

INTRODUCCIÓN

La cunicultura en zonas tropicales enfrenta serias limitantes para su expansión como consecuencia de problemas asociados a sanidad alimentación y condiciones ambientales. En Venezuela el uso de alimentos balaceados comerciales es costoso y el mercado actual no ofrece dietas necesarias para cada etapa de desarrollo del animal (Nieves 2007).

En la actualidad la producción de carne de animales no-rumiantes a partir de alimentos no convencionales en países en vías de desarrollo se ha convertido en una actividad prácticamente obligada para productores. La escasa disponibilidad, accesibilidad y elevados precios de fuentes alimenticias convencionales constituyen los obstáculos para la rentabilidad y estabilidad de la actividad cunícola (Gonzalvo *et al.* 2001), condición que se agrava al considerar que la alimentación representa aproximadamente 70% de los costos de producción en conejos. En tal sentido, se ha creado la necesidad de investigar sobre el uso de alimentos alternativos de bajo costo para implementar tecnologías al alcance del cunicultor (Pérez 1997) y propiciar la utilización de los recursos forrajeros existentes en las unidades de producción, con el propósito de aprovechar la capacidad herbívora del conejo (García 2006). Al respecto algunas experiencias indican que el suministro de dietas en forma de harina representa una manera práctica y económica de alimentación de conejos en el trópico (Nieves *et al.* 1997).

González *et al.* (2000) propusieron el siguiente esquema metodológico de investigación para la evaluación de recursos alternativos localmente disponibles para la alimentación de animales no rumiantes en el trópico: en primer lugar, seleccionar especies vegetales que presenten buena adaptación y abundante producción de biomasa durante gran parte del año, en segundo lugar, realizar pruebas de aceptabilidad o preferencia del recurso por los animales, para luego determinar su potencial en la alimentación; a

través de su composición química, factores antinutricionales y digestibilidad de nutrientes, por último establecer pruebas de comportamiento animal con dietas que contengan el forraje en estudio.

Para la mayoría de las especies forrajeras e inclusive la árnica (*Tithonia diversifolia*) no se conoce información sobre su valor nutricional real como alimento para animales no rumiantes, en consecuencia surge la necesidad de evaluar y valorar el potencial alimenticio de la árnica en la alimentación de conejos (Patiño 2006).

La árnica es una planta herbácea de la familia Asteracea, originaria de Centro América, no compite con la alimentación humana, posee una alta producción de biomasa (entre 30 y 40 t/ha/año de forraje fresco), alta capacidad adaptativa a diversidad de suelos y pisos altitudinales comprendidos entre 0 y 1.200 msnm Se han reportado elevados niveles de proteína para follaje, que oscilan entre 14,84 y 28,75 %, P desde 0,32 hasta 0,39% y Ca de 1,65 a 2,25 %, valores que varían de acuerdo al estado vegetativo de la planta (Rodríguez 1990, Sarria 1999).

Mederos *et al.* (1995) informaron que el valor nutricional de alimentos no tradicionales, se debe evaluar a través de metodologías que permitan obtener el máximo de información acerca de características nutritivas en menor tiempo y ajustado a un esquema económicamente viable. En consecuencia, los distintos métodos de evaluación deben desarrollarse en una secuencia, que permitan el avance en el conocimiento del potencial nutricional del alimento, al aplicar técnicas no muy complejas.

El uso de recursos fibrosos en dietas para conejos influye en el proceso digestivo, aprovechamiento de nutrientes y eficiencia biológica debido a cambios en la tasa de pasaje (García *et al.* 1999). Por tal razón, es necesario

conocer el contenido de nutrimentos y su utilización en mezclas alimenticias, lo que representa un interesante tema de estudio y contribuye a generar información para el diseño y formulación de dietas para conejos.

En atención a las consideraciones planteadas, el objetivo del presente estudio fue evaluar la digestibilidad aparente de nutrimentos en dietas con follaje de árnica y el comportamiento productivo en conejos en la etapa de engorde.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la digestibilidad aparente de nutrimentos en dietas con follaje de árnica (*Tithonia diversifolia*) y el comportamiento productivo en conejos en la etapa de engorde.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la digestibilidad aparente de materia seca (MS), proteína bruta (PB), energía bruta (EB), fibra bruta (FC), fibra detergente neutro (FDN), hemicelulosa (HEM) y materia orgánica (MO) en dietas no granuladas con inclusión de follaje de árnica (FTD) para conejos de engorde, a través del método ceniza ácido insoluble (CAI).

Determinar la digestibilidad fecal de nutrimentos en follaje de árnica.

Cuantificar la composición química del follaje de árnica y de dietas no granuladas con inclusión de FTD para conejos de engorde.

Determinar concentración de metabolitos secundarios (polifenoles totales, polifenoles simples y taninos totales) en follaje de árnica.

Evaluar el consumo de alimento, ganancia diaria de peso, conversión de alimento y rendimiento en canal en conejos de engorde alimentados con dietas no granuladas con inclusión de follaje de árnica.

Determinar el costo de alimentación y la relación beneficio/costo del uso de dietas con inclusión de follaje de árnica en conejos en engorde.

Evaluar el efecto de alimentación con dietas que incluyen de follaje de árnica sobre pH de contenido cecal y peso del ciego de conejos en la etapa de engorde.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

DEFINICIONES ASOCIADAS A LA DIGESTIBILIDAD EN ANIMALES NORUMIANTES

Ly (1999) explicó que la digestión es el proceso de transformación que ocurre en los alimentos en el tracto gastrointestinal desde su aprehensión e ingestión hasta la defecación de los residuos no utilizados por el animal. En este mismo orden de ideas, González (1990) mencionó que la digestión en el conejo se desarrolla a través de la acción de enzimas propias del animal y de microorganismos que el individuo hospeda, esencialmente en el intestino grueso, y puede actuar sobre componentes dietéticos de naturaleza muy ecléctica.

El término nutrimento digerible fue planteado por González (1990), significa la porción del nutrimento que es digerido y absorbido por el organismo. El porcentaje de digestibilidad de cualquier fracción nutricional, se refiere a la fracción del alimento consumido que no aparece en las heces, en términos de porcentaje. Definición que explica, la proporción del nutrimento que ha desaparecido durante el pasaje del bolo alimenticio a través del tracto digestivo.

Ly (1999) consideró que el término “digestibilidad aparente”, se ha definido debido a que ocurren secreciones endocrinas y transformaciones durante la digestión, que son eliminados por vía fecal. Es muy difícil aún experimentalmente, delimitar cuál es la digestibilidad verdadera, por lo que se acepta indistintamente el término de digestibilidad aparente al de digestibilidad. Al respecto, la excreción fecal consiste en una mezcla de residuos, transformados por secreciones endógenas y descamaciones de la

mucosa intestinal, así como de productos del metabolismo microbiano de la flora gastrointestinal que coloniza el canal alimentario.

La técnica usada para cuantificar procesos de digestión que ocurren dentro del organismo es la digestibilidad fecal o total y consiste en realizar un balance entre nutrimentos que ingresan al tracto gastrointestinal a través de la dieta (ingesta) y lo que sale en forma de excreta (Díaz 1998).

En estudios de digestibilidad los conejos se alojan en jaulas metabólicas que permiten controlar el volumen de alimento suministrado e ingerido y medir la cantidad defecada, y deberán diseñarse de manera que las heces se puedan coleccionar fácilmente, impedir las pérdidas de alimento y sean suficientemente moldeables para su adaptación de acuerdo al tamaño del animal (González 1990).

Las ecuaciones de predicción permiten conocer qué nutrimentos de la dieta pueden afectar la digestibilidad de otros nutrimentos, a fin de ahorrar tiempo y dinero, debido a que los procedimientos, análisis, animales y equipos que se emplean en las pruebas de digestibilidad *in vivo* involucran mucho tiempo y son costosas.

MÉTODOS PARA DETERMINAR DIGESTIBILIDAD EN ANIMALES NO-RUMIANTES

En condiciones *in vivo*, existen dos métodos para medir la digestibilidad de un alimento, el método directo y el indirecto, ambos se basan esencialmente en el principio de conservación de la materia y de la energía. En el método *in vivo* se utilizan animales vivos para determinar la digestibilidad aparente de los nutrimentos, puede ser directo (colección total de heces), o indirecto con el uso de marcadores (Ly 1999).

Los experimentos *in vivo* usados para cuantificar la digestibilidad ileal como fecal presentan alta variación y poca reproducibilidad, son lentos, costosos y requieren la presencia del animal e infraestructura adecuada (Gonzalvo *et al.* 2001).

Según Ly (1999), la digestibilidad del ingrediente o componente de la dieta se determina de manera indirecta, puesto que no constituye el alimento que cubra todos los requerimientos nutricionales del animal. Las investigaciones sugieren dos métodos de aproximación para solucionar el referido problema. En el primero, se sustituye parte de la ración por el ingrediente cuya digestibilidad se desea conocer. La sustitución puede hacerse a varios niveles, con vistas a obtener la ecuación de primer grado, y por extrapolación conseguir el dato investigado. El segundo método consiste en suministrar al animal una ración básica cuya digestibilidad está bien establecida y a continuación se añade como suplemento el ingrediente de digestibilidad no conocida. En este caso, la digestibilidad se suele calcular por un sencillo análisis aritmético. Ambos métodos parten de la hipótesis de que la digestibilidad de cada uno de los ingredientes de la dieta es invariable o que no interacciona con otros componentes de la dieta. Situación que implica considerar que no existe el principio de aditividad (Ly y Lemus 2007). Mientras, Villamide (1996) informó que el método de sustitución busca superar fallas del método directo mediante la evaluación del ingrediente conjuntamente con la dieta testigo o de referencia adecuada de valor energético conocido, el método asume aditividad de ingredientes y se calcula, al considerar como referencia la energía digestible.

Las determinaciones de digestibilidad por método indirecto no requieren cuantificar el consumo ni la excreción fecal, para ello se requiere utilizar un marcador que se agregue o que esté intrínsecamente en el alimento. Existen varios marcadores externos para desarrollar ensayos de digestibilidad en

animales domésticos; como el óxido de cromo, óxido de titanio entre otros, e internos; como lignina indigestible, fibra ácido indigestible y ceniza ácido insoluble (Ly y Lemus 2007).

La prueba de ácidos insolubles consiste en un proceso, en el cual la ceniza inorgánica que queda después del quemado, se trata con ácido clorhídrico y se vuelve a quemar. Las cenizas que quedan se denominan insolubles al ácido. Para alimentos no convencionales se ha usado el método de Van y Young (1977) quienes sugieren el método indirecto para determinar la digestibilidad, al usar ceniza insoluble en ácido como sustancia de referencia en evaluaciones nutricionales de dietas para animales no-rumiantes.

Experimentos orientados a determinar la influencia del método de cuantificación de índices digestivos han sido ejecutados por varios investigadores. Sales y Janssens (2003) al comparar 45 investigaciones en diversos tipos de recursos alimenticios y animales, con el propósito de contrastar la digestibilidad fecal de nutrientes generados a partir del método CAI y de colección total de heces, encontraron que en la mayoría de los casos los promedios obtenidos por ambos métodos fueron análogos; el 20 % de investigaciones con el método CAI subestimó la digestibilidad y en el 22,22% de casos fueron sobreestimados los valores. En conejos el método ha sido utilizado recientemente por Samkol *et al.* (2006) y Nieves *et al.* (2008a). Al respecto Nieves *et al.* (2008a) informaron que el uso del marcador interno ceniza ácido insoluble constituye un método que permite determinar adecuadamente la digestibilidad de nutrimentos en dietas no granuladas para conejos.

Es importante acotar que errores en análisis químicos, restos alimenticios y pelos en heces pueden aumentar el error experimental de la prueba de digestibilidad, si no se sigue una metodología adecuada (Perez *et al.* 1995).

De otra manera González (1990) informó que factores que influyen directamente sobre las digestibilidad son en primer lugar a.-) la edad del animal, b.-) las enfermedades o parásitos internos, c.-) las fuentes del alimento y su composición química, d.-) el nivel de consumo alimenticio, e.-) la rata de pasaje del bolo alimenticio a través del tracto intestinal, f.-) el exceso de nutrimentos o deficiencia, y por último g.-) la digestibilidad de una mezcla no necesariamente concuerda con el promedio de los valores que a cada uno de los constituyentes se le ha determinado por separado o indirectamente.

Los métodos *in vitro* para medir la digestibilidad en animales no-rumiantes son aquellos que simulan esencialmente la digestibilidad prececal o ileal, que se corresponde con la digestibilidad *in vivo*, enzimática, que ocurre en el estómago y el intestino delgado del conejo, y la fecal abarca los procesos digestivos que tienen lugar en el animal, o sea, la digestión enzimática y la microbiana, esencialmente radicada en el intestino grueso. En la digestibilidad *in vitro* prececal o ileal, se lleva a cabo en dos pasos, uno inicial con pepsina disuelta en ácido clorhídrico, semejante a lo que ocurre en el estómago, y un segundo paso, en lo que se suele emplear pancreatina, o extracto seco del páncreas del animal, disuelto en solución amortiguadora de fosfato (Ly 2007a).

En la digestibilidad fecal, se incluye el tercer paso, donde se suele usar coctel de enzimas degradadoras de pared celular vegetal, o bien un extracto del contenido cecal, y es conveniente utilizarlo mediante incubación anaerobia, para simular lo que ocurre en ciego (Ly 2007b).

Los procedimientos *in vitro*, incluidos aquellos que implican medir la digestibilidad *in situ*, han sido correlacionados convenientemente con las formas *in vivo* de medir la digestibilidad, y se ha hallado buena

correspondencia entre los mismos, desde el punto de vista de confiabilidad estadística (Ly 2007a,b). Sin embargo, las determinaciones *in vivo* son costosas y consumen tiempo, por tal razón, no son muy útiles en rutinas de análisis en la alimentación animal. Es imputable entonces desarrollar métodos para estimar el valor nutritivo de alimentos de forma fácil, rápida y menos costosa que en experiencias *in vivo*. Algunos estudios *in vitro* han mostrado que el referido método puede ser una alternativa simplificada para simular la digestión en el ciego del conejo, al considerar que predice de manera adecuada la digestibilidad *in vivo* de la materia seca (Ramos *et al.* 1992).

La técnica *in vitro* puede ser adaptada para conejos, al emplear contenido cecal como inóculo. Al respecto, Pascual *et al.* (2000) contrastaron técnicas para determinar la digestibilidad *in vitro* y observaron que la digestibilidad *in vitro* obtenida con inóculo cecal o con multienzima permitió predecir con precisión ($r^2=0,88$ y $0,95$; respectivamente) la digestibilidad de la materia seca de la dieta; mientras que el procedimiento con inóculo fecal fue menos preciso y confiable.

El escoger el método adecuado para medir la digestibilidad, depende en gran medida de las posibilidades de llevarlo a cabo con éxito, aunque generalmente se siga por el apoyo financiero para ejecutar el referido tipo de trabajo experimental (Ly y Lemus 2007, Díaz 1998).

