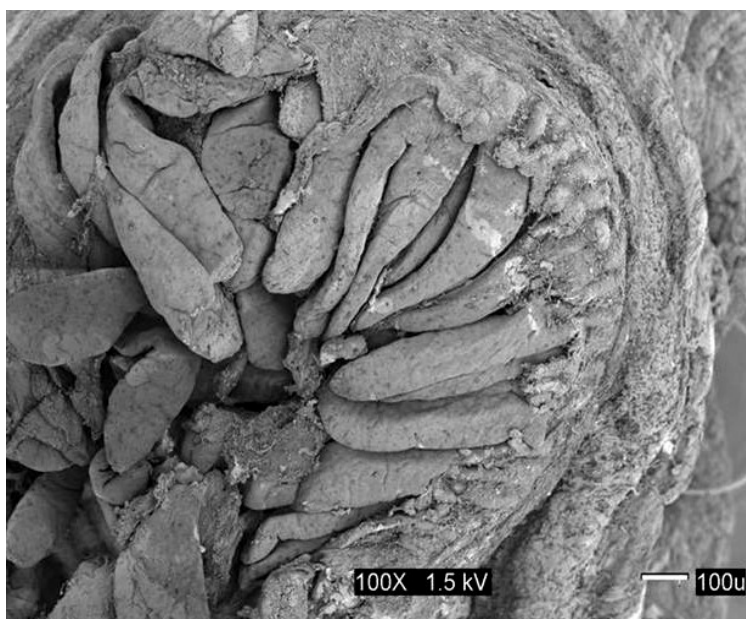


Figura 29. Microfotografía electrónica de rastreo de las vellosidades Intestinales de conejo que recibió la dieta BQ (*Brachiaria*). Exp. 2.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en los experimentos realizados se puede concluir lo siguiente:

- Existe potencial nutricional en los forrajes de *Arachis pintoii*, *Arachis glabrata*, *Gliricidia sepium*, y mezclas de éste con gramíneas, (*Panicum maximum*, *Brachiaria spp.*) para ser incluidos en la dieta como suplemento al concentrado comercial.
- Una inclusión de los henos de *Arachis glabrata*, *Gliricidia sepium* o *Arachis pintoii*, a razón del 25% de la materia seca total no afecta el consumo ni la conversión alimenticia.
- Es posible reducir el costo de alimentación, entre 22 y 28%, al utilizar un sistema de alimentación con concentrado comercial semi-restringido y suplementados con henos de *Arachis glabrata* o *Gliricidia sepium*.

BIBLIOGRAFÍA

- Akinfala, E. O., O. Matanmi, y A. Aderibigbe. 2003. Preliminary studies on the response of weaned rabbits to whole cassava plant meal basal diets in the humid tropics. *Livest. Res. Rural Development*. 15:4. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/4/akin154.htm>. Disponible el 30 de octubre de 2006
- Bamikole, M. A., y I. Ezenwa. 1999. Performance of rabbits on guinea grass and verano stylo hays in the dry season and effect of concentrate supplementation. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 80: 67.
- Batal, A. B. y C. M. Parsons. 2002. Effects of age on development of digestive organs and performance of chicks fed a corn-soybean meal versus a crystalline amino acid diet. *Poult. Sci.* 81:1338.
- Bernal, E. J. 1998. *Pastos y Forrajes Tropicales. Producción y Manejo*. Banco Ganadero. Bogotá, Colombia.
- Björnhag, G. 1981. Separation and retrograde transport in the large intestine of herbivores. *Livest. Prod. Sci.* 8:351.
- Carabaño, R., M. J. Fraga, G. Santomá y J. C. de Blas. 1988. Effect of diet on composition of cecal contents and on excretion of soft and hard feces of rabbits. *J. Anim. Sci.* 66: 901.
- Carabaño, R. y M. J. Fraga, 1992. The use of local feeds for rabbits. *Options Méditerranéennes. Série séminaires*. No. 17:141.
- Carabaño, R., C. de Blas, N. Nicodemus, y P. Pérez de Ayala. 1997. Necesidades de Fibra en Conejos. XIII Curso de Especialización en Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. FEDNA. Madrid. España.
- Cheeke, P. R. 1986. Potential of rabbit production in tropical and subtropical agricultural systems. *J. Anim. Sci.* 63: 1581.
- Cheeke, P. R., N. M. Patton, S. D. Lukefahr, y J. I. McNitt. 1987. *Rabbit Production*. Sixth Ed. Interstate Printers & Publishers, Inc. Danville, Illinois.
- Chiou, P. W. S., Y. Bi y L. Chang. 1994. Effect of different components of dietary fiber on intestinal morphology of domestic rabbits. *Comp. Biochem. Physiol.* 108A: 629.

