

Partial substitution of commercial concentrate for *Azolla filiculoides* meal in the productive response of *Oryctolagus cuniculus*

Sustitución parcial del concentrado comercial por harina de *Azolla filiculoides* en la respuesta productiva de *Oryctolagus cuniculus*

Y. Méndez-Martínez¹, J.L. Ramírez², A.R. Álvarez¹, L. Leyva² and Y. Pérez²

¹Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Quevedo, Los Ríos, Ecuador

²Centro de Estudio de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad de Granma (UDG), Bayamo, Granma, Cuba

Email: ymendezmartinez@gmail.com

In order to evaluate the effect of partial substitution of commercial concentrate (CC) for *Azolla filiculoides* (HA) meal in rabbit productive indicators (*Oryctolagus cuniculus*), a completely randomized design was used with 48 animals of 35 days old and mean weight of 646.3 ± 9.5 g. This study was carried out in Río Cauto municipality, Granma province, Cuba. Four treatments were used, consisting of 0, 6, 12 and 18% substitution of balanced feed for Azolla meal. Each treatment consisted of three replications and these with four experimental units in a simple classification design. Azolla meal showed 20.74 and 19.34 % of crude protein and fiber, respectively, as well as an adequate amino acid composition, highlighting methionine and leucine values of 14 and 38 g/kg CP, respectively. DM, CP and EM intake was superior for the commercial concentrate with 6,849 g, 1,205 g and 849.98 MJ/kg of DM, respectively. For the increase of liveweight, the best values belonged to the control treatment and to 12% of HA inclusion, with 2,276.11 and 2,258.78g, respectively. Something similar occurred for total mean gain with 27.32 g for CC and 27.05 g for the 12% inclusion treatment. Azolla meal has a suitable chemical composition to be used in the feeding of rabbits. The inclusion of up to 12% of this meal in the ration for rabbits did not affect the productive indicators evaluated.

Key words: *feeding, composition, conversion, gain, weight*

Plant productivity is determined by a group of factors inherent to plant and external factors. The first group includes their biological characteristics and the second is composed by soil, climate and management (Herrera *et al.* 2017). These aspects are particularly important nowadays, due to the high price of raw materials for the production of concentrated foods and fertilizers (Friedrich 2014).

The search for alternative foods for animal production, aimed at the use of available natural resources, is an important aspect to be taken into account nowadays (Arorav and Singh 2003) and establishes one of the greatest challenges in finding protein sources of easy acquisition, able to cover nutritional needs of non-ruminant species at low costs. Among the possible alternatives are the aquatic macrophytes such as Azolla, with promising results (Narayan 2011). In general, these plants are present in the tropics and can be useful for the development of appropriate and profitable systems from the

Con el objetivo de evaluar el efecto de la sustitución parcial del concentrado comercial (CC) por la harina de *Azolla filiculoides* (HA) en indicadores productivos del conejo (*Oryctolagus cuniculus*), se utilizó un diseño completamente al azar con 48 animales de 35 días y peso promedio de 646.3± 9.5 g. El trabajo se realizó en el municipio de Río Cauto, provincia de Granma, Cuba. Se emplearon cuatro tratamientos que consistieron en: 0, 6, 12 y 18 % de sustitución del alimento balanceado por harina de Azolla, cada tratamiento constó con tres réplicas y estas con cuatro unidades experimentales en un diseño de clasificación simple. La harina de Azolla mostró por cientos de proteína bruta y fibra de 20.74 y 19.34, respectivamente así como adecuada composición aminoacídica, destacando valores de metionina y leucina de 14 y 38 g/kg de PB, respectivamente. El consumo de MS, PB y EM fue superior para el concentrado comercial con 6849 g, 1205 g y 849.98 MJ/kg de MS, respectivamente. Para el incremento de peso vivo los mejores valores se mostraron para el tratamiento control y el 12% de inclusión de la HA con 2276.11 y 2258.78g, respectivamente. Algo similar ocurrió para la ganancia media total con 27.32 g para el CC y 27.05g para el tratamiento del 12% de inclusión. La harina de Azolla posee una composición química adecuada para su utilización en la alimentación de conejos. La inclusión de hasta 12% de esta harina en la ración para conejos no afectó los indicadores productivos evaluados.

Palabras clave: *alimentación, composición, conversión, ganancia, peso*

La productividad de las plantas está determinada por un grupo de factores inherentes al vegetal y externos. En el primer grupo se encuentran sus características biológicas y en el segundo, el suelo, clima y manejo (Herrera *et al.* 2017). Estos aspectos cobran particular importancia en la actualidad, debido al elevado precio de las materias primas para la producción de alimentos concentrados y de los fertilizantes (Friedrich 2014).

La búsqueda de alimentos alternativos para la producción animal, dirigido a la utilización de los recursos naturales disponibles, constituye importante aspecto a tener en cuenta en la actualidad (Arorav and Singh 2003) y establece uno de los mayores desafíos para encontrar fuentes de proteínas de fácil adquisición, capaz de cubrir las necesidades nutritivas de las especies no rumiantes y que tengan bajo costo. Entre las posibles alternativas se encuentran las macrofitas acuáticas tales como la Azolla, con resultados prometedores (Narayan 2011). Por lo general, estas plantas son opciones que en el trópico se presenta para el desarrollo de sistemas apropiados y

environmental, economic and human point of view. In addition, the inclusion of this plant in the monogastric diet may have an important function, because it has between 17 and 18 % protein, low fiber content (34 % neutral detergent fiber - NDF) and around 90 % of dry matter digestibility (Buenaño *et al.* 2018).

On the other hand, rabbit production constitutes an important alternative for obtaining protein for human consumption, due to its high prolificacy, low generational interval and high meat yield, with low cholesterol content (Petracci and Cavani 2013). However, rabbit feeding faces several problems, among which the low availability of cheap inputs, as well as the high cost of commercial concentrated foods, which encourages the search for strategies based on the use of unconventional raw materials (Silva 2016).

Therefore, the objective of this study was to determine the chemical composition of *Azolla filiculoides* meal and to evaluate productive indicators in rabbits, by replacing part of the commercial concentrate with this plant in the diet.

Materials and methods

Location of the study area. The experiment was carried out between February and July, in Río Cauto municipality, Granma province, Cuba.