GENERALIDADES DIGESTIVAS EN EL CONEJO

Los conejos son animales herbívoros no rumiantes que se caracterizan por poseer un intestino grueso (ciego y colon) muy desarrollado. El ciego y colon cumplen funciones importantes en la fisiología digestiva y son responsables de la separación por tamaño y densidad de partículas de alimento que llegan

a la unión ileocecal y de la formación de heces blandas que serán reingeridas durante el proceso de cecotrofia (Gidenne y Jehl 1999).

Al igual de lo que sucede en otros mamíferos no-rumiantes, el alimento consumido es digerido parcialmente en el estómago (digestión gástrica) y completamente en el intestino delgado. Por el contrario, en el intestino grueso ocurre fermentación microbiana anaeróbica que muestra similitud a la fermentación ruminal (Gidenne y Jehl 1999, Dihigo 2005).

ESTRATEGIAS DIGESTIVAS DEL CONEJO

El conejo es clasificado como especie seleccionadora de porciones de material vegetal de bajo contenido de fibra y alto contenido de proteína y carbohidratos (Van Soest 1982). De ahí que la especie ha desarrollado su tracto digestivo con adaptaciones anatómicas para albergar población microbiana simbiótica de bacterias, microorganismos que realizan funciones digestivas que el hospedador no puede llevar a cabo, como la digestión de celulosa (Lang 1981).

El principal lugar donde se produce el crecimiento microbiano y la fermentación es el ciego. Además, las contracciones musculares del colon determinan la separación de partículas de fibra de alimentos de componentes no fibrosos; las contracciones peristálticas permiten que la fibra avance rápidamente a lo largo del colon para ser excretadas en heces duras (Carabaño *et al.* 1988). De igual forma, las contracciones antiperistálticas logran retroceder líquidos y pequeñas partículas por el colon hasta el ciego donde quedan retenidas para ser fermentadas (Schurg *et al.* 1997).

La digestibilidad de la fibra bruta en el conejo es inferior que en rumiantes y se ha comprobado que la utilización de nutrimentos y energía disminuye con

el aumento del contenido de fibra, por lo que se ha recomendado niveles de fibra bruta en la ración entre 12 y 17%, para evitar problemas digestivos, alteraciones en el ritmo adecuado del peristaltismo intestinal y facilitar el trabajo mecánico del tubo digestivo (De Blas 1992, Pérez 1992). Por otra parte, Ensiminger y Olentime (1983) señalaron que la digestibilidad de la fracción fibra bruta de forrajes tropicales es relativamente baja. No obstante, la necesidad nutricional del conejo en crecimiento recién destetado, para proteína bruta es de 15 a 16 % y 2500 kcal para energía digestible (NRC 1977).

METABOLISMO DEL CIEGO DEL CONEJO

Gidenne y Jehl (1999) y Lebas *et al.* (1998) señalaron que en términos de masa y capacidad, el ciego abarca aproximadamente el 40% del tracto gastrointestinal. Es el mayor sitio de fermentación y degradación de componentes fibrosos de la dieta a través de la fermentación anaeróbica. Presenta particularidades tales como la secreción del apéndice cecal y alta movilidad circadiana de llenado y vaciado asociada con el mecanismo de la cecotrofia. Aunque existe similitud entre el ciego y el retículo-rumen de los 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. 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 *et al.* 2000). En este mismo orden de ideas, la actividad enzimática de microorganismos del rumiante es comparada con la baja actividad fibrolítica de bacterias del ciego del conejo, sin embargo la actividad proteolítica y aminolítica es mayor. Al respecto, en términos de magnitud, la capacidad es notablemente inferior a rumiantes e incluso a la de

otros herbívoros (equinos) que presentan fermentación cecal. Las referidas diferencias son atribuidas principalmente al corto tiempo de permanencia de la digesta en el ciego y a movimientos específicos del íleon distal y colon proximal que impiden la entrada de partículas fibrosas de mayor tamaño al ciego (De Blas y Wiseman 2003).

La formación de ácidos grasos volátiles (AGV), como resultado de la actividad fermentativa, contribuye a satisfacer necesidades energéticas del animal, en proporción variable según la cantidad y tipo de fibra que contiene la dieta. Experiencias generadas por Gidenne y Jehl (1999) señalaron que los AGV producidos representan el 30% del metabolismo basal. De igual forma, establecen que los AGV logran ser metabolizados en la mucosa intestinal y el ácido butírico suministra energía de manera preferente a células de la mucosa del ciego y colon. Sumado a ello, mayor producción de AGV favorece el crecimiento de la mucosa, al ejercer protección contra la adhesión de microorganismos patógenos, y por tanto prevenir la incidencia de diarreas (Carabaño *et al.* 1988, Chiou *et al.* 1994). En este mismo orden de ideas, Gidenne *et al.* (2000) argumentaron que proporciones relativas de distintos AGV en el contenido cecal son de 60 a 80% de acético, 8 a 20% de butírico y 3 a 10% de propiónico y varían según rangos mencionados de acuerdo con la composición del sustrato fermentado.

Por otra parte, la elevada proporción de ácido butírico regula la velocidad de paso del alimento, al inhibir los movimientos peristálticos del intestino y aumentar el tiempo de retención de la digesta en el tracto posterior. En consecuencia, la presencia de digesta por tiempos prolongados propician fermentaciones indeseables y favorecer alteraciones digestivas, razón por la cual no se recomienda suministrar dietas con baja relación fibra/almidón (Gidenne 1993).

LA CECOTROFIA EN CONEJOS

El proceso de cecotrofia es parte integral de la fisiología digestiva del conejo y constituye la estrategia para aprovechar nutrimentos que fueron desdoblados después del sitio de absorción. Mediante el segundo pasaje de ese material a través del tracto digestivo, ocurre la digestión enzimática de bacterias cecales y absorción intestinal de aminoácidos procedentes de proteína microbiana y de vitaminas (De Blas 1989).

El conejo produce dos tipos de heces; blandas y duras. Las heces blandas (HB) son consumidas por el animal directamente desde el ano y las duras (HD) son realmente el producto de excreción (De Blas y Wiseman 2003), la diferencia en composición química entre ambas heces posiblemente muestra la existencia de un mecanismo específico para producir HB. Las HB tienen mayor contenido de humedad, nitrógeno total, minerales, vitaminas, AGV y menor contenido de fibra bruta (Hörnricke y Björnhag 1980). El colon proximal de la citada especie presenta función dual en lo referente a la formación de HB y HD.

El proceso de digestión involucra movimientos peristálticos y retroperistálticos, el cual genera la separación de la digesta por densidad y tamaño de partícula, y selectivamente pasa el material fibroso de mayor tamaño hacia el colon distal donde después del complejo proceso de absorción y secreción, se forman las HD. 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 (Gidenne y Jehl 1999).

Estimaciones realizadas por De Blas y Wiseman (2003) sugieren que la ingestión de cecótopos representa de 5 a 20% de la materia seca total

ingerida y la cantidad de cecótopos producida varía entre animales y es afectada por la edad del animal, la cantidad de ingesta consumida, composición química del alimento y posibles alteraciones de los movimientos peristálticos y retroperistálticos del colon. De igual forma, en la medida que aumenta el contenido de fibra bruta en la dieta se ha observado aumento en el contenido de fibra en HD, con poco efecto sobre el contenido de fibra en los cecótopos. Resultados reportados por Hörnicke y Björnhag (1980) y De Blas y Wiseman (2003) evidenciaron la capacidad del conejo para separar el material más digerible presente en la digesta que llega al colon proximal del resto de componentes, cuando la proporción de material indigestible en la dieta consumida sea muy elevado.

Los cecotopos son consumidos directamente desde el ano e ingeridos sin masticar. Al final de la mañana es posible observar la presencia de gran cantidad de 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 de 6 a 8 horas (Hoover y Heitman 1992, Hörnicke y Björnhag 1980).

La proteína contenida en cecotopos aporta del 15 al 30% del nitrógeno total ingerido. Una fracción considerable (70 a 80%) del nitrógeno se encuentra en forma de proteína microbiana, otro 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 alta digestibilidad y elevado contenido de aminoácidos esenciales. Se ha demostrado que el conejo adulto mantiene balance positivo de nitrógeno cuando se alimenta con proteína de baja calidad; pero si al animal se le impide practicar la cecotrofia, el balance de nitrógeno con la misma dieta se torna negativo (De Blas y Wiseman 2003, Hoover y Heitman 1992).

Según De Blas y Wiseman (2003), el aporte de aminoácidos a través de HB oscila entre 13 y 23% del total y se distingue por el buen contenido de lisina, metionina, tirosina, treonina y triptófano. En este sentido, la cecotrofia permite al animal adulto mantenerse con proteína de baja calidad; pero el aporte de aminoácidos es insuficiente para el conejo con alto desempeño productivo el cual depende del contenido de aminoácidos de los ingredientes de la dieta, al igual que otros animales no rumiantes.

Para que ocurra la cecotrofia se requiere que el alimento contenga fracciones fibrosas (Hoover y Heitman 1992). En tal sentido, si la dieta suministrada cuenta con bajo contenido de partículas toscas o contiene cantidades elevadas de componentes digeribles finamente molidos, parte de la digesta es canalizada hacia el ciego, lo que propicia el desarrollo de bacterias no deseables (*Clostridium*), particularmente durante el periodo post-destete (Gidenne y Jehl 1999).

FERMENTACIÓN CECAL EN EL CONEJO

La fibra alimenticia sólo puede digerirse a través de la fermentación microbiana en el tracto digestivo y su eficacia condiciona de manera significativa la utilización final de la dieta (Escalona *et al.* 1999).

La proporción de fibra digerida es limitada y depende fundamentalmente de la proporción de fibra soluble (pectinas, oligosacáridos y b-glucanos, pentosanas) que se digiere parcialmente en el intestino delgado (Carabaño *et al.* 2001) y es la fracción fácilmente disponible para los microorganismos (De Blas *et al.* 1999). La fermentación de fibra es importante porque los productos de su digestión modifican el medio en que se desarrollan los microorganismos (acidez y concentración de AGV) en un grado variable que depende del nivel y tipo de fibra de la dieta (De Blas *et al.* 2002). Como

consecuencia, la digestión de la fibra condiciona de forma variable el tipo de flora residente en el área fermentativa.

Wallace *et al.* (1989) observaron que el aumento de la acidez y concentración de AGV reduce la densidad de *E. Coli* en cultivo *in vitro*. Por otra parte, los AGV y particularmente el ácido butírico, son nutrimentos preferentes de los enterocitos de la mucosa intestinal Gidenne y Jehl (1999), por lo que el incremento en su concentración en el contenido digestivo asegura mayor integridad de la mucosa (Chiou *et al.* 1994) y por tanto, mayor capacidad de absorción y mejor desarrollo del sistema inmunitario asociado (Lannig *et al.* 2000).

El nivel y tipo de fibra de la dieta también influyen en la acumulación de digesta en el ciego a través de su efecto sobre la motilidad intestinal. El peso del contenido cecal alcanza valores mínimos de 38,7% de FND en la dieta (De Blas *et al.* 2002). La acumulación de digesta en el ciego influye negativamente en el consumo y, por tanto, en el rendimiento productivo del animal (García *et al.* 1993, Nicodemus *et al.* 1999, García *et al.* 2002) y se ha relacionado con la mayor incidencia de trastornos digestivos (Lebas *et al.* 1998).

El ciego del conejo reúne condiciones especiales (elevado tamaño, pH estable, anaerobiosis, entrada regular de nutrimentos) para alojar flora microbiana densa y estable del orden de 10^{10} bacterias/g pertenecientes principalmente a los géneros *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Streptococcus* y *Enterobacter* (Carabaño y Piquer 1998). La salida de productos finales de la fermentación (AGV) se produce eficazmente en el propio ciego o a través de la cecotrofia (De Blas y García 1993).

La fermentación cecal es típicamente acética (Gidenne *et al.* 1998) y utiliza como principales sustratos fibra, como fuente de energía, y secreciones endógenas (células epiteliales, secreciones digestivas y urea) como fuente de nitrógeno (Carabaño *et al.* 2000). El vaciado diario del contenido cecal para dar lugar a cecotrofos, el cual implica tiempo medio de fermentación relativamente corto (alrededor de 10 h) y baja eficacia digestiva de la fibra (Gidenne *et al.* 1998). La contrapartida es corto tiempo medio de permanencia del alimento en el aparato digestivo y en consecuencia, elevada capacidad de ingestión de alimentos fibrosos por unidad de peso del animal (De Blas *et al.* 1999). Sin embargo, la utilización de fibra en conejos es inferior a la de otras especies no-rumiantes (Santomá *et al.* 1989).

El conejo excreta fibra larga rápidamente sin intentar digerirla, para obtener a cambio mantener una elevada capacidad de ingestión (De Blas y García 1993). Una segunda limitación para la digestión es el bajo tiempo de permanencia de la fracción fermentable en el ciego, ya que el contenido de la referida cámara fermentativa se vacía diariamente para dar lugar a la formación de HB (Santomá *et al.* 1989).

La flora celulolítica del ciego, al igual que la del rumen, requiere un tiempo para su adhesión a partículas fibrosas antes de iniciar su acción degradativa. En consecuencia, los microorganismos sólo tienen oportunidad de degradar parcialmente componentes digestibles del residuo alimenticio que entra en el ciego (fibra soluble, sustancias de origen endógeno). Así por ejemplo, alimentos fibrosos ricos en pectinas, como la pulpa de remolacha, se utiliza aceptablemente bien en conejos (CD energía = 60%; García *et al.* 1993), pero un 30% menor que en rumiantes. En el otro extremo, la utilización digestiva de la paja de cereales es muy baja (CD energía = 15%; De Blas *et al.* 1989), un tercio de la de rumiantes.

REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA EN CONEJOS Y EFECTO DEL CONTENIDO EN FIBRA DE LA DIETA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA 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 el conejo cuenta con 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 (GC) del animal sacrificado entre 2 y 2,5 kg oscila entre 5,5 y 6,8%, mientras que la GC para pollos a la edad de sacrificio es aproximadamente 12%. Las recomendaciones generales para conejos en crecimiento oscilan entre 220 y 240 kcal de energía metabolizable (EM) por kg de peso metabólico (Lebas *et al.* 1998).

El efecto general del incremento del contenido en fibra del alimento sobre la digestibilidad de la energía, tiene relación inversamente proporcional entre ambas fracciones nutricionales. De acuerdo con la revisión de De Blas (1992), la digestibilidad se reduce como media en 1,23 unidades porcentuales por cada aumento de 1% del contenido en fibra detergente ácido (FDA) en la dieta. A igualdad de contenido en fibra, la presencia de dietas de fibras poco lignificadas (pulpas de cítricos o remolacha) o de fibra larga (paja de cereales) incrementa o reduce la digestibilidad, respectivamente.

El nivel y tipo de fibra también afectan significativamente la eficacia metabólica de utilización de la energía digestible (ED). La eficacia de la ED también se reduce con el nivel de fibra. En consecuencia, la disminución es tanto mayor cuanto mayor es la proporción de pulpa de remolacha en la dieta (De Blas y Carabaño 1996), ya que aumentan en mayor medida las pérdidas energéticas de fermentación (calor y metano).

