

EFFECTO DE UN SUPLEMENTO CON HUMUS SOBRE EL CRECIMIENTO, DIGESTIBILIDAD Y EFICIENCIA NUTRICIONAL EN EL CARACOL *Helix aspersa* JUVENIL

EFFECT OF HUMUS SUPPLEMENT ON GROWTH, DIGESTIBILITY AND NUTRITIONAL EFFICIENCY OF JUVENILE *Helix aspersa* SNAIL

José Perea, Antón García, Raquel Acero, Francisco Peña y Gustavo Gómez

Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba. Campus Rabanales 14071. España.
(pa2pemuj@uco.es)

RESUMEN

El humus es importante en la dieta de *Helix aspersa* y de otras especies de caracoles comestibles aunque su contribución nutricional es poco conocida. En el presente trabajo se evalúa el efecto de un suplemento con humus sobre el crecimiento, eficiencia nutricional y digestibilidad del caracol *H. aspersa* durante la fase juvenil. El experimento se hizo en laboratorio usando un diseño completamente al azar con dos tratamientos (dietas) con diez repeticiones de veinte caracoles: dieta I, concentrado comercial para gallinas ponedoras; dieta II, concentrado comercial para gallinas ponedoras más un suplemento con humus comercial de lombriz. Cuando los caracoles juveniles *H. aspersa* crecen en presencia de humus lo consumen regularmente y aumentan la velocidad de crecimiento (478.71 ± 8.26 mg sin humus, dieta I; 912.21 ± 9.42 mg con humus, dieta II; $p \leq 0.01$). El humus también aumenta la disponibilidad de los nutrientes orgánicos de la dieta, mejorando la digestibilidad de la materia seca ($54.21 \pm 2.12\%$ sin humus, dieta I; $80.13 \pm 1.37\%$ con humus, dieta II; $p \leq 0.001$), energía bruta ($56.32 \pm 3.13\%$ sin humus, dieta I; $65.56 \pm 4.21\%$ con humus, dieta II; $p \leq 0.001$), proteína cruda ($63.14 \pm 3.41\%$ sin humus, dieta I; $74.56 \pm 2.82\%$ con humus; dieta II; $p \leq 0.01$), fibra detergente neutro ($56.68 \pm 4.84\%$ sin humus, dieta I; $66.64 \pm 3.21\%$ con humus, dieta II; $p \leq 0.01$) y fibra detergente ácido ($35.32 \pm 3.32\%$ sin humus, dieta I; $47.42 \pm 2.13\%$ con humus, dieta II; $p \leq 0.001$). Por tanto, se mejoró la razón de conversión alimenticia (1.12 ± 0.14 sin humus, dieta I; 0.78 ± 0.11 con humus, dieta II; $p \leq 0.01$) y la razón de eficiencia proteica (6.40 ± 0.09 sin humus, dieta I; 11.09 ± 0.15 con humus, dieta II; $p \leq 0.01$).

Palabras clave: *Helix aspersa*, crecimiento, digestibilidad, humus.

INTRODUCCIÓN

No hay dietas adecuadas para la cría comercial de caracoles terrestres porque se desconocen sus necesidades nutricionales y la contribución del humus que dificulta la identificación de sus