Cultivation of the Azolla and meal production (HA). For the production of Azolla, two pools, each with 7 m wide, 10 m long and 1.30 m deep, were installed and represented a total area of 140 m². In each pool, 200 g/m² of Azolla fresh material were planted and 65 kg of cow manure was deposited in different parts of each deposit. The harvest was manually carried out, with intervals of 7 days, once it was found that the entire surface of the pond was covered by a green biomass, characteristic of the cultivated species (Méndez *et al.* 2018a).

A 75 % of the plants was harvested and dried in the sun for 72 hours on polyethylene blankets, with a total surface area of 16 m² for drying. Around 6 or 7 flips were made from 7:00 a.m. up to 7:00 p.m. They were crushed using a hammer mill with 0.8 cm screen. The obtained material was packed in polyethylene bags and stored in a room at room temperature.

Commercial concentrate (CC). This was acquired in Fábrica de Piensos de Bayamo (certified), through the Empresa de Ganado Menor (EGAME, initials in Spanish) formulated for the feeding of rabbits and its chemical composition appears in table 1.

Experimental procedure. Forty eight Pardo cubano weaned male animals from Pardo cubano breed were selected. These animals were clinically healthy, with 38 ± 3 days of age and average initial weight of 646.6 ± 9.5g, and underwent 15 days of adaptation to the feeding change to avoid alterations due to stress they may suffer in this first stage. The experiment lasted 60 days.

rentables desde el punto de vista ambiental, económico y humano. Además, la incorporación de esta planta en la dieta de monogástricos puede desempeñar un papel muy importante, debido a que posee entre 17 y 18 % de proteína, bajos tenores de fibra (34 % de fibra detergente neutro - FDN) y alrededor de 90 % de digestibilidad de la materia seca (Buenaño *et al.* 2018).

Por otra parte, la producción de conejos constituye una importante alternativa para la obtención de proteína de consumo humano, debido a su alta prolificidad, bajo intervalo generacional y alto rendimiento de carne, con bajo contenido de colesterol (Petracci y Cavani 2013). Sin embargo, la alimentación de los conejos se enfrenta a diversas problemáticas, entre las que destaca la poca disponibilidad de insumos baratos, así como el alto costo de los alimentos concentrados comerciales, lo que alienta la búsqueda de estrategias basadas en el uso de materias primas no convencionales (Silva 2016).

Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar la composición química de la harina de *Azolla filiculoides* y evaluar los indicadores productivos en conejos, al sustituir en la dieta parte del concentrado comercial por esta planta.

Materiales y Métodos

Localización del área de estudio. El experimento se desarrolló entre los meses de febrero a julio, en el municipio Río Cauto, de la provincia de Granma, Cuba.

Cultivo de la Azolla y producción de la harina (HA). Para la producción de Azolla se habilitaron dos piscinas de 7 m de ancho por 10 m de largo y profundidad de 1.30m cada una y representaron un área total de 140 m². En cada piscina se plantaron 200 g/m² de material fresco Azolla y se depositaron 65 kg de estiércol vacuno en diferentes partes de cada depósito. La cosecha se realizó de forma manual, con intervalos de 7 días, una vez que se constató que toda la superficie del estanque estaba cubierta por una biomasa verde característica de la especie cultivada (Méndez *et al.* 2018a).

Se cosechó el 75 % de las plantas y se secaron al sol durante 72 horas sobre mantas de polietileno, contando con una superficie total para el secado de 16 m². Se realizaron entre 6-7 volteos desde las 7:00 a.m. hasta las 7:00 p.m. Se trituraron utilizando un molino de martillo con criba de 0.8 cm. El material obtenido se envasó en sacos de polietileno y almacenó en una habitación a temperatura ambiente.

Concentrado comercial (CC). Este se adquirió en la Fábrica de Piensos de Bayamo (certificado), a través de la Empresa de Ganado Menor (EGAME) formulado para la alimentación de conejos y su composición química aparece en la tabla 1.

Procedimiento experimental. Se seleccionaron 48 animales machos destetados de la raza Pardo cubano, clínicamente sanos, con 38 ± 3 días de edad y peso inicial promedio de 646.6 ± 9.5g, los cuales se sometieron a 15 días de adaptación al cambio de alimentación para evitar alteraciones por causa del estrés que pueden sufrir en

Table 1. Chemical composition of commercial concentrate expressed in percentage

Indicator	X
Dry matter	91.7
Crude protein	17.6
Crude fiber	12.8
Ca	1.32
P	0.76
Ash	5.8
Metabolizable energy (MJ/kg DM)	12.41

Treatments and experimental design. Nutrient balance of each treatment was carried out for the substitution of different levels of the commercial concentrate (0, 8, 12 and 18 %) for *Azolla filiculoides* meal. A completely randomized design was used, divided into four groups, with three replicates each and four animals as experimental units. Treatments were: T0, 100 % commercial concentrate; T1, 94 % of commercial concentrate and 6 of Azolla meal (94 % CC + 6 HA); T2, 88 % of commercial concentrate and 12 of Azolla meal (88 % CC + 12 HA) and T3, 82 % of commercial concentrate and 18 of Azolla meal (82 % CC + 18 HA).

Food management. Food supply was performed twice a day (8:30 a.m. and 5:00 p.m.). To this end, circular clay feeders with a diameter of 15 cm and a height of 7 cm were used. Calculations were made weekly to adjust food intake (HA and CC) in correspondence with 9 % of the live weight (Maertens and Villamide 1998), also complying with the intake regulations described by NRC (1990) (table 2).

esta primera etapa. El experimento duró 60 días.

Tratamientos y diseño experimental. Se realizó el balance de los nutrientes de cada tratamiento para la sustitución de diferentes niveles del concentrado comercial (0, 8, 12 y 18 %) por harina de *Azolla filiculoides*. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, divididos en cuatro grupos, con tres réplicas cada uno y cuatro animales como unidades experimentales. Los tratamientos fueron: T0, 100 % concentrado comercial; T1, 94% de concentrado comercial y 6 de harina de Azolla (94% CC+ 6 HA); T2: 88 % de concentrado comercial y 12 de harina de Azolla (88 % CC+ 12 HA) y T3, 82 % de concentrado comercial y 18 de harina de Azolla (82 % CC+ 18 HA).