REQUERIMIENTOS Y DIGESTIBILIDAD DE PROTEÍNA EN CONEJOS

La dieta que contenga más de 18% de proteína bruta aumenta la incidencia de enterotoxemias y es particularmente alta cuando la proteína de la dieta excede 20%. Se ha sugerido que el 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, dietas con bajo contenido de proteína bruta se relaciona con el incremento en la aparición de diarreas y con 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 (Carabaño *et al.* 1997, Gidenne y Jehl 1999).

La necesidad de proteína es relativamente alta en la etapa de crecimiento. Durante los primeros 21 días de vida, el gazapo cubre la necesidad de proteína a través de la ingestión de la leche materna (12-14 % PB de alta digestibilidad). Pasado el periodo de lactancia, la satisfacción de la necesidad proteica del gazapo en crecimiento depende en mayor medida 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 Lebas *et al.* (1996).

Si se supone un coeficiente de digestibilidad de la proteína de 68%, que sería el correspondiente al 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 necesidades de proteína, la totalidad del aporte nitrogenado debe estar constituido por proteínas verdaderas. Todas las tentativas hechas para sustituir parte de las mismas

por nitrógeno no proteico (urea, sales de amonio) han fracasado (Lebas *et al.* 1996).

Robinson *et al.* (1985) indicaron que la capacidad del conejo para digerir eficazmente proteínas de los forrajes es consecuencia de la retención selectiva de componentes no fibrosos en el ciego. La fermentación cecal y la subsiguiente cecotrofa es una estrategia digestiva que extrae la proteína de los forrajes con alta eficiencia. La deshidratación de forrajes durante la henificación tiende a reducir la utilización de la proteína.

RELACIÓN ENERGÍA/PROTEÍNA EN DIETAS PARA CONEJOS

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 en el animal y, como consecuencia, la concentración de otros nutrimentos debe ser mayor. Cuando la relación energía/proteína (E/P) es muy elevada (déficit de proteína), la ganancia de peso disminuye. Los mejores resultados productivos se obtienen con la relación E/P de 23,5 kcal ED/g de proteína digestible (PD), el cual resulta aceptable el 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 del animal. La dieta con alta relación E/P (déficit de proteína) limita el crecimiento muscular en el conejo y favorece 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. Al respecto, el cambio en la composición de la ganancia de peso hacia menor deposición de proteínas afecta negativamente el índice de conversión del alimento proporcionado, aún cuando las proteínas de la dieta contengan un perfil equilibrado de aminoácidos indispensables.

REQUERIMIENTOS, DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA Y EFECTO DE LA FIBRA SOBRE OTRAS FRACCIONES NUTRICIONALES EN CONEJOS

La fibra dietética corresponde a distintos componentes de la pared celular de las plantas, cuyos análisis de laboratorio son difíciles. El procedimiento propuesto por Van Soest *et al.* (1991), permite estimar diferentes fracciones de fibra como hemicelulosa (diferencia obtenida de resta la fracción FDN con FDA), celulosa (diferencia obtenida de resta la fracción FDA con lignina) y lignina a partir de una sola muestra. Aunque es imperfecto bioquímicamente, presenta como ventaja, mayor reproducibilidad que otros métodos. Los criterios actuales para establecer recomendaciones para conejos en crecimiento, se han dirigido a través de recientes estudios hacia la cantidad, naturaleza y origen botánico de la fibra.

Diferentes definiciones del término "fibra dietética" están disponibles, para los nutricionistas, fibra dietética incluye componentes alimenticios que son resistentes a la digestión de enzimas digestivas de los mamíferos (Bach 2001). En este orden de ideas, la celulosa es un polímero lineal formado por miles de unidades de glucosa ligadas por enlaces β (1,4). La hemicelulosa está constituida por polímeros de longitud variable compuestos por un esqueleto principalmente de xilosa y manosa o glucosa, y el cual cuenta con cadenas laterales. La celulosa y la hemicelulosa se insertan en la lignina, esta última sustancia no es digestible en animales no rumiantes (Philippe *et al.* 2008). Al respecto, la designación de polisacáridos no amiláceos (PNA), corresponde a todos los formados por la fibra soluble e insoluble, con la excepción de la lignina (Philippe *et al.* 2008).

El aumento en el contenido cecal con dietas altas en fibra es común en animales mamíferos no rumiantes, mientras que el alto contenido cecal con dietas con bajo contenido de fibra es característico en conejos y está

relacionado con la menor movilidad del tracto digestivo. Un aumento del tiempo de retención cecal supone un descenso del consumo de alimento. Por ello, 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).

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 y capacidad amortiguadora) (Carabaño *et al.* 1997). Por otra parte 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).

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 entericitos intestinales (Chiou *et al.* 1994, García *et al.* 1997, Gómez-Conde *et al.* 2004).

El conejo presenta gran potencial para utilizar alimentos con alto contenido de fibra, 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 1987, Luckefahr y Cheeke 1991). Al respecto, alimentos ricos en celulosa y lignina suelen tener digestibilidad de la fibra inferior al 15% en conejos y en productos no lignificados puede llegar a 60%. De igual

forma Raharjo *et al.* (1986) observaron que la digestibilidad de la proteína, fibra y energía de ciertas gramíneas tropicales es muy baja.

La cecotrofa no parece tener gran influencia sobre la digestión de la fibra, como podía esperarse, ya que el contenido cecal es selectivamente enriquecido con los componentes no fibrosos de los alimentos. El coeficiente de digestibilidad para la fibra varía considerablemente dependiendo del alimento. Hoover y Heitman (1992) reportaron un coeficiente de digestibilidad aproximado para la mayoría de las gramíneas tropicales de 34% de fibra. Señalaron que un aumento del contenido de gramíneas en la dieta, disminuye la digestibilidad de la materia seca y de la energía.

EI TAMAÑO DE LA FIBRA Y SU DIGESTIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN CONEJOS

La fibra es un componente cuantitativamente relevante en la dieta para conejos (más de un tercio del peso total) y, además, presenta una notable variabilidad entre ingredientes, tanto en su composición química (proporción de fibra soluble o de lignina), como en sus características físicas (tamaño de partícula y capacidad de hidratación) (De Blas *et al.* 2002).

Existe un límite práctico para la inclusión de fibra soluble en dietas de conejos. La sustitución excesiva de fibra larga (heno) o de almidón (grano) por fibra fermentable (pulpa de cítricos), conduce a la acumulación de digesta en el ciego (hasta el doble de su peso habitual), disminución de la turgencia cecal, y descenso del consumo de alimento y de la productividad (Motta *et al.* 1996, Fraga *et al.* 1991, García *et al.* 1993).

La fibra soluble no cumple pues la función de lastre de la fibra larga, y no debería computarse a efectos de cubrir necesidades mínimas de fibra que

aseguren un tránsito adecuado (Santomá *et al.* 1989). La molienda excesiva de ingredientes fibrosos del alimento podría igualmente afectar a su valor lastre, ya que partículas fibrosas más finas son introducidas en el ciego a través de movimientos antiperistálticos (Björnhag 1972). Fraga *et al.* (1991) demostraron que la sustitución de heno de por subproductos fibrosos sin estructura tridimensional de partículas como la cascarilla de arroz da lugar a incrementar la acumulación de material cecal (desde 5,5 hasta 6,5% del peso del animal).

Gidenne (1993) estudió el tránsito digestivo de partículas fibrosas de diferente tamaño en conejos de 2,7 kg de peso que recibían alimentación restringida (110 g/día). Los resultados indicaron que el tiempo total de digestión de fermentación en el ciego se incrementó significativamente cuando partículas de fibra fueron inferiores a 0,3 mm, lo que confirma la eficacia del mecanismo de segregación y retención selectiva de partículas finas en el ciego.

El incremento en el porcentaje de partículas finas supone el descenso de la velocidad de crecimiento (6% entre extremos, $P < 0,05$) y tendencia (no significativa) hacia la disminución del pH y al aumento de la concentración total de AGV en el ciego; contrariamente, no observó efecto significativo sobre la densidad de la flora colibacilar en el intestino.

Se deduce que en conejos, al igual que en rumiantes, existe un tamaño crítico de partícula, por debajo del cual se pondrían especialmente de manifiesto sus efectos sobre los procesos digestivos. La molienda más fina supone un incremento del tiempo de retención total en el aparato digestivo (+ 25%) y de la digestibilidad de la materia seca (77,3 frente a 69,7%), pero también problemas de diarrea y de pérdidas de peso en un 50% de los animales experimentales De Blas y García (1993)

Gidenne (1990, 1992) en dietas para conejos con 76% de alfalfa molida a 1 ó 3 mm, no observó diferencias en el consumo, ganancia de peso o parámetros cecales (pH, concentración total, proporción molar de AGV y peso del contenido cecal), aunque hubo un ligero aumento del tiempo medio de retención en el aparato digestivo (+ 1,8 h, $P < 0,05$), consecuencia principalmente explicada por el mayor tiempo de fermentación en el ciego. La proporción excesiva de partículas muy finas ($< 0,3$ mm) da lugar en conejos al descenso de rendimientos productivos. Por otra parte, la molienda excesivamente gruesa (> 4 mm) tiene efectos negativos notorios al reducir la digestibilidad de algunos ingredientes de la dieta (granos de cereales), y al empeorar además la calidad del gránulo del alimento (mayor fragilidad). Lang (1981) ha sugerido utilizar dos tamaños de molienda, uno más fino para cereales y concentrados, y otro más grueso para los ingredientes fibrosos, pero existen muchas veces limitaciones para realizarlo en la práctica.

PAPEL DE LOS ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES Y VARIACIÓN DEL pH CECAL

Según distintos estudios (Fraga *et al.* 1991, García *et al.* 1999, Motta *et al.* 1996, Carabaño *et al.* 1997) la concentración cecal de AGV se reduce en 1,42 mmol l⁻¹ por cada punto de reducción del contenido en la dieta de FDN digestible.

Trabajos realizados *in vitro* han demostrado que los AGV ejercen un control en el crecimiento de *Escherichia coli*, tanto mayor cuanto menor es el pH. La disminución del pH ayuda a controlar el crecimiento de *Escherichia coli*. Sin embargo, la relación entre el nivel de fibra de la dieta y el pH cecal no es consistente, sin embargo se han reportado tendencias opuestas de acuerdo con el tipo de fibra que se utilice (Chiou *et al.* 1994).

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS, POTENCIAL FORRAJERO, NUTRICIONAL Y ALIMENTICIO DE LA ÁRNICA

La utilización del componente arbóreo como recurso forrajero es considerada como estrategia válida en sistemas de producción sostenibles, la tendencia actual de utilizar forrajes de origen arbustivo, arbóreo y herbáceo es estimulada por el incremento de los precios de los granos de cereales y oleaginosas a nivel mundial (Botero y Ruso 1997).

La árnica es una especie herbácea forrajera con rendimientos superiores a 40 ton/ha/año en forraje verde (Sarria 1999), se encuentra distribuida en la zona tropical; se tienen reportes de la presencia de esta especie forrajera en el Sur de México, Honduras, El Salvador, Guatemala, Costa Rica, Panamá, India, Ceylán, Cuba, Venezuela y Colombia (Ríos 1993), Kenia y Filipinas (Wanjau *et al.* 1998). Se conoce en Colombia como botón de oro, en Cuba se le denomina margaritona o árnica de la tierra, en Guatemala su nombre local es quil amargo (Nash 1976). También se conoce como wild sunflower, o mexican sun flower (Cairns 1996). Cuenta con amplio rango de adaptación (altitud de 0 a 1200 msnm y precipitación promedio de 600 a 2400 mm/año), tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo (Sarria 1999).

Características Agronómicas

La árnica es la planta herbácea perteneciente a la familia de las compuestas, su altura oscila entre 1,5 a 4,0 m, posee hojas con bordes aserrados y pedúnculos que varían de 5 a 20 cm de largo. Su inflorescencia se presenta en capítulos y es de color amarillo. La especie es originaria de Centro América (Nash 1976).

La especie posee elevada capacidad de producción de biomasa y rápida recuperación después del corte, producción que depende de la densidad de siembra, calidad del suelo y estado vegetativo. Ríos (1998) reportó producciones potenciales de forraje de 21,16 y 31,46 toneladas/ha en densidades de siembra de 1,00 x 0,75 m y 0,75 x 0,75 m respectivamente. No obstante, mencionó que es posible obtener mayor rendimiento por unidad de área en la densidad de 0,5 x 0,75 m, aunque se podrían correr riesgos fitosanitarios inherentes al cultivo. En cuanto a la recuperación del cultivo después del corte, Ríos (1998) reportó densidades de siembra de 0,75 x 0,75 m, en las cuales el cultivo de árnica lograba incremento de 6,2 cm en cortes cada 21 días, 19 cm en cortes cada 35 días, 44 cm en cortes cada 49 días y 180 cm en cortes cada 110 días.

Potencial Nutricional

Navarro y Rodríguez (1990) informaron contenido de nutrimentos en árnica (hojas, pecíolos, flores y tallos hasta 1,5 cm de diámetro), en cinco estados de desarrollo, observaron que la materia seca varió desde 13,5 hasta 23,23% y la proteína bruta osciló entre 14,84 y 28,75%, los valores más bajos de proteína fueron en estados avanzados de la floración (89 días); mientras que en estado de crecimiento avanzado (30 días) y prefloración (50 días), se encontraron los más altos. El contenido de extracto etéreo también varió de acuerdo con el estado vegetativo de la planta (1,4 a 2,43%).

Si se compara el valor promedio de proteína bruta encontrado por Navarro y Rodríguez (1990) en árnica, con los reportados por Rosales (1996), en tres de las especies arbóreas más utilizadas para la alimentación de rumiantes en Colombia, *Gliricidia sepium* (14,7%), *Leucaena leucocephala* (22,2 %) y *Erythrina poeppigiana* (21,4%), se observa que el contenido de proteína del

follaje de árnica, es similar a las citadas especies forrajeras utilizadas para alimentación de rumiantes.

USO DE FOLLAJES TROPICALES EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS. ESTUDIO DE CASOS; ACEPTABILIDAD, DIGESTIBILIDAD Y RESPUESTA ANIMAL

Diversos programas de investigación sobre alimentación no convencional se han conducidos en diferentes países en desarrollo en la búsqueda de alimentos alternativos como opción para sustituir el uso de dietas comerciales, en sistemas de producción de bajo costo y pequeña escala (Garcia 2006, Lukefahr 2002).

Nieves *et al.* (2001) determinaron la digestibilidad aparente en dietas con niveles crecientes (0, 10, 20 y 30%) de follaje de naranjillo en conejos y concluyeron que el consumo total de la materia seca fue mayor, cuando se suministró la dieta con el nivel más alto del follaje evaluado y la digestibilidad de distintos nutrientes del recurso, con excepción del N, no influyó en el crecimiento de los animales.

Arango (1990) estudió el efecto del follaje de nacedero en la alimentación de conejos en engorde y observó similar comportamiento productivo (32,12 g/animal/día y conversión de alimento de 4,29) en conejos alimentados con 30% de forraje fresco de nacedero en comparación con los animales alimentados con base en alimento comercial (32,3 g/animal/día y conversión alimenticia de 3,5 g/g).