ABSTRACT

Humus is important in the diet of *Helix aspersa* and other species of edible snails although its nutritional contribution is not well known. In this study the effect of a humus supplement on the growth, nutritional efficiency and digestibility of the snail *H. aspersa* in its juvenile stage was evaluated. The experiment was done under laboratory conditions using a completely randomized design with two treatments (diets) with ten replications of 20 snails: Diet I, commercial concentrate for laying hens; Diet II, the same commercial concentrate plus a commercial humus supplement for earthworms. When *H. aspersa* juvenile snails grow in the presence of humus, they feed regularly on the supplement and grow significantly faster (478.71 ± 8.26 mg without humus, diet I; 912.21 ± 9.42 mg with humus, diet II; $p \leq 0.01$). Humus also increases the availability of the diet's organic nutrients, improving digestibility of dry matter ($54.21 \pm 2.12\%$ without humus, diet I; $80.13 \pm 1.37\%$ with humus, diet II; $p \leq 0.001$), raw energy ($56.32 \pm 3.13\%$ without humus, diet I; $65.56 \pm 4.21\%$ with humus, diet II; $p \leq 0.001$), crude protein ($63.14 \pm 3.41\%$ without humus, diet I; $74.56 \pm 2.82\%$ with humus; diet II; $p \leq 0.01$), neutral detergent fiber ($56.68 \pm 4.84\%$ without humus, diet I; $66.64 \pm 3.21\%$ with humus, diet II; $p \leq 0.01$) and acidic detergent fiber ($35.32 \pm 3.32\%$ without humus, diet I; $47.42 \pm 2.13\%$ with humus, diet II; $p \leq 0.001$). Therefore, the feed conversion ratio was improved (1.12 ± 0.14 without humus, diet I; 0.78 ± 0.11 with humus, diet II; $p \leq 0.01$) and the protein efficiency ratio (6.40 ± 0.09 without humus, diet I; 11.09 ± 0.15 with humus, diet II; $p \leq 0.01$).

Key words: *Helix aspersa*, growth, digestibility, humus.

INTRODUCTION

There are no adequate diets for the commercial rearing of land snails because their nutritional needs are not well known and the contribution of humus causes difficulty in the identification of their needs. According to D'Avila and Bessa (2005), *Subulina octona* grows at a lower rate when provided with humus, attributing this to its low nutritional

Recibido: Marzo, 2007. Aprobado: Diciembre, 2007.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 42: 165-171, 2008.

necesidades. Según D'Avila y Bessa (2005), *Subulina octona* crece a menor velocidad cuando dispone de humus y lo atribuyen a su bajo aporte nutricional en comparación con el pienso. Sin embargo, Gomot *et al.* (1989) en *Helix aspersa*, Jess y Marks (1989) en *H. aspersa* maxima y Hodasi (1995) en *Achatina fulica* observaron un aumento de la velocidad de crecimiento y del tamaño adulto cuando son criados con humus.

A pesar de que el humus es importante en la dieta de *H. aspersa* y de otras especies de caracoles comestibles, su contribución nutricional es poco conocida. El humus es una mezcla de composición heterogénea y variable, con un elevado contenido de carbohidratos estructurales, materia inorgánica, ácidos húmicos y microorganismos (Stevenson, 1994). Cuando *H. aspersa* es alimentado exclusivamente con humus detiene su crecimiento (Perea *et al.*, 2005); por tanto su aporte nutricional es escaso. Sólo se ha comprobado que sus ácidos húmicos aumentan la disponibilidad de calcio y de otros iones (Elmslie, 1998). Pero no se han evaluado otros aspectos básicos en su contribución nutricional, como su efecto sobre la disponibilidad de nutrientes orgánicos o sobre la eficiencia nutricional. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de un suplemento con humus sobre el crecimiento, eficiencia nutricional y digestibilidad del caracol *H. aspersa* durante la fase juvenil.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este experimento de laboratorio se tomó una muestra de 400 caracoles (3 ± 2 d; 4 ± 1 mm) distribuidos aleatoriamente en 20 grupos de 20 caracoles, desde 5000 caracoles *H. aspersa* nacidos en un laboratorio. Los caracoles fueron criados con iluminación artificial (fotoperiodo 14 h luz/10 h oscuridad) en recipientes de plástico traslúcido ($20.5 \times 20.5 \times 7.5$ cm). La humedad relativa (HR) y la temperatura fueron reguladas mediante ventilación y humidificación: en el día, la HR y la temperatura media fueron 63% y 25 °C; con la noche, 77% y 19 °C. En estas condiciones, los caracoles descansan en el día y desarrollan su actividad y se alimentan en la noche (García *et al.*, 2006).

El diseño experimental fue completamente al azar con dos tratamientos (dietas) y diez repeticiones: dieta I, concentrado comercial para gallinas ponedoras; dieta II, concentrado comercial para gallinas ponedoras más un suplemento con humus comercial de lombriz ofrecido en el mismo momento y en la misma cantidad que el concentrado, y en un comedero diferente. La alimentación fue *ad libitum*.