Manejo de la alimentación. El suministro de alimentos se realizó dos veces al día (8:30 a.m y 5:00 p.m). Para ello se utilizaron comederos circulares de barro con 15 cm de diámetro y 7 cm de altura. Se realizaron cálculos semanalmente para ajustar el consumo de los alimentos (HA y CC) en correspondencia con el 9 % del peso vivo (Maertens y Villamide 1998), cumpliendo además con las

Table 2. Requirements of animals and contributions of experimental diets

	Treatments	CP (g)	CF (g)	Ca (g)	P (g)	ME (MJ/kg DM)
Contributions	T0	176.0	128.0	13.2	7.6	12.41
	T1	177.9	132.0	12.8	7.4	12.28
	T2	179.8	135.8	12.3	7.3	12.16
	T3	181.7	139.7	11.9	7.1	12.03
Requirements		160.0	140.0	8.00	6.00	10.37

Water was offered *ad libitum*, using circular clay containers with a dimension of 16 cm of inferior diameter, 13 cm of superior and 7 cm in height, with a capacity to store a volume of liquid equal to 800 mL \pm 200. They were daily washed and placed in the sun every two days to avoid pathogen proliferation.

Variables evaluated for Azolla meal. Dry matter (DM), crude protein (CP), fiber (CF), ether extract (EE), ash, nitrogen-free extract (NFE), Ca and P were determined, according to AOAC (2016), and metabolizable energy estimated regarding NRC (1990). In addition, amino

normas de consumo descritas por NRC (1990) (tabla 2).

El agua se ofreció *ad libitum*, utilizando recipientes de barro de forma circular con una dimensión de 16 cm de diámetro inferior, 13 cm de superior y 7 cm de altura, con capacidad para almacenar un volumen del líquido igual a 800 mL \pm 200, estos se lavaban diariamente y cada dos días se colocaban al sol para evitar la proliferación de agentes patógenos.

Variables evaluadas para la harina de Azolla. Se determinaron: materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra (FB), extracto etéreo (EE), cenizas, extracto libre de

acids like threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, lysine, histidine, arginine and tryptophan were quantified (Dewanji 1993). Each sample was analyzed in triplicate.

Indicators evaluated in animals. The experimental phase was 60 days long and the initial, partial and final live weight, average daily gain and food conversion were determined. The weighing of animals (0, 15, 30, 45 and 60 days) and of food was carried out from 8:00 am to 9:00 am, in scales with precision of 0.1 g. The productive indicators for this category were individually measured.

Mean gain was calculated by the difference between the final weight (FW) and the initial weight (IW) divided by the time according to: $MG = (FW - IW)/\text{time}$

The increase in daily weight was established by the formula: $DWI = FW - IW$

Food intake (FI) was calculated by the difference of the offer minus the rejection, weighed twice a day (7:00 am and 4:00 pm) according to: $FI = \text{Food supplied} - \text{Food rejected}$

Food efficiency (FE) referred to weight gain in relation to food consumed according to: $FE = \text{Weight gained}/\text{Intake}$.

Food conversion factor (FCF) was referred to as the food consumed in relation to weight gain, by: $FCF = \text{Food consumed} / \text{Weight gain}$

Statistical analysis. Data was processed by simple classification variance analysis with a significance level of $p < 0.05$. Kolmogorov-Smirnov test (Massey 1951) was used to verify data normality and the homogeneity of variances was determined by Bartlett (Bartlett 1937) test. The multiple comparison of adjusted means was performed by Duncan (1955) test.

Results

Results of the chemical composition of Azolla meal (table 3) showed high DM values, a component that guarantees that this plant in the form of meal can be conserved and stored for feeding rabbits. On the other hand, high CP content appears, with the presence of important amino acids for the species, as well as values of metabolizable energy and crude fiber.

The plant presented a good balance of essential amino acids, of great importance for the development and growth of the species under study, as well as coming from a cheaper source than the commercial concentrate.

Intake of dry matter and nutrients (CP, ME) showed differences among the evaluated treatments (table 4) for the concentrate and for the HA. For the specific case of DM, the highest intakes appear for treatments T1 and T2, without differences between them and with the rest. However, the highest intake for HA was shown by T3, where the highest inclusion percentage appears. For total CP intake, the highest value was presented by control treatment, with significant differences with

nitrógeno (ELN), Ca y P según AOAC (2016) y energía metabolizable estimada según NRC (1990). Además, se cuantificaron los aminoácidos: treonina, valina, metionina, isoleucina, leucina, lisina, histidina, arginina y triptofano (Dewanji 1993). Cada muestra se analizó por triplicado

Indicadores evaluados en los animales. La fase experimental tuvo 60 días de duración y se determinaron el peso vivo inicial, parcial y final, ganancia media diaria y conversión alimentaria. El pesaje de los animales (0, 15, 30, 45 y 60 días) y de los alimentos se realizó de 8:00 am a 9:00 am, en balanza con precisión de 0.1 g. Los indicadores productivos para esta categoría, se midieron de forma individual.

La ganancia media se calculó mediante la diferencia entre el peso final (PF) y el peso inicial (PI) dividido entre el tiempo según: $GM = (PF - PI)/\text{tiempo}$

El incremento en peso diario se estableció mediante la fórmula: $IPD = PF - PI$

El consumo de alimento (CA) se calculó mediante la diferencia de la oferta menos el rechazo, pesado dos veces al día (7:00 am y 4:00 pm) según: $CA = \text{Alimento suministrado} - \text{Alimento rechazado}$

La eficiencia alimentaria (EA) se refirió a la ganancia de peso en relación con el alimento consumido de acuerdo con: $EA = \text{Peso ganado}/\text{Consumo}$.

El factor de conversión alimentario (FCA) se refirió como el alimento consumido en relación con la ganancia de peso, mediante: $FCA = \text{Alimento consumido} / \text{Ganancia en peso}$

Análisis estadístico. Los datos se procesaron mediante análisis de varianza de clasificación simple con nivel de significación de $p < 0.05$. Para comprobar la normalidad de los datos, se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (Massey 1951) y para la homogeneidad de varianzas se utilizó la de Bartlett (Bartlett 1937). La comparación múltiple de las medias ajustadas se realizó mediante Duncan (1955).

Resultados

Los resultados de la composición química de la harina de Azolla (tabla 3) mostraron altos valores de MS, componente que garantiza que esta planta en forma de harina pueda conservarse y almacenarse para alimentar conejos. Por otra parte, aparece alto contenido de PB, con la presencia de aminoácidos importantes para la especie, así como valores de energía metabolizable y fibra bruta.