Según Sánchez (2000) las hojas de morera son palatables y digestibles (70-90% MS) en rumiantes y también pueden ser ofrecidas a animales no-rumiantes. Contienen un excelente perfil de aminoácidos esenciales en hojas

y tallos tiernos, que depende de la variedad utilizada. El contenido mineral es alto y no se han identificado hasta ahora compuestos tóxicos o principios anti-nutricionales.

En conejos, la reducción del alimento comercial ofrecido diariamente de 17,5 a 11,0 g, con morera ofrecida *ad-libitum*, redujo la ganancia de peso de 24 a 18 g/día, pero disminuyó más de 50% el costo de la carne producida (Lara y Lara 1998).

Deshmukh *et al.* (1993) ofrecieron hojas de morera como alimento exclusivo a conejos adultos y observaron consumos de alimento de 68,5 g de MS al día, 11,2 g de proteína y 175 kcal de energía digestible. Los valores de digestibilidad fueron 74% para proteína bruta, 59% para fibra cruda y 64% para materia seca. Concluyeron que las hojas de morera proporcionaban suficiente energía para el mantenimiento de los animales.

De igual forma, estudios de utilización digestiva en conejos conducidos por Nieves (2007), en el que evaluaron la inclusión de follaje de morera, leucaena, naranjillo y maní forrajero en dietas, demostraron que los follajes previamente señalados presentaron un valor adecuado de energía y proteína digestible.

Según Terán (2002), los coeficientes de digestibilidad aparente de materia seca, fibra detergente neutro y materia orgánica en dietas en forma de harina con niveles crecientes de leucaena para conejos destetados no fueron afectados ($P > 0,05$) por los niveles crecientes hasta 30 % de inclusión de leucaena; mientras que la digestibilidad de proteína bruta, se afectó por el nivel de inclusión.

Se ha comprobado que el follaje de naranjillo, maní forrajero y leucaena, entre otros, tienen un potencial promisorio de utilización en la alimentación de conejos, ya sean incorporados como ingredientes en mezclas dietéticas en forma de harina o suministrados como suplemento en forma fresca (Nieves 1999).

Jiménez y Pérez (2008) observaron buena aceptabilidad y consumo del follaje fresco de *Tithonia diversifolia* por parte de los conejos en la etapa de engorde.

Por otra parte, la inclusión en fórmulas balanceadas pelletizadas de follaje de leucaena, morera y naranjillo (Nieves *et al.* 2008b) o maní forrajero (Oropeza *et al.* 2006), ha generado respuesta animal similar o superior a la obtenida con fórmulas dietéticas comerciales utilizadas en Venezuela; mientras que la relación beneficio/costo obtenida con la incorporación de los citados forrajes en la dieta, ha sido favorable.

En otro orden de ideas, a través de estudios de utilización digestiva se demostró que dietas que contenían follajes de morera, leucaena, naranjillo y maní forrajero presentaron índices de digestibilidad de nutrientes adecuados y que referidos follajes poseen valor nutricional elevado, medido en términos de contenido de energía y proteína digestible (Nieves *et al.* 2008c). Existe poca información sobre valoración nutricional de recursos tropicales y es necesario profundizar la búsqueda científica sobre el tema (Nieves 2007, García 2006, Noul *et al.* 2003).

Con base en antecedentes citados, es posible inferir que existe interesante potencial alimenticio en forrajes arbóreos tropicales (FAT) para conejos. Al respecto, la aceptación, utilización digestiva y respuesta productiva en conejos, es adecuada cuando se utiliza FAT en forma fresca, incorporados

en dietas balanceadas o en bloques multinutricionales. Los FAT generan valor nutritivo elevado que ofrecen buenas perspectivas en la alimentación de conejos; aunque es necesario ampliar el estudio de respuesta animal en dietas con recursos forrajeros tropicales para propiciar e impulsar la utilización de ingredientes no convencionales (Nieves 2007, Noul *et al.* 2003).

FACTORES ANTINUTRICIONALES ASOCIADOS A FOLLAJES Y FORRAJES TROPICALES

Los factores anti-nutricionales (FAN) son sustancias naturales no fibrosas producidas por el metabolismo secundario de las plantas, consecuencia del mecanismo de defensa ante el ataque de bacterias, mohos, insectos y pájaros, o en algunos casos, producto del metabolismo de plantas sometidas a condiciones de estrés. El follaje de algunas plantas como materias primas en la alimentación de animal ejerce efectos adversos en el animal; reducen el consumo, interfieren en la digestión, la absorción y utilización de algunas fracciones nutricionales (Huisman y Tolman 1992, Butler y Bos 1993, D'Mello 1995).

Las harinas foliares de leguminosas y de cultivos con alta producción de biomasa presentan combinación diversa de factores antinutricionales, pero de todas las sustancias, los taninos y saponinas son los abundantes. Scull (2004) determinó cualitativamente mediante el tamizaje fitoquímico la presencia de FAN en harinas de follaje de leguminosas tropicales y plantas arbóreas y arbustivas, y halló que el 100% de las plantas contenían polifenoles (taninos), alcaloides y azúcares reductores, y en el 75% de ellas se encontró la presencia de saponinas y grupos alfa-amino. Adicionalmente, se ha observado que la fracción de menor contenido de taninos condensados está unida a la fibra y que la asociación que se presenta entre taninos y fibra depende del tamaño de la molécula y de la conformación de polifenoles, por

lo que se requiere conocer los componentes que integran las diferentes fuentes fibrosas.

Recientemente se ha despertado gran interés por los efectos beneficiosos de factores antinutricionales presentes en alimentos de origen vegetal. Los compuestos polifenólicos, entre los que se hallan los taninos que se pueden considerar como antioxidantes naturales, se encuentran en follajes de leguminosas y otras plantas tropicales, podrían sustituir a los aditivos antioxidantes y englobarse dentro de la categoría de alimentos funcionales (Savón e Idania 2007). En este orden de ideas, Savón *et al.* (2005) observaron que la harina de follaje de árnica ejercía un efecto antiparasitario en cerdos en crecimiento ceba que recibieron dietas que contenían hasta un 20% de sustitución del alimento total por la referida fuente.

La presencia de amplia gama de factores antinutricionales sobre todo en follajes y granos de leguminosas tropicales dificulta su remoción o eliminación mediante procesos simples. Además, buena parte de estos procesos tienen como efecto colateral la disminución del potencial nutritivo en el alimento por lo que se debe trabajar hacia el mantenimiento del potencial nutritivo del alimento al combinar adecuadamente los procesos de detoxificación (Savón e Idania 2007).

Taninos

De la palabra inglesa tanning (curtido), el término tanino fue originalmente usado para describir la sustancia de extractos vegetales utilizados para curtir cueros animales. Según Huisman y Tolman (1992) y Jansman (1993) la expresión taninos corresponde a compuestos naturales polifenólicos, hidrosolubles, que forman complejos con proteínas, carbohidratos y otros

polímeros del alimento. Adicionalmente, cuentan con la propiedad de precipitar alcaloides, gelatinas y otras proteínas en soluciones acuosas.

Por otro lado, los taninos generan efectos nutricionales dañinos, en consecuencia se traduce en deterioro del comportamiento productivo, principalmente de la conversión alimenticia en animales no-rumiantes (Huisman y Tolman 1992).

Los FAN pueden inhibir enzimas digestivas; forman complejos con la membrana mucosa del animal (lo cual resulta en el aumento de pérdidas endógenas y en daños en mucosas), generan disminución de digestibilidad en nutrimentos nitrogenados (menor medida la digestibilidad de la energía) y se ha reportado que los taninos hidrolizables causan efectos tóxicos a nivel sistémico (Huisman y Tolman 1992, Jansman 1993, Butler y Bos 1993).

Saponinas

Grupo diverso de componentes que contienen un residuo aglicona ligado a uno o más azúcares o residuos oligosacáridos. Poco se sabe acerca de su preciso modo de acción en la depresión del crecimiento de animales por el consumo de este FAN y se ha propuesto que es la baja palatabilidad el factor primario. Específicamente, el bajo consumo de alfalfa por cerdos es atribuido a la presencia de saponinas en el ingrediente mencionado (D'Mello 1995).

Las saponinas se diferencian de acuerdo a la naturaleza del residuo aglicona (sapogenina), en saponinas que contienen aglicona esteroidal o triterpénica. Estas últimas son las que se encuentran mayormente en plantas tropicales. En general se ha reportado su existencia en aproximadamente 100 familias vegetales, de las cuales relativamente pocas son utilizadas como alimento o ingrediente alimenticio (Price y Fewick 1987). Se caracterizan por su gusto

amargo, la formación de espuma en soluciones acuosas, su habilidad para hemolizar glóbulos rojos y su capacidad para ligarse al colesterol, no todas las características mencionadas son compartidas por todos los tipos de saponinas (Price y Fenwick 1987).

Se reporta que afectan el comportamiento y metabolismo del animal a través de: hemólisis de eritrocitos, reducción de colesterol sanguíneo y hepático, depresión de la tasa de crecimiento, inhibición de la actividad del músculo liso, inhibición enzimática y reducción en la absorción de nutrimentos (Cheeke 1971). El abundante lavado en agua es un procedimiento que permite disminuir su efecto, aunque con éste se pierden elementos nutritivos (Kumar y D'Mello 1995).

METODOLOGÍA

UBICACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

El estudio se realizó durante 28 días en la unidad de producción cunícola de la UNELLEZ, Guanare, Edo. Portuguesa, Venezuela, (09° 04' 10" latitud norte y 69° 48' 20" longitud oeste). El área presenta temperatura promedio anual de 26°C, 255 msnm, precipitación promedio anual de 1499 mm, mientras que la humedad relativa alcanza 74%. El área está caracterizada como bosque seco tropical, según Holdridge (1979).

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizaron 30 conejos de engorde, machos y hembras (Nueva Zelanda x California) con 45 y 50 días de edad, con peso promedio de $1.475 \pm 93,77$ g. Se distribuyeron según un diseño completamente aleatorizado, en tres tratamientos con diez repeticiones.

Los tratamientos (variable independiente) se describen a continuación:

T1= dieta testigo en forma de harina (DB),

T2 = inclusión de 9 % de follaje de *Tithonia diversifolia* (FTD) en DB

T3 = inclusión de 18 % de FTD en DB

La composición de las dietas en estudio se muestra en la Tabla 1. Se formuló la dieta testigo de acuerdo con los requerimientos nutricionales (Proteína, Energía y Fibra) para conejos en la etapa de engorde indicados por De Blas y Wiseman (2003), en la cual se incluyó heno de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) como fuente principal de fibra. Como ingrediente de prueba se utilizó follaje de árnica. En la Tabla 2 se muestra contenido estimado de

nutrientes de dietas con inclusión de árnica y se observa que las dietas fueron formuladas para ser iso-proteicas e iso-energéticas.

Tabla 1. Composición de ingredientes de dietas con inclusión de follaje de árnica.

Ingrediente	Dieta	Dieta con	Dieta con
	Testigo	9 % FTD	18 % FTD
		-%-	
Heno molido	27,96	27,43	27,02
Sub-producto de Maíz	16,66	16,87	17,13
Pulitura de Arroz	6,47	10,68	14,94
Torta de Soya	16,93	14,57	12,31
Afrecho de Trigo	29,88	19,26	8,32
Lisina*	0,00	0,09	0,18
PVM	0,30	0,30	0,30
Carbonato de Calcio	0,40	0,40	0,40
Fosfato Dicálcico	1,10	1,10	1,10
Sal común	0,30	0,30	0,30
Follaje de árnica	0,00	9,00	18,00
Total	100,00	100,00	100,00

PVM= Pre-mezcla de vitaminas y minerales, (*)= Aminoácido Sintético, Sub-producto de Maíz= granos partidos de maíz más impurezas en harina. Las tres dietas recibieron inclusión de 10 % de melaza diluida en agua (proporción 4 melaza: 1 agua) y luego fueron secadas al sol por 2 días.

Tabla 2. Contenido estimado de nutrientes de dietas con inclusión de árnica.

	Dieta Testigo	Dieta con 9 % FTD	Dieta con 18 % FTD
ED kcal/kg	2600	2504	2498
PB (%)	14,10	13,60	12,66
FC (%)	10,97	12,00	13,27
FDN (%)	30,10	31,90	33,91
FDA (%)	15,66	15,98	16,33
Lis (%)	0,30	0,40	0,50
Ca (%)	0,40	0,40	0,40
P (%)	0,22	0,22	0,22

ED= Energía Digestible; PB= Proteína Bruta; FC= Fibra Cruda; FDN= Fibra Detergente Neutro; FDA= Fibra Detergente Ácido; Lis= Lisina; Ca= Calcio; P= Fósforo

MANEJO Y PREPARACIÓN DE INGREDIENTES, FOLLAJE DE PRUEBA Y DIETAS

El follaje de árnica se cosechó en pre-floración en el mes de octubre (época de transición), se secó al sol durante 4 días continuos. El heno de estrella y el follaje se molieron con un molino de martillo con criba de 3 mm.

Las dietas se elaboraron artesanalmente y se suministraron en forma de harina.

Para determinar el costo de producción del FTD, se consideraron las labores de preparación del follaje de árnica en harina, para ello se midió el tiempo que utiliza un operario en realizar las labores de: corte, acarreo, deshidratación del recurso y molienda. El costo del FTD se estimó en 0,100 Bs/kg de recurso procesado, y para las dietas evaluadas fue 1,50; 1,40 y 1,35 Bs/kg. para T1, T2 y T3, respectivamente.

PREPARACIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES

Los animales se pesaron antes de iniciar el ensayo, con el propósito de realizar la distribución espacial de los conejos como unidades experimentales. Se alojaron en jaulas individuales de alambre galvanizado (0,40 x 0,40 x 0,60 m), dotadas de comederos de arcilla y bebederos automáticos tipo chupón. El período de adaptación de los animales a las dietas fue de 7 días, y de 21 días de evaluación para las variables asociadas al comportamiento productivo y características del trato gastrointestinal. La ración diaria ofrecida constó aproximadamente de 120 g/animal/día en dos suministros diarios; a las 08:00 h y 16:00 h, con el propósito de asegurar un consumo *ad-libitum* por parte de los animales.

Se colocó una malla de plástico debajo del piso de la jaula por 4 días, con el propósito de recolectar las muestras de heces y efectuar en laboratorio las determinaciones de digestibilidad por el método Ceniza Acido Insoluble (CAI), la instalación de la malla se realizó luego de concluido el periodo de adaptación (7días).

A las muestras de heces se le eliminaron restos de alimento, impurezas y pelos para evitar contaminación, referido procedimiento se efectuó con base en lo informado por Perez *et al.* (1995).

MEDICIONES O DETERMINACIONES EXPERIMENTALES

Análisis químico en muestras de heces, ingredientes y dietas

Las muestras se sometieron a un proceso de secado mediante la utilización de estufa con circulación de aire a temperatura de 60 °C por un período de 72 horas aproximadamente hasta obtener peso constante. Se molieron con molino Wiley para obtener granulosis de 1mm de diámetro.