Los caracoles se pesaron al inicio del experimento y cada 15 d hasta los 45 d, al concluir la fase juvenil. Las excretas, el concentrado y el humus no consumido de los caracoles se recolectaron diariamente, almacenados individualmente a -20 °C y analizados cada 15 d sobre

contribución comparado a feed. However, Gomot *et al.* (1989) with *Helix aspersa*, Jess and Marks (1989), with *H. aspersa* maxima, and Hodasi (1995) with *Achatina fulica* observed an increase in growth rate and adult size when reared with humus.

Despite the importance of humus in the diet of *H. aspersa* and other species of edible land snails, its nutritional contribution is not well known. Humus is a mix of heterogeneous and variable composition with high content of structural carbohydrates, inorganic matter, humic acids and microorganisms (Stevenson, 1994). When *H. aspersa* is fed exclusively with humus, it stops growing (Perea *et al.*, 2005). Therefore, its nutritional contribution is scarce. It has been proven only that their humic acids increase availability of calcium and other ions (Elmslie, 1998). But no other basic aspects of its nutritional contribution, such as its effect on the availability of organic nutrients or on nutritional efficiency, have been evaluated. Therefore, the objective of this research was to evaluate the effect of a humus supplement on the growth, nutritional efficiency and digestibility of the snail *H. aspersa* during its juvenile stage.

MATERIALS AND METHODS

In this laboratory experiment, a sample of 400 snails (3 ± 2 d; 4 ± 1 mm) randomly distributed among 20 groups of 20 snails was taken from 5000 *H. aspersa* snails born in the laboratory. The snails were raised with artificial lighting (photoperiod of 14 h light/10 h dark) in translucent plastic containers ($20.5 \times 20.5 \times 7.5$ cm). Relative humidity (RH) and temperature were regulated by ventilation and humidifying: during the day the RH and mean temperature were 63% and 25 °C; at night, 77% and 19 °C. Under these conditions, the snails rest during the day and are active and feed at night (García *et al.*, 2006).

The experimental design was completely randomized with two treatments (diets) and ten replications: diet I, commercial concentrate for laying hens; diet II, commercial concentrate for layers plus commercial humus supplement for earthworms. The humus supplement was offered at the same time and in the same quantity as the concentrate but in a different feeding trough. The feeding was *ad libitum*.

The snails were weighed at the beginning of the experiment and every 15 d up to d 45, after concluding the juvenile stage. Snail feces and unconsumed humus concentrate were collected daily, stored individually at -20 °C and the mixture of this material collected over entire period was analyzed every 15 d. The analyzed variables were: dry matter (DM) of the concentrate, humus and feces were freeze dried to constant weight; crude protein (CP; $N \times 6.25$), ashes and lipids were analyzed following AOAC (1990); neutral detergent fiber (NDF) and acidic detergent fiber (ADF) were analyzed according to Van Soest *et al.* (1991); gross energy using a Parr 1271 pump calorimeter; calcium using

una mezcla de todo el periodo. Las variables analizadas fueron: materia seca (MS) del concentrado, humus y excretas mediante liofilización hasta peso constante; proteína cruda (PC; $N \times 6.25$), cenizas y lípidos según la AOAC (1990); fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) según Van Soest *et al.* (1991); energía bruta usando una bomba calorimétrica Parr 1271; calcio mediante espectrofotometría de absorción atómica; huminas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos del humus, según Schnitzer (1982).

Además se analizó peso vivo (PV; mg), tasa de mortalidad (%), ganancia de peso, razón de conversión alimenticia, razón de eficiencia proteica, consumo (mg MS), consumo relativo y digestibilidad de MS, proteína, energía, FDN y FDA:

- Ganancia de peso: peso final–peso inicial.
- Razón de conversión alimenticia (RC): $G^{-1} \times C$, donde G es la ganancia de peso y C el consumo de MS.
- Razón de eficiencia proteica (REP) calculada según Jauncey y Ross (1982): $G \times CP^{-1}$, donde G es la ganancia de peso y CP el consumo de proteína.
- Consumo relativo (% sobre el PV) se calculó cada 15 d empleando la media geométrica del PV (Refstie *et al.*, 2004): $100 \times (\text{consumo MS}) / [(\text{PV inicial} \times \text{PV final})^{0.5}]$.
- Digestibilidad de MS, proteína, energía, FDA y FDN se calcularon como: $100 \times [(F_1 - F_2) / F_1]$, donde F_1 es el consumo total del nutriente y F_2 el contenido total del nutriente en las excretas.