La planta presentó buen balance de aminoácidos esenciales, de gran importancia para el desarrollo y crecimiento de la especie en estudio, además de provenir de una fuente más barata que el concentrado comercial.

El consumo de materia seca y nutrientes (PB, EM), tanto para el concentrado como la HA, reflejó diferencias entre los tratamientos evaluados (tabla 4). Para el caso específico de la MS, los mayores consumos aparecen para los tratamientos T1 y T2, sin diferencias entre ellos y si con los restantes. Sin embargo, el mayor consumo para la HA lo mostró T3, donde aparece el porcentaje

Table 3. Chemical composition of *Azolla filiculoides* meal, expressed in percentage

Indicator	X
Dry matter	91.44
Crude protein	20.74
Ether Extract	2.95
Crude fiber	19.34
Ashes	29.8
NFE	18.6
Ca	0.6
P	0.5
Metabolizable energy (MJ/kg ME)	10.3
Amino acids	Values (g/kg of CP)
Threonine	23.0
Valine	31.4
Methionine	14.0
Isoleucine	24.0
Leucine	38.0
Lysine	26.5
Histidine	17.8
Arginine	23.0
Tryptophan	9.7

respect to the rest. Similar performance appears when evaluating only the concentrate. For the specific case of HA, the highest value appears for T3. When evaluating DM intake, similar results to those of crude protein were shown.

In weight increase as the experiment progressed, it

de inclusión más alto. Para el consumo total de la PB, el valor más alto lo presentó el tratamiento control, con diferencias significativas respecto a los restantes. Similar comportamiento aparece al evaluar solamente el concentrado. Para el caso específico de la HA el mayor valor aparece para T3. Al evaluar el consumo de la EM, se

Table 4. Intake of dry matter and nutrients (CP and ME) of commercial concentration (CC) and HA.

Treatments	DM g			CP g			ME (MJ/kg DM)		
	Total	CC	HA	Total	CC	HA	Total	CC	HA
T0	6849.16 ^b	6849.16 ^a	-	1205.45 ^a	1205.45 ^a	-	849.98 ^a	849.98 ^a	-
T1	6907.30 ^a	6480.43 ^b	426.86 ^c	1077.43 ^b	1072.12 ^b	5.31 ^c	758.61 ^b	755.97 ^b	2.64 ^c
T2	6948.70 ^a	6124.93 ^c	823.77 ^b	969.13 ^b	948.63 ^c	20.50 ^b	679.07 ^c	668.89 ^c	10.18 ^b
T3	6853.02 ^b	5630.07 ^d	1222.95 ^a	858.19 ^c	812.53 ^d	45.66 ^a	595.60 ^d	572.93 ^d	22.67 ^a
SE ±	0.78	0.60	0.59	0.26	0.29	1.07	0.72	0.85	2.41
P	0.001	0.01	0.001	0.01	0.002	0.01	0.001	0.001	0.01

^{abcd} Different letters in the same column indicate significant differences for ($p < 0.05$) according to Duncan (1955)

could be seen (table 5) that the initial weights showed no differences among them. However, after 15 days, the best results were presented by control and T2 treatment, with significant differences with respect to the other two. This performance was repeated at 30 and 45 days. When the final days of research were reached, substitution levels 0, 6 and 12 showed no differences among them, being T3 the one with the lowest value. The lowest weight of animals was always obtained in the treatment that consumed the highest amount of

mostraron resultados similares a los de la proteína bruta.

En el incremento de peso según avanzó el experimento, se pudo apreciar (tabla 5) que los pesos iniciales no mostraron diferencias entre ellos. Sin embargo, a los 15 días, los mayores resultados los presentó el tratamiento control y T2, con diferencias significativas respecto a los dos restantes. Este comportamiento se repitió a los 30 y a los 45 días. Cuando se alcanzaron los días finales de la investigación los niveles de sustitución 0, 6 y 12 no mostraron diferencias entre ellos, siendo T3 el de

Table 5. Performance of live weight (g) per treatments during 60 days of experiment

Treatments	Days				
	0	15	30	45	60
T0	636.80	1046.24 ^a	1608.31 ^a	1957.14 ^a	2276.11 ^a
T1	636.44	1023.62 ^b	1571.89 ^b	1851.95 ^b	2147.09 ^a
T2	635.78	1041.91 ^a	1616.70 ^a	1949.86 ^a	2258.78 ^a
T3	635.16	912.25 ^c	1382.40 ^c	1624.14 ^c	1844.80 ^b
SE±	5.46	6.69	9.48	6.94	10.68
P	0.001	0.01	0.003	0.01	0.1

^{abc}Different letters in the same column indicate significant differences for ($p < 0.05$) according to Duncan (1955)

Azolla meal.

Daily mean gain (DMG) showed its best results in the first 15 days of observation for control and T2 treatments. For the second evaluated stage, there were no differences between the zero level of inclusion and 12 % of HA. When evaluating the third stage, T0 and T2 treatments did not differ between them and, at 45-60 days, T0 and T3 treatments did not show significant differences between them. Throughout the studied stage, the highest percentage of the highest HA inclusion (T3) presented the lowest gains (table 6).

The increase of total weight (WG) at the end of the

menor valor. El menor peso de los animales siempre se obtuvo en el tratamiento que consumió mayor cantidad de harina de Azolla.

La ganancia media diaria (GMD) mostró sus mejores resultados en los primeros 15 días de observación para los tratamientos control y T2. Para la segunda etapa evaluada no se mostraron diferencias entre el nivel de inclusión cero y el 12 % de HA. Al evaluar la tercera etapa los tratamientos T0 y T2 no difirieron entre si y a los 45-60 días los tratamientos T0 y T2 no presentaron diferencias significativas entre ellos. En toda la etapa estudiada el mayor porcentaje de la mayor inclusión de

Table 6. Performance of daily mean gain (g) per treatments

Treatments	Days				Total MG
	0-15	15-30	30-45	45-60	
T0	27.30 ^a	37.47 ^{ab}	23.26 ^a	21.26 ^a	27.32 ^a
T1	25.81 ^b	36.55 ^b	18.67 ^b	19.68 ^b	25.18 ^b
T2	27.08 ^a	38.32 ^a	22.21 ^a	20.59 ^{ab}	27.05 ^a
T3	18.47 ^c	31.34 ^c	16.12 ^b	14.71 ^c	20.16 ^c
SE±	0.46	0.71	0.84	0.49	1.02
P	0.01	0.001	0.001	0.02	0.03

^{abc}Different letters in the same column indicate significant differences for ($p < 0.05$) according to Duncan (1955)

experiment showed the best results for control and T2 treatments, and the lowest for T3. For food conversion (FC), the aforementioned treatments showed no differences among them, while food efficiency (FE) showed the best results for the first three treatments, without significant differences among them. For the three evaluated variables, the lowest results were

la HA (T3) presentó las ganancias más bajas (tabla 6).