- Clarke, R. M. 1977. The effects of age on mucosal morphology and epithelial cell production in rat small intestine. *J. Anat.* Vol 123, 3:805.
- de Blas, J. C. y J. Wiseman. 1998. *The Nutrition of the Rabbit*. CABI Publishing. Wallingford, UK. P 352.
- de Blas, J. C., E. Pérez, M. J. Fraga, M. Rodríguez y J.F. Gálvez. 1981. Effect of diet on feed intake and growth of rabbits from weaning to slaughter at different ages and weights. *J. Anim. Sci.* 52:1225.
- de Blas, J. C., G. Santomá, R. Carabaño y M. J. Fraga. 1986. Fiber and starch levels in fattening rabbits diets. *J. Anim. Sci.* 63:1897.
- Dihigo, L. E. 2005. Avances en los estudios de fisiología digestiva del conejo en Cuba con el uso de fuentes de alimentos no tradicionales. Consideraciones fisiológicas. VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. Guanare. Venezuela.
- Dinh, V. B., V. C. Bui, y T. R. Preston. 1991. Molasses-urea blocks as supplements for rabbits. *Livest. Res. Rural Development.* 3:2. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd3/2/viet1.htm> Disponible el 30 de octubre de 2006.
- Ehrlein, H., H. Reich, y M. Schwinger. 1983. Colonic motility and transit of digesta during hard and soft feces formation in rabbits. *J. Physiol.* 338:75.
- Evans, E. M. y J. F. Potter. 1984. The reproducibility of in vivo estimates of digestibility and voluntary digestible organic matter intake of grass varieties by sheep. *Grass. Forage. Sci.* V.39:101.
- Fraga, M. J., P. Pérez de Ayala, R. Carabaño y J. C. de Blas. 1991. Effect of type of fiber on the rate of passage and the contribution of soft feces to nutrient intake in finishing rabbits. *J. Anim. Sci.* 69: 1566.
- Figuroa, Y. 2002. Alternativas Prácticas para la Alimentación de Conejos. Tesis de Maestría en Ciencias. Departamento de Industria Pecuaria, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez.
- García, A. I., J. C. García, J. Piquer y R. Carabaño. 1997. Efecto de la fuente de fibra sobre la actividad enzimática de la amilasa pancreática y las sacarosas en yeyuno e ileon. *ITEA* 18: 187.

- García, J., R. Carabaño y J. C. de Blas. 1998. Determination of the nutrient digestibility and digestibility energy content of soyhulls for rabbits. American Soybean Association. Brussels.
http://www.asa-europe.org/pdf/Determination_of_ND. Disponible el 30 de octubre de 2006.
- García, J., R. Carabaño y C. de Blas. 1999. Effect of fiber source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits. *J. Anim. Sci.* 77: 898.
- Gidenne, T. 1993. Measure of rate of passage in restricted fed rabbits: Effect of dietary cell wall level on the transit of fiber particles of different sizes. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 42:151.
- Gidenne, T. 1997. Caeco-colic digestion in the growing rabbit: impact of nutritional factors and related disturbances. *Livest. Prod. Sci.* 51:73.
- Gidenne, T. 2000. Recent advance in rabbit nutrition: emphasis on fiber requirements. *World Rabbit Sci.* 8:23.
- Gidenne, T., F. Pinhero, and C. Cunha. 2000. A comprehensive approach of rabbit digestion: consequences of a reduction in dietary fiber supply. *Livest. Prod. Sci.* 63:225.
- Gómez-Conde, M. S., S. Chamorro, N. Nicodemus, C. de Blas, J. García y R. Carabaño. 2004a. Efecto del tipo de fibra en la alimentación de gazapos destetados precozmente. XXIX Congreso ASESCU. 157.
- Gómez-Conde, M. S., S. Chamorro, P. G. Rebollar, P. Eiras, J. García y R. Carabaño. 2004b. Effect on the level of soluble fibre on ileal apparent digestibility at different ages. 8th World Rabbit Congress. 861.
- Gómez de Varela, A., D. J. Harris, P. R. Cheeke y N. M. Patton. 1993. Evaluation of perennial peanut (*Arachis glabrata*) and kudzu (*Pueraria phaseoloides*) as feedstuffs for rabbits. *J. Applied Rabbit Res.* Vol 6. Num 3:97.
- Gomez, M., C. H. Molina, E. Molina, y E. Murgueitio. 1990. Producción de biomasa de seis ecotipos de matarratón (*Gliricidia sepium*). *Livest. Res. Rural Development.* 2:2.
- Griffiths, M. y D. Davies. 1963. The role of the soft pellets in the production of lactic acid in the rabbit stomach. *J. Nutr.* 80:171.