Se hizo análisis de varianza de los datos usando SPSS (versión 11.5) con los valores medios de cada grupo de caracoles como unidad experimental. Las diferencias significativas fueron establecidas mediante la prueba SNK ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química del concentrado y del humus se indican en el Cuadro 1. La evolución del PV entre los días 3 y 45 fue significativamente superior ($p \leq 0.01$) en los caracoles que recibieron humus (Figura 1). Los pesos finales oscilaron entre 523.8 mg en los caracoles sin suplemento y 958.4 mg con suplemento. El aumento del peso fue 478.71 mg para los caracoles alimentados sin humus y 912.21 mg para los caracoles con humus (Cuadro 2).

El suplemento con humus no modificó significativamente la tasa de mortalidad (Cuadro 2) y la supervivencia media fue 89.45%, similar a la reportada por García *et al.* (2006).

El consumo de MS durante el experimento (Figura 2) fue significativamente superior ($p \leq 0.01$) en los caracoles que recibieron suplemento (713.69 mg MS) respecto a los caracoles sin humus (539.50 mg MS). Además, el consumo de humus de la dieta II fue el 20% del consumo total de MS y fue regular durante todo el experimento (Figura 2).

atomic absorption spectrophotometry; humins, humic acids and fulvic acids from the humus were quantified following Schnitzer (1982).

Additionally, live weight (LW; mg), mortality rate (%), weight gain, feed conversion ratio (FCR), consumption (mg DM), relative consumption and digestibility of DM, protein, energy, NDF and ADF were analyzed:

- Weight gain: final weight–initial weight.
- Feed conversion ratio (FCR): $W^{-1} \times C$, where W is weight gain and C is DM consumption.
- Protein efficiency ratio (PER) calculated following Jauncey and Ross (1982): $W \times PC^{-1}$, where W is weight gain and PC is protein consumption.
- Relative consumption (% on LW) was calculated every 15 d using the LW geometric mean (Refstie *et al.*, 2004): $100 \times (\text{consumption DM}) / [(\text{initial LW} \times \text{final LW})^{0.5}]$.
- Digestibility of DM, protein, energy, ADF and NDF were calculated as $100 \times [(F_1 - F_2) / F_1]$, where F_1 is the total consumption of the nutrient and F_2 is the total nutrient content in feces.

Analysis of variance of the data was done using SPSS (version 11.5) with the mean value of each group of snails as the experimental unit. Significant differences were established using the SNK-test ($p \leq 0.05$).

RESULTS AND DISCUSSION

The chemical composition of the concentrate and of the humus is indicated in Table 1. The evolution of LW between d 3 and 45 was significantly higher ($p \leq 0.01$) in snails that received humus (Figure 1). The final weights ranged from 523.8 mg in snails without supplement to 958.4 mg in snails with supplement. The increase in weight was 478.71 mg for snails fed without humus and 912.21 mg for snails fed with humus (Table 2).

The supplement with humus did not significantly modify mortality rate (Table 2) or mean survival 89.45%, similar to the findings of García *et al.* (2006).

The consumption of DM during the experiment (Figure 2) was significantly higher ($p \leq 0.01$) for snails that received supplement (713.69 mg DM) than that for snails fed diets without humus (539.50 mg DM). In addition, consumption of humus from diet II was 20% of the total consumption of DM and it was regular during the entire experiment (Figure 2).

Although consumption of total DM was greater for snails with supplement (diet II), this relationship changes for LW. The humus supplement reduced ($p \leq 0.01$) voluntary consumption from 41.12% over LW (diet I) to 32.31% (diet II).

Cuadro 1. Composición química del concentrado y del humus ($\bar{x} \pm E.E.$; n=10).
Table 1. Chemical composition of concentrate and of humus ($\bar{x} \pm E.E.$; n=10).