El incremento de peso total (IP) al concluir el experimento reflejó los mejores resultados para los tratamientos control y T2, y los más bajos para T3. Para la conversión alimentaria (CA) los tratamientos antes mencionados no mostraron diferencias entre ellos, mientras que la eficiencia alimentaria (EA) mostró los

Table 7. Weight gain, food conversion and efficiency per treatments

Treatment	WG (g)	CFC(kg/kg)	FE(g/g)
T0	1639.31 ^a	4.18 ^a	0.24 ^a
T1	1510.65 ^c	4.57 ^b	0.22 ^a
T2	1623.00 ^b	4.28 ^{ab}	0.23 ^a
T3	1209.64 ^d	5.67 ^c	0.18 ^b
SE ±	1.41	0.23	0.12
P	0.01	0.001	0.001

obtained in the treatment T3 with the highest HA content (table 7).

Discussion

The peculiarities of the digestive system of rabbits allow the use of food that, for other non-ruminant species, generate low productivity, as this species achieves profitable use of fibrous sources in the diet (Nieves *et al.* 2009b), due to fermentation in the caecum. In addition, the process of cecotrophy maximizes the use of food (Nieves *et al.* 2009a).

This research showed that Azolla meal, with a dry matter superior to 90 %, is a suitable food for rabbits, starting from its specific characteristics, fundamentally by fiber percentage, since this produces increase in the intake, to maintain the digestible energy intake (Caro and Dihigo 2012).

On the other hand, CP value was higher than 20 %, and fiber reached 29 %. It is important to note that Azolla is characterized by its richness in protein and ash, so it should be expected to be rich in fiber fractions, although it is not considered that the cell wall is lignified in the same way as in terrestrial plants, where it is necessary to have rigid support structures (Méndez *et al.* 2018a).

Other results in the consulted literature refer to values similar to those in this research, when Azolla plant was studied as an alternative feed for aquaculture (Méndez *et al.* 2018a). These authors reported 22 % content for this nutrient and noted that this value is in the range referred for this plant (Parashuramulu *et al.* 2013 and Bhaskaran and Kannapan 2015). These high CP contents are favored by plant mechanisms for fixing nitrogen and later include it into its biomass (Lumpkin and Plucknett 1982).

The contents of calcium and phosphorus are similar to those reported by Méndez *et al.* (2018a) when evaluating the Azolla plant as an alternative food for monogastric animals. These authors found values of 4.59 and 0.56 % for Ca and P, respectively, stating that the low phosphorus content found in this species explains the importance of supplementation with this element for an adequate plant growth (De Waha *et al.* 2001).

On the other hand, the results of the present study showed adequate contents of different amino acids, ratifying what was reported by Becerra *et al.* (1990) and Leng *et al.* (1995), by pointing out that Azolla has an appropriate amino acid balance, which facilitates its use for feeding fish, crustaceans and other species. Other studies reported the importance of amino acids for monogastric species, highlighting that methionine and lysine concentration in the ration should be adequate, since they intervene in the animal development, and, specifically, methionine below 14 %, can be the cause of growth delay (Garber 2006 and Ngugi *et al.* 2017).

mejores resultados para los tres primeros tratamientos, sin diferencias significativas entre sí. Para las tres variables evaluadas los menores resultados se obtuvieron en el tratamiento (T3) con el mayor contenido de HA (tabla 7).

Discusión

Las particularidades del sistema digestivo de los conejos permite la utilización de alimentos que, para otras especies no rumiantes, generan baja productividad, pues esta especie logra provechosa utilización de fuentes fibrosas en la dieta (Nieves *et al.* 2009b), debido a la fermentación en el ciego. Además, el proceso de cecotrofia maximiza el aprovechamiento del alimento (Nieves *et al.* 2009a).

Esta investigación demostró que la harina de Azolla con una materia seca superior a 90 %, es un alimento adecuado para el conejo, partiendo de sus características específicas, fundamentalmente por el por ciento de fibra, ya que esta produce incremento en el consumo, para mantener el consumo de energía digestible (Caro y Dihigo 2012).

Por otra parte, el valor de PB fue superior a 20 %, y la fibra alcanzó 29 %. Es importante desatacar que la Azolla se caracteriza por su riqueza en proteína y cenizas, por lo que se debe esperar que sea rica en fracciones de fibra, aunque no se considera que la pared celular esté lignificada de la misma manera que en las plantas terrestres, donde es necesario poseer estructuras rígidas de sostén (Méndez *et al.* 2018a)

Otros resultados en la literatura consultada refieren valores similares a los de esta investigación, cuando se estudió la planta Azolla como alimento alternativo para la acuicultura (Méndez *et al.* 2018a). Estos autores notificaron tenores de 22% para este nutriente y señalaron que este valor está en el rango referido para esta planta (Parashuramulu *et al.* 2013 y Bhaskaran y Kannapan 2015). Estos altos contenidos de PB están dados por los mecanismos que tiene el vegetal de fijar nitrógeno e incorporarlo posteriormente a su biomasa (Lumpkin y Plucknett 1982).

Los contenidos de calcio y fósforo son similares a los notificados por Méndez *et al.* (2018a) al evaluar la planta de Azolla como alimento alternativo para animales monogástricos. Estos autores encontraron valores de 4.59 y 0.56 % para el Ca y el P, respectivamente manifestando que el bajo contenido de fósforo encontrado en esta especie, explica la importancia de la suplementación con este elemento para el adecuado crecimiento de la planta (De Waha *et al.* 2001).