Los análisis químicos en alimento y heces se realizaron según las técnicas reconocidas (AOAC 1990) para materia seca, proteína bruta (Nx6,25), extracto etéreo, fibra cruda y ceniza. La energía bruta se determinó con calorímetro adiabático Parr (modelo 1341EB). El fraccionamiento de la pared celular (fibra detergente ácido, FDA, y fibra detergente neutro, FDN) se llevó a cabo en el follaje y dietas según el procedimiento indicado por Van Soest *et al.* (1991). La hemicelulosa se valoró como la diferencia entre el contenido de FDN y FDA. El contenido de materia orgánica (MO) se definió como 100 - % ceniza.

La determinación de la ceniza ácido-insoluble en el alimento y heces se llevó a cabo por gravimetría, después de la digestión de las muestras en HCl 4N durante 30 min, filtración e incineración del residuo insoluble resultante (Vogtmann *et al.* 1975).

Determinaciones de algunos compuestos antinutricionales

El contenido de compuestos secundarios (Polifenoles totales, polifenoles simples y taninos totales) en el follaje de FTD, se determinó según el procedimiento descrito por Makkar (2003).

VARIABLES DEPENDIENTES EN ESTUDIO

Consumo de materia seca (CMS) de las dietas, en g/animal/día, para los cálculos se emplearon las siguientes ecuaciones:

$$\text{CMH} = [\text{SU} - \text{REC} - \text{RES}]$$

$$\text{CMS} = [\text{CMH}] * [\% \text{MS de la dieta} / 100]$$

Donde

CMH= Consumo de alimento en base húmeda (g/animal/día)

SU= Cantidad de dieta en base húmeda ofrecida a cada animal
(g/animal/día)

REC= Cantidad de alimento rechazado en comedero (g/animal/día)

RES= Cantidad de alimento no consumido fuera del comedero (g/animal/día)

CMS= Consumo de materia seca de alimento (g/animal/día)

%MS= Porcentaje de materia seca de cada dieta.

Para registrar el peso del suministro, rechazo y residuo de alimento se utilizó una balanza marca Ohaus, serie 700, con capacidad máxima de 610 g y precisión de 0,1 g.

El consumo de proteína bruta (CPB); energía bruta (CEB); fibra cruda (CFC); fibra detergente neutro (CFDN); fibra detergente ácido (CFDA); materia orgánica (CMO) y Hemicelulosa (CHEM), en g/animal/día, se calcularon a través de la siguiente expresión matemática:

$$CN = [CMS * \%CN] / 100$$

Donde:

CN= Consumo de proteína bruta (PB), energía bruta (EB), fibra bruta (FC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), materia orgánica (MO) y hemicelulosa (HEM).

%CN= Porcentaje de contenido de nutrimento en las dietas (obtenido de análisis químico de las dietas, realizado en el laboratorio).

Para estimar el consumo de nutrimentos (PB, EB, FC, FDN, FDA, MO y HEM) en gramos por cada kilogramo de peso metabólico promedio por día (base seca), se utilizaron las siguientes operaciones aritméticas:

$$PVP = [PVF + PVI] / 2$$

$$PMP = (PVP)^{0,75}$$

$$CMSPM = CMS / PMP$$

$$CNPM = CMSPM * \%CN$$

Donde:

CMSPM=Consumo en gramos de MS por kg de peso metabólico promedio por día

CNPM=Consumo en gramos de nutrimento por kg de peso metabólico promedio por día (Base Seca)

PVP= Peso vivo promedio en el ensayo

PVI y PVF= Peso vivo inicial y final respectivamente

PMP= Peso metabólico promedio en el ensayo

El cálculo de la digestibilidad de la materia seca (DMS); proteína bruta (DPB); energía bruta (DEB); fibra cruda (DFC), fibra detergente neutro (DFDN) y materia orgánica (DMO), se desarrolló por el método indirecto en concordancia con la ecuación indicada por Ly (1999);

$$\text{Digestibilidad de MS (\%)} = [1 - (\text{MD}/\text{ME})] \times 100$$

Donde MD y ME representan el porcentaje del marcador (CAI) en la dieta y excretas, respectivamente.

En el caso de nutrimentos específicos, la fórmula se modificó para generar la presente expresión:

$$\text{Digestibilidad de Nutrimento N (\%)} = [1 - (\text{MD}/\text{ME}) \times (\text{NE}/\text{ND})] \times 100$$

Donde MD y ME tienen el mismo significado que en la ecuación anterior, mientras que NE y ND son el porcentaje del nutrimento en excretas y dieta en base seca, respectivamente.

El consumo de proteína digestible (CPD); energía digestible (CED); fibra detergente neutro digestible (CFDND); hemicelulosa digestible (CHEMD) y materia orgánica digestible (CMOD), en g/animal/día, se calcularon a través de la siguiente expresión matemática:

$$\text{CND} = [\% \text{Dig} * \text{CN}] / 100$$

CND= Consumo de nutrimento digerido

%Dig= Porcentaje de digestibilidad del nutrimento

La ganancia diaria de peso (GDP), en g/animal/día, se calculó al dividir la cantidad de gramos de carne ganados (peso final menos el inicial), entre el número de días de evaluación. Para registrar el peso de los animales se empleó una báscula tipo reloj con capacidad máxima para 10 kg y precisión de 25 g.

La conversión de alimenticia (CA), en g/g, se definió como la cantidad de alimento consumido en base seca entre la cantidad carne de conejo producida (peso vivo) en el periodo de evaluación por cada animal.

El rendimiento en canal (RC), en %, se cuantificó al dividir el peso en canal, entre el peso vivo final del conejo y se multiplicó por 100.

$$\text{RC} = [\text{PCa} / \text{PVF}] * 100$$

Donde

RC= Rendimiento en Canal (%)

PCa= Peso en Canal (g)

PVF= Peso vivo final (g)

El beneficio representó la cantidad de dinero en bolívares, producto de multiplicar la cantidad de carne producida en el periodo experimental por el precio de mercado de un kilogramo de peso vivo de conejo (18 Bs/kg). Por su parte, el costo se cuantificó al multiplicar el consumo de alimento (base húmeda) de cada animal por el costo de cada dieta.

La relación beneficio-costo (RBC) por concepto de alimentación, se determinó al dividir el valor obtenido para el beneficio (Bs) y el costo (Bs) generado por concepto de alimentación. El procedimiento para cuantificar el beneficio, costo y relación beneficio-costo se efectuó con base en formulas matemáticas propuestas por Gujaratí (1992).

$$B = [C_{\text{Prod}} * P_{\text{Mer}}]$$

$$C = [C_{\text{ABH}} * C_{\text{Dieta}}]$$

$$RBC = [B / C]$$

Donde

B= Beneficio en Bs.

CProd= Carne producida (kg)

PMer= Precio de mercado de 1 kg de carne de peso vivo de conejo

C= Costo en bolívares por concepto de alimentación

CABH= Consumo de alimento con base en materia húmeda

CDieta = Costo de la dieta en bolívares

RBC= Relación beneficio-costo

Las mediciones de pH del contenido cecal y peso de ciego se efectuaron después de ser sacrificados los animales.

El pH del contenido cecal se determinó a través de mediciones individuales en cada animal, con el uso de equipo digital (marca THERMO, modelo ORION 3 STAR - pH portable) para medir pH.

El peso en ciego con material cecal (PCi), en g, se obtuvo con una balanza digital con capacidad máxima de 5000 g y precisión de 0,1 g, se pesó el total de vísceras con ciego, y se le restó el peso de vísceras sin ciego.

El cálculo de la digestibilidad del follaje, se basó en el método de sustitución del ingrediente de prueba.

El cálculo de la digestibilidad se estimó en la dieta que contenía 9 % de inclusión del follaje en estudio, según la propuesta de Villamide (1996), con base en la siguiente expresión matemática:

$$EDI = [EDDP - (1-P) * EDDB] / P$$

Donde

EDI=Energía digestible del ingrediente probado

EDDP=Energía digestible de la dieta que incluye el ingrediente probado en proporción P

EDDB=Energía digestible de la dieta basal o de referencia

P=Tasa de sustitución del ingrediente probado

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó análisis de la varianza según diseño completamente aleatorizado con desigual número de repeticiones (datos perdidos) luego de verificados los supuestos estadísticos en los datos (aleatoriedad, normalidad, homogeneidad de varianzas y aditividad). Los promedios se compararon con la prueba de Tukey ($P < 0,05$), para las variables económicas (costo, beneficio, relación beneficio/costo por concepto de alimentación), de respuesta animal (GDP, CA, RC, Peso y pH del Ciego), y las referidas a la digestibilidad y consumo de nutrimentos (DMS, DPB, DEB, DFC, DFDN, DHEM, DMO, CPD, CED, CFDND, CHEMD, CMOD, CMS, CPB, CEB, CFC, CFDN, CFDA, CMO y CHEM,).

Se determinó el cuadrado medio del error (EEM) para cada una de las variables estudiadas, excepto para digestibilidad fecal y contenido de nutrimentos de follaje. La ecuación utilizada para cuantificar el EEM fue la siguiente (Villamide 1996):

$$EEM = \sqrt{\{[(DE_{T1})^2] / n_{T1}) + [(DE_{T2})^2] / n_{T2}) + [(DE_{T2})^2] / n_{T2}\}}$$

Donde

EEM = Cuadrado medio del error para cada variable en estudio

DE = Desviación estándar

n = Número de observaciones para cada tratamiento

Se usó, software Statistix 8.0 para Windows para procesar los datos obtenidos, según el siguiente modelo:

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

Donde

Y_{ij} = Respuesta animal, digestibilidad de nutrimentos y variables económicas en el i-ésimo nivel de follaje de árnica

μ = Media Poblacional

T_i = Efecto del i-ésimo nivel de inclusión del follaje de árnica $i = 0, 9$ y 18%

ϵ_{ij} = Error Experimental

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química de materias primas y dietas evaluadas se muestran en la Tabla 3. El contenido de la fracción correspondiente a proteína bruta (PB) en las tres dietas estudiadas fue similar a los valores requeridos para conejos en la etapa de engorde (NRC 1977); mientras que los valores para fibra cruda (FC) y fibra neutro detergente (FND) son superiores a los recomendados. Las dietas con 0, 9 y 18 % de inclusión de follaje de árnica, presentaron niveles superiores al 90 % para materia seca. El aporte de carbohidratos no estructurales, estimado a través del ELN, fue similar a los reportados por Nieves *et al.* (1999) en dietas en forma de harina con inclusión de ingredientes no convencionales.

El contenido de PB para el follaje (18,52%) es inferior al reportado por Navarro y Rodríguez (1990), para el estado vegetativo 3 y 4 (floración media 60 días y floración completa 74 días); además fue similar a los valores para follaje de leucaena, naranjillo, morera y arachis (17,10; 18,10; 19,26 y 20,80% PB, respectivamente) publicados por Nieves *et al.* (2008c)

Por otro lado, la concentración de cenizas fue similar para las dietas en estudio, e inferiores a 10,18 %. El FTD presentó valores en Ce inferiores a los reportados por Nieves *et al.* (2008c) para follaje de naranjillo, morera, *arachis pintoi* y batata (23,02; 12,95; 11,03 y 18,89 %, en el mismo orden).

Con base en la composición química del follaje de árnica se puede proponer como ingrediente en dietas para conejos. Las dietas presentaron valores adecuados para estas fracciones, de acuerdo con requerimientos nutricionales para conejos en engorde indicados por De Blas y Weisman (2003).

Tabla 3. Composición química de materias primas y dietas con inclusión de follaje de árnica.

Rec	MS	MO	FND	FDA	HEM	PB	FC	EE	Ce	ELN	Ca	P	EB
	- % -												kcal/kg
FTD	88,55	85,55	32,94	10,33	22,61	18,52	16,98	3,67	14,45	46,38	2,45	0,27	4278,90
HE	95,95	88,11	-	-	-	5,44	29,02	2,10	7,84	55,6	-	-	-
SPM	95,57	92,04	11,75	3,54	8,21	11,00	7,72	13,22	3,53	64,53	0,03	0,24	-
PA	95,84	84,81	21,30	12,58	8,72	11,82	32,03	19,42	11,03	25,7	0,11	1,61	-
TS	95,79	88,46	13,86	8,16	5,70	44,87	8,54	2,99	7,33	36,27	0,24	0,53	-
AT	95,19	89,82	40,59	13,85	26,74	16,43	15,15	5,35	5,37	57,7	0,14	0,99	-
T1	92,18	91,52	37,44	10,88	26,56	13,89	16,98	4,37	8,48	56,28	0,45	0,40	4364,19
T2	96,15	90,38	43,95	18,03	25,92	13,33	18,04	4,72	9,68	54,23	0,88	0,60	4183,64
T3	90,36	89,82	45,97	21,89	24,08	12,52	28,29	5,33	10,18	43,68	0,55	0,54	4297,52

MS = Materia seca; MO = Materia orgánica; FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácido; PB = Proteína bruta; FC = Fibra cruda; EE = Extracto etéreo; ELN = Extracto libre de nitrógeno; Ce = Cenizas; EB= Energía bruta; FTD= Follaje de *Tithonia diversifolia*; HE= Heno de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*); SPM=Sub-producto de maíz en harina (granos partidos+impurezas); PA= Pulitura de arroz; TS= Torta de soya; AT= Afrecho de trigo; T1= Dieta basal (DB); T2= DB con 9 % FTD; T3= DB con 18 % FTD; Rec= Tratamiento ó ingrediente.

En la Tabla 4 se presenta la concentración de metabolitos secundarios cuantificados en follaje de árnica. Los niveles en polifenoles totales, polifenoles simples y taninos totales fueron inferiores en el presente trabajo a los informados por Valerio (1994) en leguminosas (*Centrosema sp.*, *Arachi pintoj*, *Cratylia argentea* y *Erythrina sp*) y en plantas arbóreas y arbustivas de climas templados (Makkar 2003).

Los resultados sitúan al follaje de la especie estudiada como planta cuyos contenido de polifenoles totales es inferior al cuantificado en leguminosas arbóreas empleadas para la producción animal en el Caribe (García 2003). De igual forma, su concentración fue menor a la exhibida por algunas de las especies de los géneros *Acacia* y *Calliandra*, que presentan niveles de

polifenoles totales superiores a 8 y 6% en MS, respectivamente (Ahn *et al.* 1997, Abdulrazak *et al.* 2000).

Tabla 4. Concentraciones de metabolitos secundarios cuantificados en follaje de árnica.

Recurso	POLIFENOLES	POLIFENOLES	TANINOS
	TOTALES	SIMPLES	TOTALES
		-%-	
Follaje de árnica	0,95	0,67	0,28

La DMS, DPB, DHEM, DMO y DEB en dietas con inclusión de FTD en conejos en engorde (Tabla 5) fue similar ($P>0,05$) entre las dietas evaluadas; condición que explica que la inclusión de FTD en las dietas para conejos no afecta la digestibilidad de referidas las fracciones. Contrariamente, la digestibilidad fibra cruda y fibra detergente neutro para la dieta con 18% de FTD fue superior ($P<0,05$) al resto de dietas en evaluación, valores que posiblemente pueden ser explicados por la concentración de FC y FDN que se muestra en la Tabla 3 para la dieta con 18% del follaje en estudio.