Componentes	Concentrado	Humus
Materia seca (g kg ⁻¹)	926.9 ± 8.32	579.3 ± 7.71
En materia seca (kg ⁻¹)		
Materia orgánica (g)	692.6 ± 6.17	630.5 ± 5.85
Proteína cruda (g)	143.8 ± 4.91	23.3 ± 3.13
Lípidos (g)	30.5 ± 2.26	5.8 ± 0.81
Carbohidratos (g)	518.3 ± 9.58	101.7 ± 4.66
Fibra detergente ácido (g)	43.7 ± 5.41	66.15 ± 6.73
Fibra detergente neutro (g)	118.4 ± 9.16	93.95 ± 7.45
Huminas (g)	-	278.5 ± 8.68
Ácidos húmicos (g)	-	147.7 ± 6.39
Ácidos fúlvicos (g)	-	73.5 ± 4.72
Cenizas (g)	307.4 ± 5.62	369.5 ± 8.21
Ca (g)	103.1 ± 7.17	29.6 ± 4.61
Energía bruta (MJ)	9.115 ± 35.62	7.432 ± 44.71

Cuadro 2. Resultados de crecimiento, eficacia nutritiva, consumo y digestibilidad ($\bar{x} \pm E.E.$; n=10).
Table 2. Growth results, nutritional efficiency, consumption and digestibility ($\bar{x} \pm E.E.$; n=10).

	Dieta I	Dieta II	Probabilidad
Crecimiento (mg animal ⁻¹)			
Peso medio inicial	45.1 ± 1.7	46.2 ± 1.3	N.S.
Peso medio final	523.8 ± 12.23	958.4 ± 10.70	**
Ganancia de peso	478.71 ± 8.26	912.21 ± 9.42	**
Tasa de mortalidad (%)	13.50 ± 0.25%	9.60 ± 0.50%	N.S.
Eficacia nutritiva			
Razón de conversión alimenticia	1.12 ± 0.14	0.78 ± 0.11	*
Razón de eficiencia proteica	6.40 ± 0.09	11.09 ± 0.15	**
Consumo			
Consumo de MS (mg animal ⁻¹)	539.50 ± 18.57	713.69 ± 15.32	**
Consumo relativo (% sobre peso vivo)	41.12 ± 3.13	32.31 ± 2.26	*
Digestibilidad (%)			
Materia seca	54.21 ± 2.12	80.13 ± 1.37	**
Energía bruta	56.32 ± 3.13	65.56 ± 4.21	**
Proteína cruda	63.14 ± 3.41	74.56 ± 2.82	*
Fibra detergente neutro	56.68 ± 4.84	66.64 ± 3.21	*
Fibra detergente ácido	35.32 ± 3.32	47.42 ± 2.13	**

N.S. = no significativo; * = p<0.01; ** = p<0.001.

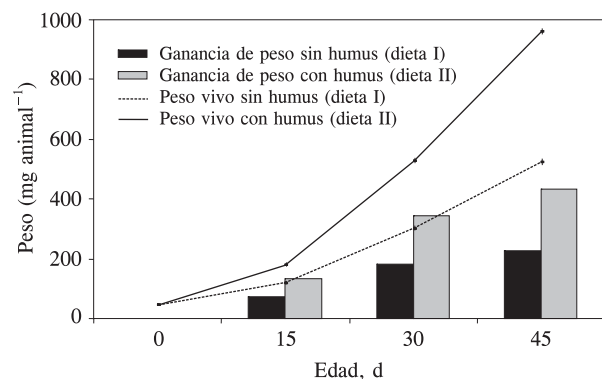


Figura 1. Evolución del peso vivo y ganancia de peso (mg animal⁻¹).
Figure 1. Evolution of live weight and weight gain (mg animal⁻¹).

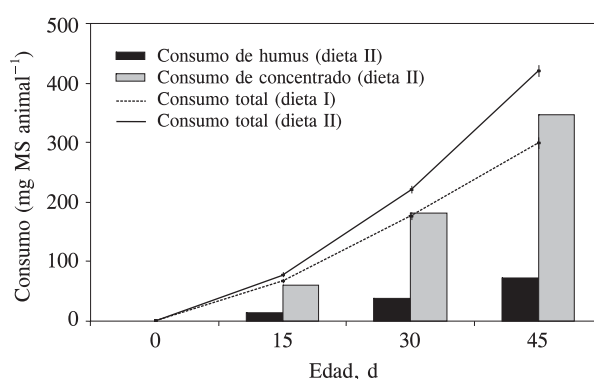


Figura 2. Evolución del consumo total y del concentrado (mg MS animal⁻¹).
Figure 2. Evolution of total consumption and of the concentrate (mg DM animal⁻¹).