Por otro lado, los resultados del presente trabajo mostraron tenores adecuados de diferentes aminoácidos, ratificando lo notificado por Becerra *et al.* (1990) y Leng *et al.* (1995), al señalar que la Azolla presenta apropiado balance aminoacídico lo que posibilita su empleo en la alimentación de peces, crustáceos y otras especies. Otros estudios notificaron la importancia de los aminoácidos para las especies monogástricas, resaltando que la concentración de metionina y lisina en la ración debe ser adecuada, ya que estas intervienen en el desarrollo del animal, y específicamente la metionina por debajo

It is important to highlight that protein level of the plant under study is high, and a good quality in terms of amino acids, essential compounds in the monogastric diet. This is explained by the fact that this plant is mainly composed of metabolically active material, since it does not need to develop structural and support material (Adelakun *et al.* 2016).

Azolla is one of the most used aquatic plants for animal feeding. Different studies demonstrate the use of Azolla in animal rations, notifying that it decreases diet costs up to 40 % (Méndez *et al.* 2018a). Other studies mention that the inclusion of Azolla as a food in the diet reduces the cost of the ration by 25% without affecting the yield of species such as pigs, fish, birds and rabbits (Gangadhar *et al.* 2015 and Kollah *et al.* 2015), which justifies this research.

Results of this research, when evaluating productive indicators of *Oryctolagus cuniculus* species for 60 days, showed intake of DM, CP, and ME of Azolla, different in all the evaluated treatments, due, among other aspects, to the percentage of inclusion of CC and HA in the ration. Results in different monogastric species refer to favorable intake of this plant (Becerra *et al.* 1990). These authors express that there is no disadvantage in behavioral traits when the animals are supplied with up to a third of the diet in the form of Azolla, and more importantly, prepared in different ways. This may explain what happened in this study.

For CP and ME, there are differences in their intake, because the percentages of HA inclusion are different in the evaluated treatments. It should be noted that the contributions of CP by Azolla are high, starting from its chemical composition, where it reaches up to 20, 74 by 17.6 of CC, in addition to protein quality, factors that influence the intakes of these nutrients (Ponce de León 2003). To this is added that this plant maintains a symbiotic relationship with the cyanobacteria. This fact makes the Azolla tend to contain relatively high levels of N and be an attractive protein source for animal feed, not only for cattle and poultry, but also for other species (Ponce and Fitz 2004 and Méndez *et al.* 2018b).

When 12 % of HA was included in the diet, the weights were increased to 2,258.78g at 60 days, without differences with the control (table 5), which could be attributed, among other aspects, to the percentages of protein in the diet. Studies conducted in Cuba reported similar values to include *Agave tequilana* in the diet (Isert *et al.* 2016), referring that when these animals are fed with vegetable meals, they do not present digestive problems and productive indicators are increased (García *et al.* 2012).

Daily mean gains obtained in this research (table 6) are higher than those reported by other authors, by substituting up to 20 % of the commercial concentrate for legume meal (Caro and Dihigo 2012)

del 14 %, puede ser la causa del retardo en el crecimiento (Garber 2006 y Ngugi *et al.* 2017).

Es importante resaltar que el nivel proteico de la planta en estudio es alto y de calidad en términos de aminoácidos, compuestos indispensables en la dieta de monogástricos. Esto se explica por el hecho de que la planta se compone, fundamentalmente, de material metabólicamente activo, pues no necesita desarrollar material estructural y de soporte (Adelakun *et al.* 2016).

La Azolla es una de las plantas acuáticas ampliamente empleada en la alimentación animal. Diferentes estudios reflejan la utilización de la Azolla en las raciones para animales, notificando que esta disminuye los costos de las dietas hasta 40 % (Méndez *et al.* 2018a). Otros estudios refieren, que la incorporación de la Azolla como alimento en la dieta reduce el costo de la ración en 25% sin afectar el rendimiento de especies como los cerdos, peces, aves y conejos (Gangadhar *et al.* 2015 y Kollah *et al.* 2015) aspecto que justifica esta investigación.

Los resultados de la presente investigación al evaluar durante 60 días los indicadores productivo de la especie *Oryctolagus cuniculus* mostraron consumos de MS, PB, y EM de la Azolla diferentes en todos los tratamientos evaluados, dado entre otros aspectos por los porcentos de inclusión del CC y la HA en la ración. Resultados en diferentes especies monogástricas refieren consumos favorables de esta planta (Becerra *et al.* 1990). Estos autores expresan que no existe desventaja en los rasgos de comportamiento cuando se suministra a los animales hasta una tercera parte de la dieta en forma de Azolla, y lo que es más importante, preparada de distintas formas. Esto puede explicar lo ocurrido en este trabajo.

Para la PB y la EM, se aprecian diferencias en su consumo, debido a que los porcentos de inclusión de la HA son diferentes en los tratamientos evaluados. Destacar que los aportes de PB por la Azolla son altos, partiendo de su composición química, donde alcanza hasta 20, 74 por 17,6 del CC, además de la calidad de la proteína, factores que influyen en los consumos de estos nutrientes (Ponce de León 2003). A esto se añade que esta planta mantiene una relación simbiótica con la cyanobacteria. Este hecho hace que la Azolla tienda a contener niveles relativamente altos de N y ser una fuente proteica atrayente para la alimentación animal, no solamente del ganado y en la avicultura, sino también en otras especies (Ponce y Fitz, 2004 y Méndez *et al.* 2018b).

Al incluir en la dieta 12 % de HA se incrementaron los pesos hasta valores de 2 258.78g a los 60 días, sin diferencias con el control (tabla 5) lo que se pudiera atribuir, entre otros aspectos, a los porcentajes de proteína de la dieta. Trabajos realizados en Cuba, notificaron valores similares al incluir en la dieta el *Agave tequilana* (Isert *et al.* 2016), refiriendo que cuando estos animales son alimentados con harinas de vegetales no presentan problemas digestivos y se incrementan los indicadores productivos (García *et al.* 2012).

Las ganancias medias diarias obtenidas en esta

and by using sugarcane in the ration (Vázquez *et al.* 2016).

Another study reflected daily mean gains below those shown in this study (Ayorinde and Oluwatosin 2012). These authors found values close to 13 g, with the inclusion of forage diet *ad libitum* and restriction of the commercial concentrate. However, the CP and CF values of the diet were lower than those of this study, which could influence the results. This confirms the findings of Caro and Dihigo (2012), who stated that animal response can be affected by multiple factors. Therefore, animal growth can be influenced by diet quality, environmental conditions and aspects inherent in genetics.