La DMS y DMO observada en el presente estudio fue semejante a la informada para dieta con inclusión de 30 % de follaje de batata e inferior con respecto a dietas con 30 % de follaje de morera (Nieves *et al.* 2008c).

Terán (2002) informó valores de DMS (76,41; 69,24; 64,58; 64,42 y 58,85 %) para dietas con inclusión de follaje de leucaena en 0, 10, 20, 30 y 40%, respectivamente, resultados superiores a los obtenidos en el presente ensayo para la referida fracción nutricional. Situación que podría ser imputado aún mejor balance de nutrimentos y aminoácidos esenciales por parte del follaje de leucaena.

Tabla 5. Digestibilidad aparente de nutrimentos en dietas con follaje de árnica en conejos de engorde.

Digestibilidad (%)	n	Dieta con 0% FTD	n	Dieta con 9% FTD	n	Dieta con 18% FTD	EEM
DMS	10	51,12	9	53,45	9	51,25	2,464ns
DPB	10	68,57	9	60,11	9	64,08	6,564ns
DFC	7	27,917b	9	33,23ab	7	45,12a	6,829*
DFDN	7	26,84b	9	31,57b	7	67,44a	7,720**
DHEM	7	44,20	7	45,37	7	47,24	9,867ns
DMO	10	51,99	9	54,87	9	52,60	2,654ns
DEB	9	54,89	9	43,09	9	53,62	2,482ns

Valores en la misma fila con letras distintas son diferentes ($P < 0,05$). DMS = Digestibilidad de materia seca; DPB = Digestibilidad de proteína bruta; DEB = Digestibilidad de energía bruta; DFDN = Digestibilidad de fibra detergente neutro; DHEM = Digestibilidad de hemicelulosa; DMO = Digestibilidad de materia orgánica

La DMS y DMO observada en este estudio fue similar a la informada para dieta con inclusión de 30 % de follaje de batata e inferior con respecto a dietas con 30 % de follaje de Morera (Nieves *et al.* 2008c). Esta comparación sugiere que las dietas con inclusión de follaje de árnica presentan aceptable digestibilidad de nutrimentos.

Sin embargo, la dieta que contenía 18 % de FTD presentó valor superior para DFDN en comparación con los resultados reportados por Nieves *et al.* (2008c) para dietas con inclusión de 30 % de follaje de leucaena, naranjillo, morera, arachis y batata (31,07; 35,48; 45,64, 35,46 y 31,01 % respectivamente); sin embargo, la inclusión FTD en los tres niveles estudiados generó DHEM inferior en la presente investigación.

Los valores de DMS, DMO y DFC en dietas con 0, 9 y 18 % de FTD fueron inferiores a los publicados por Nieves *et al.* (2002) para dietas con naranjillo (0, 10, 20 y 30 %) en conejos; mientras que la DFND fue superior en el estudio actual.

Es probable que la mayor DMS, DMO y DHEM encontrada por Martínez *et al.* (2005) en la dieta con inclusión de morera es estimulada por un mayor tiempo de retención de la digesta en el ciego, mientras que los valores observados para digestibilidad de MS y nutrimentos en la dieta con follaje de árnica del presente estudio representa un fenómeno contrario.

Los resultados para DMS, DMO y DFDN del presente trabajo son menores en comparación con a los promedios publicados por Nieves *et al.* (2008c), en estudios de digestibilidad de nutrientes con follajes tropicales (*L. leucocephala*, *T. gigantea*, *M. alba*, *A. pinto* e *I. batata*) en conejos (57,84; 60,21 y 59,05 %, en el mismo orden para las fracciones señaladas); sin embargo, la DFDN fue mayor en el presente ensayo. En este caso, es pertinente admitir que la elevada digestibilidad de FDN, no resulta lógica en comparación a otros valores de follajes reportados para la referida fracción.

La digestibilidad de las fracciones relativas fibra (FDN y FC) fue superior ($P < 0,05$) en dietas que incluían mayor proporción del follaje en estudio (Tabla 5). Este resultado sugiere que el follaje de árnica propicia mayor digestión de la fibra, lo cual pudiera estar determinado por un elevado contenido de fibra fermentable en ciego. Los valores encontrados en este caso son superiores a los observados en estudios referidos anteriormente. Sin embargo, no se descarta que diferencias observadas en los resultados del presente estudio para referidas fracciones pudieran ser imputadas al procedimiento experimental (niveles de inclusión del ingrediente, edad de los animales, mediciones de laboratorio) y composición química del follaje en concordancia con lo informado por Nieves *et al.* (2008c).

Los valores para consumo de nutrimentos en conejos en engorde alimentados con dietas que incluyeron 0, 9 y 18 % de FTD se resumen en la Tabla 6. El consumo de materia seca y materia orgánica fue similar ($P > 0,05$)

entre las dietas en estudio, valores concordantes con el proceso fisiológico digestivo del conejo en la etapa de engorde (De Blas 1992), consecuencia de un alto contenido de fibra en la dieta, que propicia el aumento de la excreción fecal. Los valores para consumo de MS fueron semejantes con los reportados por Oropeza *et al.* (2006), quienes alimentaron conejos con follaje de *arachis pinto* en niveles crecientes hasta 40%, pero ligeramente inferiores con los informados por Nieves *et al.* (2008c y Deshmukh *et al.* (1993), para conejos alimentados con dietas basadas en follajes arbóreos.

Tabla 6. Consumo de nutrimentos en conejos en la etapa de engorde alimentados con dietas que incluyeron follaje de árnica.

Nutrimento Consumido	Dieta con 0% FTD	Dieta con 9% FTD	Dieta con 18% FTD	EEM
n	8	9	9	-
CMS g/animal/día	115,30	118,57	113,77	3,501ns
CPB g/animal/día	16,02a	15,80a	14,24b	0,480**
CFC g/animal/día	19,57b	21,39b	32,18a	0,609**
CFDN g/animal/día	43,17b	52,11a	52,30a	1,401**
CFDA g/animal/día	12,54c	21,38b	24,90a	0,491**
CMO g/animal/día	105,34	107,16	102,19	3,124ns
CHEM g/animal/día	30,62a	30,73a	27,40b	0,922**
CEB Kcal/animal/día	503,17	496,04	488,92	19,41ns

Valores en la misma fila con letras distintas son diferentes ($P < 0,05$). CMS= Consumo de material seca; CPB= Consumo de Proteína Bruta; CEB= Consumo de Energía Bruta; CFC= Consumo de Fibra Cruda; CFDN= Consumo de Fibra Detergente Neutro; CFDA= Consumo de Fibra Detergente Ácido; CMO=Consumo de Materia Orgánica

El consumo de FC y FDA, fue superior ($P < 0,05$) para la dieta que incluyó 18 % FTD. La menor ingestión ($P < 0,05$) ocurrió para la fracción PB y Hemicelulosa (HEM); mientras que los mayores promedios de consumos para FDN se registraron para las dietas con 9 y 18 % de FTD, resultados que posiblemente pueden ser explicados por la composición química (Tabla 3) de dietas que incluyeron árnica.

En la Tabla 7 se muestran los valores de consumo de nutrimentos con base en peso metabólico. La mayor ingestión ($P<0,05$) de MS y MO ocurrió en la dieta con 9% de FTD; se observa que el consumo para las referidas fracciones ajustadas al peso metabólico del animal, generaron diferencias ($P<0,05$), que no se detectaron cuando se expresó en términos de consumo de nutrimento con base en animal/día (Tabla 6). Las diferencias observadas entre resultados mostrados en Tabla 6 y 7, propician la idea que el indicador de consumo ajustado a peso metabólico genera menor variabilidad de los datos por concepto de fuentes de variación asociadas al peso del animal.

Tabla 7. Consumo de nutrimentos con base en peso metabólico ($P^{0,75}$) en conejos de engorde alimentados con dietas que incluyeron de follaje de árnica.

Nutrimento Consumido	Dieta con 0% FTD	Dieta con 9% FTD	Dieta con 18% FTD	EEM
n	8	9	9	-
CMS g/kg PMP/día	435,55b	468,88a	439,34b	11,89*
CPB g/kg PMP/día	60,50a	62,50a	54,75b	1,612**
CFC g/kg PMP/día	73,94c	84,57b	123,71a	2,096**
CFDN g/kg PMP/día	163,07b	206,07a	201,04a	4,934**
CFDA g/kg PMP/día	47,39c	84,54b	95,73a	1,853**
CMO g/kg PMP/día	397,98ab	423,77a	392,82b	10,734*
CHEM g/kg PMP/día	115,68a	121,53a	105,31b	3,113**
CEB kcal/kg PMP/día	1900,80	1961,60	1879,50	62,37ns

Valores en la misma fila con letras distintas son diferentes ($P<0,05$)

El consumo de nutrimentos digeridos en conejos de engorde alimentados con dietas con incorporación de árnica se presenta en la Tabla 8. El consumo de proteína bruta digerible, hemicelulosa digerida y materia orgánica digerida no fue afectada ($P>0,05$); mientras los valores promedios para CFDND fue superior para la dieta con 18% de follaje de árnica. Se aprecia que el alto nivel de fibra para referida dieta afectó la digestibilidad y consumo de FDN en conejos de engorde.

Tabla 8. Consumo de nutrimentos digeridos en conejos en la etapa de engorde alimentados con dietas que incluyeron follaje de árnica.

Nutrimento Digerido	Dieta con 0% FTD		Dieta con 9% FTD		Dieta con 18% FTD		EEM
	n		n		n		
CMSD g/animal/día	8	60,51	8	63,93	9	58,38	3,573ns
CPD g/animal/día	8	11,48a	8	9,47ab	9	9,11b	1,100*
CFDND g/animal/día	7	8,58c	8	17,05b	7	34,85a	2,49**
CHEMDg/animal/día	7	13,85	7	14,16	7	11,59	3,28ns
CMOD g/animal/día	8	56,42	8	59,38	9	53,80	3,402ns
CED kcal/kg	8	277,73a	8	215,35b	8	260,07a	17,62**

Valores en la misma fila con letras distintas son diferentes ($P < 0,05$). CMSD= Consumo de materia seca digestible; CPD = Consumo de proteína digestible; CFDND = Consumo de fibra detergente neutro digestible; CHEMD = Consumo de hemicelulosa digestible; CMOD = Consumo de materia orgánica digestible; CED= Consumo de energía digestible

En la Tabla 9 se muestran valores de digestibilidad fecal de nutrientes de follaje de árnica estimados por diferencia. El valor observado para DMS se encuentra en el rango informado para follaje de leucaena (55,25), morera (48,33), naranjillo (47,27) y maní forrajero (51,43 %), determinados mediante el mismo método (Nieves *et al.*, 2008c). Mientras que el contenido de proteína digestible y energía digestible encontrado en este caso, fue cercano con respecto al reportado para esos follajes (149,7; 127,9; 124,9 y 139,0 g/kg y 2092; 2370; 1860 y 1960 kcal/kg de energía digestible, en el mismo orden). Los presentes hallazgos permiten demostrar que el follaje de árnica presenta un contenido elevado de nutrimentos digeridos, lo que faculta proponer su uso en la alimentación de conejos.

Los valores de energía y proteína digeridos en el follaje de árnica (Tabla 9) son inferiores a los informados por Deshmukh *et al.* (1993), quienes encontraron 2580 kcal/kg de energía digerida y 163,8 g/kg de proteína digerida para follaje de morera. Sin embargo, están dentro del rango

encontrado por Raharjo *et al.* (1986) para leguminosas arbóreas tropicales en conejos.

Maertens y De Groote (1981) reportaron 1980 kcal/kg de energía digestible y 116 g/kg de proteína digestible para harina de alfalfa (*Medicago sativa*). García *et al.* (1999) publicaron valores de 1325; 1459 y 1035 kcal/kg de energía digestible para cascarilla de girasol, hojas de olivo y paja de cebada tratada con NaOH, respectivamente. Estas referencias, basadas en la obtención de valor nutricional de ingredientes fibrosos ampliamente usados en formulación de dietas para conejos, permiten conseguir una indicación sobre promisorio valor nutritivo del follaje de árnica para esta especie animal.

En follaje de árnica la DMS, DPD y DMO fue elevada. Al respecto Nieves *et al.* (2006) publicó valores de digestibilidad ileal de follajes tropicales en conejos (DMS= 33,52; 46,38; 29,28; 33,97 y 26,49; DPB= 33,10; 29,69; 39,12; 38,02 y 34,35 y DMO= 30,98; 49,91; 27,52; 32,13 y 24,86 %, para follaje de leucaena, naranjillo, morera, maní forrajero y batata respectivamente). Referidas diferencias observadas en dichos estudios sustenta la idea que la digestión de las fracciones fibrosas se desarrolla en el ciego para el caso conejo.

Tabla 9. Digestibilidad fecal de nutrimentos y contenido de proteína y energía digestibles de follaje de árnica en conejos de engorde.

FRACCIÓN NUTRICIONAL	N	VALORES (X±DE)
Materia Seca (%)	9	53,80 ± 2,07
Energía Digestible (kcal/kg)	8	2139,45 ± 170,15
Proteína Digestible g/kg	9	109,6 ± 3,35
Materia Orgánica (%)	9	55,19 ± 2,49
Hemicelulosa (%)	7	39,18 ± 16,94

n= observaciones; X= media; DE= Desviación estándar

Los valores para rasgos de comportamiento productivo en conejos en la etapa de engorde se observan en la Tabla 10. Los parámetros peso inicial, peso final, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia fueron similares ($P>0,05$) entre tratamientos, lo que indica que el nivel de inclusión de FTD no afectó el comportamiento productivo de los conejos. Los valores, obtenidos para GDP y CA fueron semejantes a los publicados por Nieves *et al.* (2008b), quienes alimentaron gazapos de engorde con dietas que incluyeron 10 y 30 % de naranjillo (20,77 y 21,76 g/conejo/día respectivamente), e inferiores en conejos cebados con dietas que incorporaron follaje de leucaena en 10, 20 y 30 % (28,59; 30,70 y 29,17 g/conejo/día, en el mismo orden) y follaje de morera (26,16; 26,04 y 25,81 g/conejo/día, respectivamente).

Con base en el ritmo de crecimiento observado, es posible deducir que no hubo respuesta productiva desfavorable en conejos que recibieron FTD en dieta. Los valores para GDP del presente estudio son concordantes a los publicados por Nieves *et al.* (2008b) para dietas con follaje de naranjillo.

Tabla 10. Comportamiento productivo en conejos en engorde alimentados con dietas que incluyeron de follaje de árnica.

Parámetros Productivos	Dieta con 0% FTD	Dieta con 9% FTD	Dieta con 18% FTD	EEM
n	8	9	9	-
Peso Inicial (g/animal)	1.530,00	1.440,00	1.473,30	63,020ns
Peso Final (g/animal)	1.875,00	1.766,70	1.850,00	74,735ns
GDP (g/animal/día)	18,17	18,15	20,93	3,315ns
CA (g/g)	6,92	7,86	6,73	1,196ns

($P>0,05$)= ns; GDP= Ganancia Diaria de Peso; CA= Conversión alimenticia.

Fernández *et al.* (1998) y De Blas y Weisman (2003) publicaron valores para respuesta animal en conejos superiores en condiciones de países de climas templados con el uso de dietas convencionales. En condiciones tropicales se ha informado ritmo inferior de crecimiento, en comparación con los datos encontrados de la presente experiencia (Raharjo *et al.* 1986).