- Gutiérrez, I., A. Espinosa, J. García, R. Carabaño y C. de Blas. 2003. Effect of protein source on digestion and growth performance of early-weaned Rabbits. *Anim. Res.* 52:461.
- Hongthong, P., K. Siton, T. Chay y T. R. Preston. 2004. Water spinach (*Ipomoea aquatica*) and stylo 184 (*Stylosanthes guianensis* CIAT 184) as basal diets for growing rabbits. *Livest. Res. Rural Development.* 16:5.
- Hörnigke, H. 1981. Utilization of caecal digesta by caecotrophy (soft faeces ingestion) in the rabbit. *Livest. Prod. Sci.* 8:361.
- Iji, P. A., A. A. Saki, y D. R. Tivey. 2001. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with mannan oligosaccharide. *J. Sci. Food. Agric.* 81:1186.
- InfoSat. 2004. *Infostat 2004 Versión 2004, Manual del Usuario*. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
- Iyeghe-erakpotobor, G. 2006. Performance of growing rabbits fed concentrate and stylosanthes (Verano) combinations under tropical conditions. *J. Anim. Sci.* 77:71.
- Jehl, N. y T. Gidenne. 1996. Replacement of starch by digestible fibre in the feed for the growing rabbit. 2. Consequences for microbial activity in the caecum and on incidence of digestive disorder. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 61:193.
- Johnson, L. R., J. Cristense, M. Jackson, E. Jacobson y J. Walsh, Editors. 1987. *Physiology of the Gastrointestinal Tract*. Vol 1. Raven Press. New York. P 909.
- Lebas, F. 2004. Reflections on rabbit nutrition with a special emphasis on feed ingredients utilization. 8th World Rabbit Congress. México.
- Lebas, F., P. Coudert, R. Rouvier y H. Rochambeau. 1996. The rabbit husbandry, health and production. *FAO Animal Production and Health. Series no. 21.* <http://www.fao.org/docrep/x5082e/X5082E00.htm#Contents>
Disponibile el 30 de octubre de 2006.
- Leblond, C. y C. E. Stevens. 1948. The constant renewal of the intestinal epithelium in the albino rat. *Anat. Rec.* 100:357.

- Lukefahr, S. D. y P. R. Cheeke. 1991. Rabbit project development strategies in subsistence farming systems. *World Anim. Rev.*
<http://www.fao.org/docrep/U5700T/u5700T0d.htm> Disponible el 30 de octubre de 2006
- Más, E. y O. García-Molinare. 2006. Guía Ilustrada de yerbas comunes en Puerto Rico. 2ª Edición. Servicio de Extensión Agrícola. Universidad de Puerto Rico. Mayagüez, Puerto Rico.
- Mishra, M., I. Singh y G. Sahoo. 1977. Effect of feeding *Gliricidia maculata* leaf meal on the performance of White Leghorn chicks. *Indian J. Poult. Sci.* 12:17.
- Nieves, D. 2005. Forrajes promisorios para la alimentación de conejos en Venezuela. Valor nutricional. VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos.
- Nieves, D., L. Santana, J. Benaventa y J. Urbina. 1995. Preferencias de cinco forrajes verdes frescos en conejos. XI Jornadas Técnicas de Investigación. Guanare, Venezuela.
- Nieves, D., L. Santana y J. Benaventa. 1997. Niveles crecientes de *Arachis pintoi* en dietas en forma de harina para conejos de engorde. *Arch. Latinoam. Prod. Animal.* 5 (supl.1): 321.
- Nieves, D., R. Maurera, O. Terán y C. González. 2002. Inclusión de matarratón (*Gliricidia sepium*) en dietas para conejos. V Congreso de Ciencia y Tecnología. 6-8 de Noviembre. Guanare, Venezuela.
- Nguyen-Quang Suc, L. T. L. y D. V. Binh. 2000. Feeding systems for tropical rabbit production emphasizing root and bananas. Proceedings National Workshop-Seminar Sustainable. *Livest. Prod. Local Feed Resources. Vietnam.* <http://www.mekarn.org/sarpro/suctuber.htm> Disponible el 30 de octubre de 2006.
- Olivares, J., R. Jiménez, S. Rojas y P. Martínez. 2005. Uso de las leguminosas en los sistemas de producción animal en el trópico. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET.* Vol 6. Num 5.
- Onwudike, O. C. 1995. Use of the legume tree crops *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* as green feeds for growing rabbits. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 511:153.