It is important to note that, for the DMG, there are no differences between CC and 12 % of HA inclusion. This could be related to the composition of the diet for these treatments, as well as quality.

In the increase of total weight per treatment (table 7), it was possible to appreciate the differences of T0 and T2 with respect to the other treatments, which could be due to a better use of the diet, because of its composition (Macías and Usca 2017).

Food conversion is a practical measure to estimate efficiency with which animals use the ingested food for growth purposes (Caro and Dihigo 2012). In this study, food conversion demonstrated that the inclusion of 12 % of Azolla meal (table 7) did not decrease this indicator with respect to the control, determined, among other aspects, by intake and weight gain in this treatment. Results of Núñez *et al.* (2017) are inferior to those of this research, who reported values between 7 and 8 for rabbits of this category when using oat in the diet, which could influence these results.

Azolla meal has a suitable chemical composition to be used in the feeding of rabbits. The inclusion of up to 12 % of this meal in the ration for rabbits did not affect the evaluated productive indicators. Studies are needed to evaluate economic indicators and meat quality when using the inclusion of HA in the diet.

investigación (tabla 6) son superiores a las notificadas por otros autores, al sustituir hasta el 20% del concentrado comercial por harina de leguminosa (Caro y Dihigo 2012) y al emplear caña de azúcar en la ración (Vázquez *et al.* 2016).

Otro estudio reflejó ganancias medias diarias por debajo de las mostradas en este trabajo (Ayorinde y Oluwatosin 2012). Estos autores encontraron valores cercanos a los 13 g, al incluir en la dieta forraje *ad libitum* y restringir el concentrado comercial. Sin embargo, los valores de PB y FB de la dieta fueron más bajos que los de este trabajo, lo que pudo influir en los resultados. Esto corrobora lo planteado por Caro y Dihigo (2012) que la respuesta animal puede afectarse por múltiples factores. Por tanto, el crecimiento de los animales puede estar influenciado por la calidad de la dieta, condiciones ambientales y aspectos inherentes a la genética.

Es importante destacar que para la GMD no se aprecian diferencias entre el CC y el 12 % de inclusión de la HA. Esto pudo tener relación con la composición de la dieta para estos tratamientos, así como la calidad.

En el incremento de peso total por tratamiento (tabla 7) se pudo apreciar las diferencias de T0 y T2 con respecto a los restantes tratamientos, lo que pudo deberse al mejor aprovechamiento de la dieta, por la composición de esta (Macías y Usca 2017).

La conversión alimentaria es una medida práctica para estimar la eficiencia con que los animales utilizan el alimento ingerido para fines de crecimiento (Caro y Dihigo 2012). En este estudio la conversión alimentaria reflejó que la inclusión de 12 % de harina de Azolla (tabla 7) no disminuyó este indicador respecto al control, determinado entre otros aspectos por el consumo y la ganancia de peso en este tratamiento. Los resultados de Núñez *et al.* (2017) son inferiores a los de esta investigación, ellos notificaron valores entre 7 y 8 para conejos de esta categoría al emplear avena en la dieta, factor que pudo influir en estos resultados.

La harina de Azolla posee una composición química adecuada para utilizarse en la alimentación de conejos. La inclusión de hasta 12 % de esta harina en la ración para conejos, no afectó los indicadores productivos evaluados. Se precisan realizar estudios para evaluar los indicadores económicos y la calidad de la carne al emplear en la dieta la inclusión de la HA.

References

- Adelakun, K.M., Kehinde, A.S., Amali, R.P., Ogundiwin, D.I. & Omotayo, O.L. 2016. Nutritional & Phytochemical Quality of Some Tropical Aquatic Plants. *Poult. Fish Wildl Sci.* 4(2):1-4.
- AOAC, G. W. 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed., Rockville, MD: AOAC International, ISBN: 978-0-935584-87-5. Available: <http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>, [Consulted: December 5, 2018]
- Arorav, A. & Singh P.K. 2003. Comparison of biomass productivity and nitrogen fixing potential of *Azolla spp.* *Biomass Bioenergy.* 24 (3): 175-178.
- Ayorinde, O & Ayoola A. 2012. Concentrado restringido con la alimentación de forraje *ad libitum*: efectos sobre el comportamiento y rendimiento de la canal de conejos en crecimiento. *Revista Científica UDO Agrícola.* 12 (3): 668-674.
- Bartlett, M. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. In: *Proceedings of the Royal Society of London. Ser. A.* 160: 268-282.
- Becerra, M., Murgueitio, E., Reyes, G. & Preston, T. R. 1990. *Azolla filiculoides* as practical replacement for traditional protein