En la Tabla 11 se muestra el costo de alimentación y relación beneficio/costo con dietas que incorporaron follaje de árnica, en conejos de engorde. Se observa que los promedios para costo por concepto de alimentación fueron menores para las dietas con inclusión de 9 y 18 % FTD, valores con tendencia a disminuir en la misma proporción que se incrementó el nivel de incorporación del recurso estudiado; mientras que el beneficio y la relación beneficio/costo fue similar entre las tres dietas evaluadas.

Tabla 11. Costo de alimentación y relación beneficio/costo con dietas que contenían follaje de árnica en conejos de engorde.

Criterio Económico (Bs)	Dieta con 0% FTD	Dieta con 9% FTD	Dieta con 18% FTD	EEM
n	8	9	9	-
Beneficio	5,175	4,90	5,65	0,895ns
Costo	3,38a	3,11b	3,06b	0,099*
B/C	1,52	1,58	1,83	0,277ns

Valores en la misma fila con letras distintas son diferentes ($P < 0,05$); Bs.= Bolívares Fuertes; B/C= Relación Beneficio/Costo

Estos resultados son inferiores con respecto a los publicados por Nieves *et al.* (1999), quienes estudiaron el uso y la relación beneficio/costo (3,36; 3,26 y 3,03) de mezclas dietéticas en forma de harina con 10, 20 y 30% de soya y la suplementación con *Trichantera gigantea*. Es relevante destacar que en los últimos años en el país los costos por concepto de alimentación se han incrementado significativamente, producto de la inflación y otros elementos

económicos; mientras el valor de la carne en términos monetarios (Bs./kg de carne de conejo), no se ha incrementado al mismo ritmo que la inflación. Situación que explica el menor índice de relación beneficio/costo para T1, T2 y T3 en el presente estudio.

La relación beneficio/costo expresa el ingreso generado por cada unidad monetaria invertida en alimentación (por cada Bolívar se obtiene una ganancia de Bs. 0,52; 0,58 y 1,83 para T1, T2 y T3, en el mismo orden). Con base en la información mostrada es posible evidenciar disminución de costo con la utilización de follaje de árnica en dietas para conejos, información concordante, con lo informado por Nieves *et al.* (1999), Nieves *et al.* (2008b) y Maertens (1999) en los que se argumentan que en la medida que se utilizan follajes tropicales en dietas para conejos no se deteriora la relación beneficio/costo y el costo por concepto de alimentación tiende a disminuir.

Según se muestra en la Tabla 12 valores de peso vivo final, peso en canal, rendimiento en canal, peso de ciego y pH en contenido cecal en conejos en la etapa de engorde alimentados con dietas con inclusión de 0, 9 y 18 % de FTD. Se observa que la inclusión follaje de árnica en la dieta no efecto ($P>0,05$) el pH del contenido cecal y peso del ciego. Sin embargo, el peso del ciego tendió a disminuir cuando se incluyó follaje de árnica en la dieta, aunque no se detectaron diferencias estadísticas ($P>0,05$), lo que indica que no se generará limitación en consumo. De igual manera, los valores observados para pH de contenido cecal permiten sugerir un ligero incremento en el patrón de fermentación, cuando los conejos consumieron las dietas que incluían follaje de árnica. Al respecto, trabajos publicados por De Blas *et al.* (2002), sugieren que el nivel y tipo de fibra de la dieta influyen en la acumulación de digesta en el ciego a través de su efecto sobre la motilidad intestinal. El peso del contenido cecal alcanza valores mínimos para una concentración de un 38,7% de FND, y la acumulación de digesta en

el ciego influye negativamente en el consumo y, por tanto, en los rendimientos productivos del animal (García *et al.* 1993, Nicodemus *et al.* 1999, García *et al.* 2002).

Tabla 12. Peso vivo, peso en canal, rendimiento en canal, peso en ciego y pH contenido cecal en conejos en la etapa de engorde alimentados con dietas con inclusión de follaje de árnica.

Parámetros	Dieta con 0% FTD	Dieta con 9% FTD	Dieta con 18% FTD	EEM
n	7	8	8	-
Peso Vivo (g)	1.907,1	1.800,0	1.881,3	67,418ns
Peso Canal (g)	1.228,6	1.156,3	1.212,5	40,363ns
RC (%)	64,47	64,26	64,61	1,177ns
Peso de ciego (g)	109,17	100,45	95,98	8,02ns
pH en contenido cecal	6,50	6,33	6,47	0,137ns

(P>0,05)= ns; RC=rendimiento en canal

CONCLUSIONES

La digestibilidad de materia seca, proteína bruta, hemicelulosa y materia orgánica no fueron afectadas por la inclusión en de follaje de árnica en la dieta; sin embargo la mayor digestibilidad para fibra cruda y fibra detergente neutro se observó con 18 % de FTD en la dieta.

La digestibilidad de nutrimentos y la respuesta productiva observada en conejos alimentados con dietas con follaje de árnica permiten demostrar que poseen un aceptable valor nutricional para conejos de engorde.

El follaje de árnica en dietas para conejos cuenta con interesante potencial alimenticio, como recurso alternativo para ser utilizado como fuente proteica y fibrosa en la formulación de dietas para conejos en condiciones tropicales.

El consumo ajustado por peso metabólico de materia seca fue afectado favorablemente por la inclusión de 9% de FTD en la dieta; mientras que el mayor consumo de fibra cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido ocurrió en la dieta que incluyó 18 % FTD.

La inclusión de follaje de árnica en dietas no granuladas no afectó el pH y peso de ciego en conejos de engorde, aunque la tendencia fue concordante con la fisiología digestiva de la especie.

Es posible evidenciar la disminución de costo de producción con la utilización de follaje de árnica en dietas para conejos, sin afectar negativamente la relación beneficio-costos generada por concepto de alimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abdulrazak, S., Fujihara, T., Ondiek, J. y Ørskov, E. 2000. Nutritive evaluation of some Acacia tree leaves from Kenya. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 85: 89-98.
- Ahn, J. Elliott, R. y Norton, B. 1997. Oven drying improves the nutritional value of *Calliandra calothyrsus* and *Gliricidia sepium* as supplements for sheep given low. *J. Sci. Agric.*, 75: 503-510.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. *Official Methods of Analysis*. Arlington. 1230 pp.
- Arango, J. 1990. Evaluación de tres niveles de nacedero (*Trichanthera gigantea*) en ceba de conejos Nueva Zelanda. Tesis de Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 38 p.
- Bach, K. 2001. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. *Anim. Feed Sci. Technol.* 90, 3-20.
- Björnhag, G. 1972. Separation and delay contents in the rabbit colon. *Swed. J. of Agric. Res.* 2: 125-136.
- Botero, R. y Ruso, R. 1997. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. In: *3er Seminario de Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal*. Tejos, R., Zambrano, C., Camargo, M., Mancilla, L. y García W. (eds.). UNELLEZ, Barinas, 20-22 de febrero de 1997. pp. 49-63.
- Butler, L. y Bos, K. 1993. Analysis and characterization of tannins in fababeans, cereals and other seeds. A literature review. In: *Recentes advances of research in antinutritional factors in legume seeds:*

- proceedings of de Second International Workshop on 'Antinutritional Factors (ANFs) in Legume Seeds', Wageningen, The Netherlands, 1-3 December 1993.* Poel, A.F.B. van der, J. Huisman and H.S. Saini (Editors). EAAP Publication no. 70. Wageningen Pers. Netherlands. pp 81-90.
- Cairns, M. 1996. Study on Farmer Management of Wild Sunflowers (*Tithonia diversifolia*) short communication. ICRAF S E. Asian Regional Research Programme. p 45.
- Carabaño, R., García, J. y De Blas, C. 2001. Effect of fibre source on cell wall apparent ileal digestibility in rabbits. *Anim. Sci.* 72: 343-350.
- Carabaño, R., De Blas, C. y García, A. 2000. Recent advances in nitrogen nutrition in rabbits. *World Rabbit Sci.* 8: 15-28.
- Carabaño, R. y J. Piquer. 1998. The digestive system of the rabbit. En: *The nutrition of the rabbit.* CAB International. pp: 1-16.
- Carabaño, R., De Blas, C. y García, A. 1997. Necesidades de fibra en conejos. In: *XIII Curso de Especialización FEDNA.* Barcelona 6 y 7 de Noviembre. 16 p.
- Carabaño, R., Fraga, M., Santomá, G. y De Blas, C. 1988. Effect of diet on composition of caecal contents and on excretion and composition of soft and hard faeces. *J. Anim. Sci.* 66: 901-910.
- Cheeke P. 1987. Rabbit feeding and nutrition. Academic Press. Florida. pp 15 - 33.
- Cheeke P. 1971. Nutritional and physiological implication of saponins. A review. *Canadian Journal of Animal Science*, 51:621-623.

- Chiou, P., Yu, B. y Lin, C. 1994. Effect of different components of dietary fiber on the intestinal morphology of domestic rabbits. *Comp. Bioch. and Phys.* 108A: 629-638.
- D'Mello, J. 1995. Anti-nutricional substances in legumes seeds. In: *Tropical Legumes in Animal Nutrition*. D'Mello, J.P.F. and C. Devendra (Eds.). CAB International. U.K. pp 135-165.
- Deshmukh, S. Pathak, N., Takalikar, D. y Digraskar, S. 1993. Nutritional effect of mulberry (*Morus alba*) Leaves as sole ration of adult rabbits. *World Rabbit Sci.* 1(2):67-69
- De Blas, C. y Wiseman, J. 2003. *The Nutrition of the Rabbits*. CABI Publishing, London, UK. pp. 103-144.
- De Blas, C. y Carabaño, R. 1996. *World Rabbit Sci.* 4: 33.
- De Blas, C., García, J. y Carabaño, R. 2002. Avances en nutrición de Conejos. Revisión a las principales peculiaridades sistema digestivo de los conejos, que son responsables, entre otras causas, de la complejidad de esta producción. In: *XXVII Symposium de Cunicultura de ASESCU*. Boletín de Cunicultura N° 122. p 9.
- De Blas, C., García, J. y Carabaño, R. 1999. Role of fibre in rabbit diets. A review. *Ann. Zootech.* 48: 3-13.
- De Blas, C. y García R. 1993. Tamaño de partícula de los forrajes en la alimentación de vacas lecheras y conejos. Bases fisiológicas y recomendaciones. In: *IX Curso de Especialización FEDNA*. Barcelona, 8 y 9 de Noviembre de 1993. 17 p

- De Blas, C. 1992. The rol of the fiber in rabbit nutrition. J. Appl. Rabbit Res. 15: 1329-1343.
- De Blas, C., Villamide, M. y Carabaño, R. 1989. J. Applied Rab. Res. 12, 148.
- De Blas, J. 1989. Alimentación del conejo. Mundi prensa. Madrid. pp 15-28.
- De Blas, C., Santomá, G., Carabaño, R. y Fraga, M. 1986. Fiber and starch levels in fattening rabbits diets. J. Anim. Sci. 63: 1897-1904.
- Díaz, I. 1998. Evaluación de cuatro métodos (*fecal, ileal, in situ e in vitro*) para determinar digestibilidad del follaje de batata (*Ipomea batatas l*) en cerdos. Trabajo de grado de Mayster Scientiarum. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. 74p.
- Dihigo, L. 2005. Avance en los estudios de fisiología digestiva del conejo en cuba con el uso de fuentes de alimentos no tradicionales. Consideraciones fisiológicas. [Documento en línea]. En http://www.vpa.ula.ve/eventos/viii_encuentro_monogasticos/curso_alimentacion_no_convencional/conferencia-3.pdf [Consulta: Agosto 06, 2008].
- Ensiminger, M. y Olentime, C. 1983. Alimentos y Nutrición de los Animales. 1era Ed. El Ateneo. Buenos Aires. pp 559-576.
- Escalona, B., Rocha, R. García, J., Carabaño, R. y De Blas, C. 1999. Characterization of *in situ* fibre digestion of several fibrous feedstuffs. Anim. Sci. 68: 217-221.
- Fraga, M., Pérez De A., Carabaño, R. y De Blas, C 1991. Effect of type of fiber on the rate of passage and on the contribution of soft faeces to nutrient intake of fattening rabbits. J. Anim. Sci. 69: 1566-1574.

- García, A. 2006. Evaluación de forrajes tropicales en dietas para conejos de engorde. Tesis de Maestría. Universidad de Puerto Rico-Mayagüez. p. 102
- García, D., Ojeda, F. y Montejo, I. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). I Análisis cuantitativo de metabolitos secundarios. Pastos y Forrajes, 26(4): 335-346.
- García, J., Nicodemus, N., Carabaño, R. y De Blas, C. 2002. Effect of inclusion of deffated grape seed meal in the diet on digestion and performance of growing rabbits. J. Anim. Sci. 80: 162-170.
- García, J., Carabaño, R. y De Blas, C. 1999. Efecto de fuente de fibra sobre la digestibilidad de pared celular y tasa de pasaje en conejos. J. Anim. Sci. 77:898-905.
- García, J., Villamide, M. y De Blas, C. 1997. Energy, protein and fibre digestibility of soya bean hulls for rabbits World Rabbit Science 5: 111-113.
- García, G., Gálvez, J. y De Blas, C. 1993. Effect of substitution of sugarbeet pulp for barley in diets for finishing rabbits on growth performance and on energy and nitrogen efficiency. J. Anim. Sci. 71: 1823-1830.
- Gidenne, T., Pinheiro, V. Falcao, E. and Cunha, L. 2000. A comprehensive approach to the rabbit digestion: consequences of a reduction in dietary fibre supply. Livestock Production Science 64: 225-237.

- Gidenne, T. and Jehl, N. 1999. Réponse zootechnique du lapin en croissance face à une réduction de l'apport de fibres, dans des régimes riches en fibres digestibles. Proceedings of the eighth journées recherches cunicoles, 9-10 June, Paris (ed. J. M. Perez), pp. 109-113.
- Gidenne, T., Carabaño, R. García, J. y De Blas, C. 1998. Fibre digestion. En: The nutrition of the rabbit. Toulouse-Francia. pp: 69-88.
- Gidenne, T. 1993. Measurement of the rate pasaje in restricted fed rabbits: effect of dietary cell wall level on the transit time of different sizes. Livestock Research for Rural Development 1 (1): 35-46.
- Gidenne, T. 1992. Rate de passage of fibre particle of different size in rabbits: Effect on dietary lignin level. J. Appl. Rabbit Res. 15 : 1175-1182.
- Gidenne, T. 1990. VI Journées des Recherches sur l'alimentation et la Nutrition des herbivores. Paris. p 29.
- Gómez-Conde, M., Chamorro, S., Nicodemus, N., De Blas, C., García, J. y Carabaño, R. 2004. En: Actas del XXIX Simposium de Cunicultura. Lugo. pp. 157-163.
- González, C. Díaz, I., y Vecchionacce, H. 2000. Cambios de paradigma en la investigación con cerdos para enfrentar los nuevos retos de la producción. In: *X Congreso Venezolano de Zootecnia*, Guanare, Noviembre, 2000. Versión electrónica. p 13.
- González, W. 1990. Alimentación Animal. 1era Ed. Universidad del Zulia Maracaibo - Venezuela. pp 128-129

Gonzalvo, S., Nieves, D., Ly, J., Macías, M., Carón, M. y Martínez, V. 2001. Algunos aspectos de valor nutritivo de alimentos venezolanos destinados a animales monogástricos. [Documento en línea]. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/2/cont132.htm>. [Consulta: julio 02, 2008]

Gujarati, D. 1992. *Econometría*. McGraw-Hill. 2da edición. Naucalpan, México. pp 499 – 566.