- Partridge, G. G., S. J. Allan y M. Findlay. 1985. Studies on the nutritive value of roots, cabbage and grass silage for growing commercial rabbits. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 13:299.
- Pettersson, D., H. Graham y P. Åman. 1991. The nutritive value for broiler chickens of pelleting and enzyme supplementation of a diet containing barley, wheat and rye. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 33:1.
- Pond, W. G., V. H. Varel, J. S. Dickson y W. N. Haschek. 1989. Comparative response of swine and rats to high-fiber or high-protein diets. *J. Anim.Sci.* 67:716.
- Preston, T. R. y E. Murgueitio. 1987. Tree and shrub legumes as protein source for livestock. In: *Forage legumes and other local protein sources as substitutes for imported protein meals.* (Editor: D. Walmsley). CTA: Wageningen and CARDI: Trinidad p 94.
- Prine, G. M., L. A. Dunavin, J. F. Moore y R. D. Roush. 1981. Florigraze rhizome peanut. A perennial forage legume. *Cir. Agric. Exp. Sta. Univ Florida, Gainesville, No. S-275*, p 22.
- Quintero, V. 1993. Evaluación de leguminosas arbustivas en la alimentación de conejos. *Livest. Res. Rural Development.* 5:3.
- Ramchurn, R., Z. B. Dullull, A. Ruggoo y J. Raggoo. 2000. Effects of feeding stargrass (*Cynodon plectostachyus*) on growth and digestibility of nutrients in the domestic rabbit. *Livest. Res. Rural Development.* 12:1.
- Ribeiro, S. R. 2004. Weight loss and morphometric study of intestinal mucosa in rats after massive intestinal resection. Influence of a glutamine-enriched diet. *Rev. Hosp. Clin. Fac. Med. S. Paulo* 59, 6:349.
- Rincón, A. y G. Argüelles. 1991. Maní forrajero perenne (*Arachis pintoi*). Una alternativa para el sector agropecuario. ICA. Carimagua, 18p.
- Riquelme, E. 2004. Apuntes de Cunicultura. Departamento de Industria Pecuaria, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.
- Ruíz, T. M. y R. Ramos. 2002. Production and quality of forage hays in the caribbean tropics. Department of Animal Industry, University of Puerto Rico, Mayagüez. p. 1-22.
- Sandford, J. C. 1986. *The Domestic Rabbit.* Fourth Edition. Collins Professional and Technical Books. Kent, England.

- Sarwatt, S. V., G. H. Laswai y R. Ubre. 2003. Evaluation of the potencial of *Trichantera gigantea* as a source of nutrients for rabbits diets under smallholder production system in Tanzania. *Livest. Res. Rural Development*. 15:11. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/11/sarw1511.htm>. Disponible el 30 de Octubre de 2006.
- SAS Institute. 2003. SAS/SAT® User's Guide, (Release 9.1) SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Savón, I. 2002. Fuentes fibrosas tropicales para la alimentación del conejo. II Congreso de Cunicultura de las Américas. 19-22 de Junio. La Habana. Cuba: 69.
- Silva, A. 2006. Efecto de la Suplementación Predestete a los Gazapos sobre el Desempeño Productivo y Reproductivo de Conejas (*Oryctolagus cuniculus*). Tesis de Maestría. Departamento de Industria Pecuaria. Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayagüez.
- Tang, M., A. G. Laarveld, D. L. Van Kessel, A. Hamilton y J. F. Patience. 1999. Effect of segregated early weaning on postweaning small intestinal development in pigs. *J. Anim. Sci.* 1999. 77:3191.
- Tarachai, P. y K. E. Yamauchi. 2000. Effects of luminal nutrient absorption, intraluminal physical stimulation, and intravenous parenteral alimentation on the recovery responses of duodenal villus morphology following feed withdrawal in chickens. *Poult. Sci.* 79:1578.
- Vahouny. G. V. y M. M. Cassidy, 1985. Dietary fibers and the absorption of nutrients. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 180,432.
- Xiaolun, S. 2004. Broiler Performance and Intestinal Alterations when fed drug-free diets. Thesis M.S. Faculty of the Virginia. Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia.
- Yamauchi, K. E. y Y. Isshiki. 1991. Scanning electron microscopic observations on the intestinal villi in growing White Leghorn and broiler chickens from 1 to 30 days of age. *Br. Poult. Sci.* 32:67.