- supplements in diets for growing-finishing pigs based on sugar cane juice. *Livestock Research for Rural Development*. 2(2):24-29. Available: <http://www.lrrd.org/lrrd2/2/maricel.htm>. [Consulted: December 8, 2018].
- Bhaskaran, S.K. & Kannapan, P. 2015. Nutritional composition of four different species of Azolla. *European Journal of Experimental Biology*. 5:6-12.
- Buenaño, J., Nuñez, P., Barros, M., Rosero, M., Lozada, E., Guishca, C. & Zurita, H. 2018. Efecto de la inclusión de Azolla en la dieta de codornices japonesas sobre el consumo voluntario,igestibilidad aparente y producción de huevos. *Rev. Inv. Vet. Perú*. 29(1): 161-168.
- Caro, Y. & Dihigo L.2012. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas que incluían harina integral de Dólico y Mucuna. *Rev. Unell. Cienc. Tec.* 30: 29-35.
- De Waha, B.T., Diara, H.F., Watanabe, I., Berther, P. & Van Hove, C. 1991. Assessment and attempt to explain the high performance of Azolla in subdesertic tropics. *Plant and Soil*. 139: 145-149.
- Dewanji, A. 1993. Amino acid composition of leaf proteins extracted from some aquatic weeds. *J. Agric. Food Chem.* 41:1232. DOI 10.1007/s11356-015-5857-9.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple ranges and multiple F Test. *Biometrics* 11: 1-42.
- Friedrich, T. 2014. Production of animal origin feed. Current events and perspectives. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 48(1): 5-6, ISSN: 2079-3480.
- Gaber, M.M., 2006. Partial and complete replacement of fish meal by broad bean meal in feeds for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, L., fry. *Aquac. Res.* 37: 986-993.
- Gangadhar, B., Sridhar, N., Saurabh, S., Raghavendra, C.H., Hemaprasanth, KP., Raghunath, MR., Jayasankar, P. & González-Redondo, P. 2015. Effect of Azolla-incorporated diets on the growth and survival of Labeo fimbriatus during fry-to-fingerling rearing. *Cogent Food Agricult* 1:1055539.
- García, A., Córdova, L., Urpia, L., Méndez, R. & Malavé, A. 2012. Propiedades fisicoquímicas de la carne de conejos suplementados con *Gliricidia sepium* y fibra de *Elacis guineensis*. *Revista Científica UDO Agrícola*. 12(4):939-946.
- Herrera, R. S., Verdecia, D. M., Ramírez, J. L., García, M. & M. Cruz, Ana. 2017. Relación entre algunos factores climáticos y la composición química de *Tithonia diversifolia*. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 51(2):271-279.
- Iser, M., Martínez, Y., Valdiviá, M., Sánchez, D. & Rosales, M. 2016. Comportamiento productivo y características de la canal de conejos alimentados con harina de *Agave tequilana* REDVET 17(10):1-5. Available: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101016.html>. [Consulted: November 24, 2018].
- Kollah, B., Kumar, A., & Ranjan, S. 2015. Aquatic microphylla Azolla: a perspective paradigm for sustainable agriculture, environment and global climatic change. *Environ. Sci. Pollut. Res.* DOI 10.1007/s11356-015-5857-2
- Leng, R.A., Stambolie, J.H. & Bell, R. 1995. Duckweed a potential high protein feed resource for domestic animal and fish. *Livestock for Rural Development*. 7(1). Available: <http://www.lrrd.org/lrrd7/1/3.htm>. [Consulted: December 8, 2018].
- Lumpkin, T.A. & Plucknett, D.C. 1982. Azolla, botany, physiology and use grenature. *Economic Botany*. 34:1-11.
- Maertens. L. & Villamide. J. M. 1998. Feeding Systems for Intensive Production. Agricultural Research Centre-Ghent Rijksstation voor Kleinveeteelt, Burg. Van Gansberghelaan 92, 9820 Merelbeke, Belgium; Departamento de Producción Animal, Universidad Politecnica de Madrid, Spain.
- Macías, E. & Usca, J. 2017. Utilización de la harina de algarrobo (*Prosopis pallida*) en la alimentación de conejos en crecimiento, engorde. *Revista Ciencia UNEMI*. 10(22): 105-110.
- Massey, F. J. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association*. 68-78.
- Méndez, Y., Pérez, Y., Reyes, J. & Puente, V. 2018a. *Azolla sp.*, Un alimento de alto valor nutricional para la acuicultura. *Biociencia*. XX (1): 32-40.
- Méndez, Y., Verdecia, D.M., Pérez, Y., Torres, Y. & Pino, Y. 2018b. Efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento y composición química de la *Azolla filiculoides*. REDVET 19 (4):1-5. Available: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040418.html>. [Consulted: December 7, 2018].
- Narayan, D.S. 2011. Culture of Azolla and its efficacy in diet of Labeo rohita. *Aquaculture*. 310 (3-4): 376-379
- Ngugi, Ch., Okoth, E., Manyalac, J., Fitzsimmons, K., & Kimotho, A. 2017. Characterization of the nutritional quality of amaranth leaf protein concentrates and suitability of fish meal replacement in Nile tilapia feeds. *Aquaculture Reports* 5(1): 62-69.
- Nieves, D., Moncada, I., Terán, O., González, C., Silva, L. & Lykos, T. 2009a. Parámetros digestivos en conejos de engorde alimentados con dietas basadas en forrajes tropicales: digestibilidad ileal. *Bioagro (Venezuela)*. 21(1):33-40.
- Nieves, D., Terán, O., Vivas, M., Arciniegas, G., González, C. & Ly, J. 2009b. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. *Rev. Cient. (Venezuela)*. 19(2):173-180.
- Núñez, O., Lozada, E., Rosero, M., Cruz, E. & Aragadvay, R. 2017. Evaluación de avena hidropónica (*Arrhenatherium elatius*) en la alimentación de conejos en la etapa de engorde. *J. Selva Andina Anim. Sci.* 2017; 4(1):59-71.
- NRC. 1990. Nutrient Requirements of Rabbit. In: *El manual MERCK*, 7ma edición. For sustainable agriculture, environment and global climate change. *Environ Sci Pollut Res*.
- Lumpkin, T.A., & Plucknett, D.C. 1982. Azolla, botany, physiology and use grenature. *Economic Botany*. 34:1-11.
- Parashuramulu, S., Swain P.S. & Nagalakshmi, D. 2013. Protein fractionation and *in vitro* digestibility of Azolla in ruminants. *J. Anim. Feed. Res.* 3(3): 129-132.
- Petracci, M. & Cavani, C. 2013. Rabbit meat processing: historical perspective to future directions. *World Rabbit Science*. 21: 217-226
- Ponce de León, R. 2003. Utilización de bloques multinutricionales para conejos. *Rev ACPA*: 2 (24): 2-3
- Ponce, J. T. & Fitz, M. 2004. Azolla mexicana y Lemna sp. como alimentos suplementarios en el policultivo de juveniles de

- tilapia (*Oreochromis hornorum*) y carpa barrigona (*C. C. rubrofascus*) bajo condiciones semicontroladas: In: I Congreso Nacional de Acuicultura SEPESCA, Pachuca, Hidalgo. México.
- Silva, I. Evaluación nutricional de harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) en tres niveles de inclusión 10, 20 y 30% en dietas de conejos en las etapas de levante y engorde, en el municipio de Pacho; Provincia del Rionegro – Cundinamarca. Revista Tecnología y Productividad. Girardot, Regional Cundinamarca. 2(2): 99-107.
- Vázquez, Y., Valdivié, M., Berrios, I. & Sosa, E.2016. Sistemas de alimentación con forraje de *Morus alba* y tallo de caña de azúcar para conejos en ceba. REDVET (17) 12:1-5. Available: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121216.html>. [Consulted: November 28, 2018].

Received: February 18, 2019