Hörnricke, H. y Björnhag, G. 1980. Coprophagy and related strategies for digesta utilization. In: *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. MTP Press, Lancaster, pp: 707-730.

Hoover, W. H. and Heitman, R. N. 1992. Effects of dietary fiber levels on weight gain, cecal volumen and volatile fattyacid production in rabbits. University of Maine; *Journal of nutrition* 102: 375 – 379.

Holdridge, L. 1979. *Ecología basada en zonas de vida*. IICA, San José. pp 13-14.

Huisman, J. y Tolman, G. 1992. Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Garnsworthy, P.C., H. Haresing and D.J.A. Cole (Eds.). Butterworth Heinemann. U.K. pp 3-31.

Jansman, A. 1993. Tannins in feed feedstuffs for simple-stomached animals. *Nutrition Research Reviews*, 6:209-236.

Jiménez, N. y Pérez, J. 2008. Uso de Follaje Fresco de Árnica (*Tithonia diversifolia*) en la Alimentación de Conejos de Engorde. Trabajo de Aplicación de Conocimientos. Universidad Ezequiel Zamora, Guanare. pp 9-10.

- Kumar, R. y D'Mello, J. 1995. Anti-nutritional factors in forage legumes. In: *Tropical Legumes in Animal Nutrition*. D'Mello, J.P.F. and C. Devendra (Eds.). CAB International. U.K. pp 95-133.
- Lang, J. 1981. The Nutrition of the Commercial Rabbit. 1. Physiology, digestibility and nutrient requirements. *Nutrition Abstracts and Reviews*. 51: 197-225.
- Lannig, D., Zhu, X., Zhai, S. y Knight, K. 2000. Development of the antibody repertoire in rabbit: gut-associated lymphoid tissue, microbes and selection. *Inmun. Rev.* 175: 214-228.
- Lara B. y Lara, P. 1998. Utilización de hojas de morera (*Morus alba*) en la producción de carne de conejo. (Memorias) In: *IX Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario*, ITA N° 2, Condal, Yucatán. p. 257
- Lebas, F., Gidenne, T. Pérez, J. y Licois, D. 1998. Nutrition and Pathology. En: *The nutrition of the rabbit*. Toulouse-Francia. pp: 197-213.
- Lebas, F., Lamboley, B. y Fortune-Lamothe, L. 1996. Effects of dietary energy level and origin (starch vs oil) on gross and fatty acid composition of rabbit milk. In: *Proceedings of the 6th World Rabbit Congress*. Lebas, F. (Ed). INRA, Toulouse, Vol 1: 223-226.
- Lukefahr, S. 2002. Opportunity for rabbit research and human development in the western hemisphere. 2do Congreso de Cunicultura de las Américas. La Habana, 19-22 de junio. pp. 1-4
- Lukefahr, S. y Cheeke, P. 1991. Rabbits Project development strategies in

subsistence farming systems. Editor D. S. Branckaert. World Animal Review (Revista Mundial de Zootecnia).- A quarterly Journal on Animal Health production and.- FAO, 69(4).

Ly, J. 2007a. Fisiología Digestiva del Cerdo (J. Ly y C. Lemus, editores). Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, p 136.

Ly, J. 2007b. Curso Pre-evento: Evaluación de nuevos recursos alimentarios para ganado porcino. La vía del "cómo hacer". In: IX Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. Montevideo, pp 29-34.

Ly, J. y Lemus, C. 2007. Las pruebas de digestibilidad en la evaluación de nuevos recursos alimentarios para cerdos. In: IX Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. Montevideo, pp 41-45.

Ly, J. 1999. Curso: Fisiología Nutricional del Cerdo. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, 1 y 2 de Julio. 145 p.

Maertens, L. 1999. Towards reduced feeding cost, dietary safety and minimal excretion in rabbits: A Review. World Rabbit Science. 7(2) 65-74

Maertens, L., DeGroot, G. 1981. L`energie digestible de la farine de luzerne determine par des essays de digestibilité avec les lapin de chair. Rev. del`agricultura, 34:79-92.

Makkar, H. 2003. Quantification of tannins in tree and shrub Foliage. Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, International Atomic Energy Agency. Vienna, Austria. pp 49-51

- Mederos, C., Ly, J. y Martínez, R. 1995. Metodología para la evaluación de alimentos para cerdos. Instituto de Investigaciones Porcinas. La Habana p. 77.
- Motta, W., Fraga, M. y Carabaño, R. 1996. Inclusion of grape pomace, in substitution for alfalfa hay, in diets for growing rabbits. Anim. Sci. 63: 167-174.
- Nash, D. 1976. Flora de Guatemala. Field Museum of Natural History. In: Fieldiana: Botany Vol 24, Part XII, pp. 323-325.
- Navarro, F. y Rodríguez, E. 1990. Estudio de algunos aspectos bromatológicos del Mirasol (*Tithonia diversifolia*) como posible alternativa de alimentación animal. Tesis Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima.

- Nicodemus, N., Carabaño, R., García, J., Méndez, J. y De Blas, C. 1999. Performance response of lactating and growing rabbits to dietary lignin content. *Anim. Feed Sci. Technol.* 80: 43-54.
- Nieves, D., Barajas, A., Delgado, G., González, C. y Ly J. 2008a. Digestibilidad fecal de nutrientes en dietas con forrajes tropicales en conejos. Comparación entre método directo e indirecto. *Bioagro* 20 (1): 67-72.
- Nieves, D., Terán, O., Vivas, M., Arciniegas, G., González, C. y Ly, J. 2008b. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. *Revista Científica, FCV-LUZ*, Vol. XIX, Nº 2, 173 – 180
- Nieves, D., Shargel, I., Terán, O. González, C., Silva, L. y Ly, J. 2008c. Estudios de procesos digestivos en conejos de engorde alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. Digestibilidad fecal. *Revista Científica, FCV-LUZ*, Vol. XVIII, Nº 3, 271 – 277
- Nieves, D. 2007. Potencial y perspectivas de la cunicultura en Venezuela y Latinoamérica (Memorias). In: *IX Encuentro de Nutrición y Producción en Animales Monogástricos*. Montevideo Noviembre, pp 77 - 80
- Nieves, D., Araque, H., Terán, O., Silva, L., González, C. y Uzcátegui, W. 2006. Digestibilidad de nutrientes del follaje de morera (*Morus alba*) en conejos de engorde. *Revista Científica, FCV-LUZ*, Vol. XVI, Nº 4, 364 – 370

- Nieves, D., Terán, O., Silva, L., González, C. 2002. Digestibilidad *in vivo* de nutrientes en dietas en forma de harina con niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* para conejos de engorde. Trabajo publicado en un suplemento especial de la Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de LUZ, Volumen XII.
- Nieves, D., López, D. y Cadena, D. 2001. Alimentación de conejos de engorde con dietas basadas en materias primas no convencionales y suplementación con *Thichantera gigantea*. Revista de Ciencia y Tecnología, volumen especial 2001: 60-66.
- Nieves, D. 1999. Alternativas para la producción de conejos en Venezuela. V Encuentro sobre Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. UCV. 29 y 30 de noviembre de 1999. Maracay, Venezuela. pp 17-25.
- Nieves, D., Morales, F. y Alvarado, M. 1999. Uso de *Trichanthera gigantea* y mezclas dietéticas en forma de harina en conejos de engorde. Revista de Facultad Veterinaria U.C.V. 40(4): 221-226.
- Nieves, D., Guerrero, H. y Hernández, W. 1997. Uso de ingredientes no convencionales en la alimentación de conejos de engorde. Revista de Ciencia y Tecnología, 15(1): 157-166.
- Nieves, D., Santana, L., Benaventa, J. y Urbina, J. 1995. Referencia de cinco forrajes verdes frescos en conejos (Resumen). *In* XI Jornadas técnicas de investigación Portuguesa – Venezuela. p.30.

- Nouel, G., Espejo, M., Sánchez, R. Hevia, P., Alvarado, H., Brea, A. Romero, Y. y Mejías G. 2003. Consumo y digestibilidad de bloques multinutricionales para conejos, compuesto por tres forrajes del semiárido comparadas con soya perenne. *Bioagro* 15(1): 23-30
- NRC. 1977. Nutrient Requirements of Domestic animals. Nutrient Requirements of Rabbits. 2nd rev. Ed. NAS y NRC, Washington DC. p. 14.
- Oropeza, M., Terán, O. Nieves, D. 2006. *Arachis pinto* en dietas para conejos de engorde. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 24(1): 87-92.
- Pascual, J., Cervera, C. y Fernández-Carmona, J. 2000. Comparison of different *in vitro* digestibility methods for nutritive evaluation of rabbits diets. *World Rabbits Science*. 8(2): 93-97.
- Patiño, A. 2006. Caracterización de producción de forrajes tropicales para alimentación de conejos. Universidad del Quindío - Facultad de Ciencias Agroindustriales Tecnología Agropecuaria. p. 26
- Pérez, R. 1997. Feeding pigs in the tropics. FAO Animal production and health paper 132. Roma. p 185.
- Perez, J., Cervera C., Falcao, E., Concha, L., Maertnes, L., Villamide, M. and Xiccato, G. 1995. European ring-test on *in vivo* determination of digestibility in rabbits: reproducibility of a reference method compared with individual laboratory procedures. *World Rabbit Science*. 3: 41-43.
- Pérez, R. 1992. La Alimentación de Conejos con énfasis en la Caña de Azúcar. (Resumen). In: *I Seminario Latinoamericano de Cunicultura*. UNELLEZ- Guanare. pp. 39-45.

- Philippe, F., Remience, V., Dourmad, J., Cabaraux, J., Vandenneede, M. y Nicks, B. 2008. Les fibres dans l'alimentation des truies gestantes : effets sur la nutrition, le comportement, les performances et les rejets dans l'environnement. *INRA Prod. Anim.*, 21 (3), 277-290
- Price, K. y Fewick, G. 1987. The chemistry and biological significance of saponins in foods and feedingstuffs. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 26:27-135
- Raharjo, C., Cheeke, P., Patton, N. and Supriyati, K. 1986. Evaluation of tropical forages and by- product feeds for rabbit production. 1. Nutrient digestibility and effect of heat treatment. *J. Appl. Rabbit Res.* 9, 56-66.
- Ramos, M., Carabaño, R. y Boisen, S. 1992. An *in vitro* method for estimating digestibility in rabbits. *Appl. Rabbit Res.* 15: 939-946
- Robinson, D., Prescott, J. and Lewis, D. 1985. The protein and energy nutrition of the bacon pigs. IV. Digestible energy values of cereals in pigs. *J. Anim. Sci.* 64 (1): 59-65. 1965.
- Rodríguez, E. 1990. Mirasol (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray). Posible alternativa forrajera no convencional para la alimentación animal en el trópico.
- Rosales, M. 1996. *In vitro* assessment of the nutritive value of mixtures of leaves from tropical fodder trees. Tesis de Doctorado D.Phil. Department of Plant Sciences, Oxford University, Oxford, UK. 214 p.

- Ríos, C. 1998. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. Conferencia electrónica de la FAO-CIPAV sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Artículo No. 14.
- Ríos, C. 1993. Efecto de la densidad de siembra y altura de corte sobre la producción de biomasa del botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, evaluada en cortes sucesivos. Investigación, validación y capacitación en Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Convenio CETEC - IMCA - CIPAV. Informe de avance. Cali. p 81 -83.
- Sales, J. y Janssens, G. 2003. Acid insoluble ash as marker in digestibility studies: a review. *J. of Anim. Feed Sci.* 12: 383-401.
- Samkol, P., Preston, T. y Ly, J. 2006. Effect of increasing offer level of water spinach (*Ipomoea aquatica*) on intake, growth and digestibility coefficients of rabbits. *Livestock Research for Rural Development* 18(2): Artículo 25.
- Sánchez, M. 2000. Morera un forraje excepcional disponible mundialmente. Estudio FAO Dirección de Producción y Sanidad Animal. Roma. pp. 1-15
- Santomá, De Blas, C., Carabaño, M., Fraga, M. 1989. The effects of different fats and their inclusion level in diets for growing rabbits. *Animal Production* 45: 291-300.

- Sarria, P. 1999. Forrajes arbóreos en la alimentación de monogástricos. (Memorias) In: *I Seminario Avances en la Agroforestería Pecuaria en el Departamento de Antioquia*, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. p 115.
- Savón, L. e Idania, S. 2007. Factores antinutricionales en recursos alimentarios tropicales para especies monogástricas (Memorias). In: *IX Encuentro de Nutrición y Producción en Animales Monogástricos*. Montevideo Noviembre, pp 93 - 97.
- Savón, L., Gutiérrez, O. y Ojeda, F. 2005. Harinas de follajes tropicales. Una alternativa potencial para la alimentación de especies monogástricas. *Pastos y Forrajes*, 28:69-77.
- Schurg, W., Frei, D., Cheeke, P. and Holtan, D. 1997. Utilization of whole corn plant pellets by horses and rabbits. *J. Anim. Sci.* 45, 1317-1321.
- Scull, I. 2004. Metodología para la determinación de taninos en forrajes de plantas tropicales con posibilidades de uso en la alimentación animal. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de La Habana. La Habana, pp 52.
- Terán, O. 2002. Digestibilidad *in vivo* de nutrientes en dietas con leucaena (*Leucaena leucocephala*) en conejos destetados. Tesis Ing. Prod. Anim. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ-Guanare.
- Valerio, S. 1994. Contenido de taninos y digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. *Agroforestería en las Américas*, 1(1): 10-13.
- Van, K., y Young, B. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44:282-287
- Van Soest, P. 1982 "Nutritional Ecology of the Ruminant" . O and Books. Inc. Corvallis. Oregon. p. 52.

- Van Soest, P. and Wine, R. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists* 50:50 – 54.
- Van Soest, P., Robertson, J. y Lewis, B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Villamide, M. 1996. Methods of energy evaluation of feed ingredients for rabbits and their accuracy. *Animal feed science and technology*, 57:211-223.
- Vogtmann, H., Pfirter, H. y Prabucki, A. 1975. A new method of determining metabolizability of energy and digestibility of fatty acids in broiler diets. *Brit. Poult. Sci.* 16: 531-534.
- Wanjau, S., Mukalama, J. y Thijssen, R. 1998. Transferencia de biomasa: Cosecha gratis de fertilizante. *Boletín de ILEIA.* p25.
- Wallace, R., Falconer, M. y Bhargava, P. 1989. Toxicity of volatile fatty acids at rumen pH prevents enrichment of *Escherichia coli* by sorbitol in rumen contents. *Current Microbiology* 19: 277-281.