Aunque el consumo de MS total fue superior en los caracoles con suplemento (dieta II), esta relación se modifica al referirlos respecto al PV. El suplemento con humus reduce ($p \leq 0.01$) el consumo voluntario de 41.12% sobre PV (dieta I) a 32.31% (dieta II).

El suplemento con humus también mejoró significativamente ($p \leq 0.01$) el aprovechamiento nutritivo en los caracoles; así, el humus incrementó la REP de 6.40 (dieta I) a 11.09 (dieta II) y disminuyó la RC de 1.17 (dieta I) a 0.81 (dieta II). En la Figura 3 se muestra que la evolución de la RC aumenta de forma similar, pero con la dieta II se superan los valores de la dieta I. Las RC son consistentes con las indicadas por Jess y Marks (1989) en caracoles *H. aspersa* maxima y la RC obtenida sin humus es similar a las observadas por Sanz Sampelayo *et al.* (1991) en *H. aspersa* maxima. Sin embargo, la REP en ausencia de humus fue superior a las reportadas por Soares *et al.* (2002) en *H. aspersa* maxima y Soares *et al.* (1999) en *Achatina fulica*, debido a posibles diferencias intrínsecas entre especies y a que usaron caracoles de más edad. Los caracoles usados en este experimento son más jóvenes (0 a 45 d), por lo que su tasa de crecimiento es mayor. El suplemento con humus mejoró ($p \leq 0.01$) la digestibilidad de la MS, energía, proteína cruda, FDN y FDA (Cuadro 2). Asimismo, los valores de la dieta I son similares a los reportados por Fonolla y Sanz (1984) para la digestibilidad de diferentes nutrientes en *H. aspersa*.

H. aspersa consumió el suplemento con humus de modo regular durante el experimento y aumentó la velocidad de crecimiento. Estos resultados confirman el efecto beneficioso del humus sobre el crecimiento de *H. aspersa* (Gomot *et al.*, 1989), *H. aspersa* maxima (Jess y Marks, 1989) y *A. fulica* (Hodasi, 1995), aunque son opuestos a los resultados de D'ávila y Bessa (2005) en *Subulina octona*.

Cuando *H. aspersa* es alimentado exclusivamente con humus detiene su crecimiento (Perea *et al.*, 2005), por lo que su contribución nutricional no depende de su valor nutritivo. De hecho, en el Cuadro 1 se observa que es un alimento de baja calidad donde predominan carbohidratos estructurales y materia inorgánica. La contribución nutricional del humus se relacionaba con la disponibilidad de nutrientes inorgánicos; así, Crowell (1973) y Gomot *et al.* (1989) indicaron que el humus actúa como una fuente de calcio e iones fácilmente asimilables. Pero Elmslie (1998) demostró que parte de su efecto se debe al complejo de ácidos húmicos que facilitan la absorción de nutrientes inorgánicos. No obstante, los suplementos con ácidos húmicos no consiguen reproducir el mismo efecto en el crecimiento de *H. aspersa* que los suplementos con humus (Elmslie,

The humus supplement also significantly improved ($p \leq 0.01$) nutritional efficiency in the snails; thus, humus increased PER from 6.40 (diet I) to 11.09 (diet II) and decreased FC from 1.17 (diet I) to 0.81 (diet II). Figure 3 shows the evolution of FC which increased in a similar manner; however, with diet II values exceeded those with diet I. The FCs are consistent with the findings of Jess and Marks (1989) for *H. aspersa* maxima snails and the FC obtained without humus is similar to those observed by Sanz Sampelayo *et al.* (1991) for *H. aspersa* maxima. However, in the absence of humus the PER was greater than in the findings of Soares *et al.* (2002) for *H. aspersa* maxima and Soares *et al.* (1990) for *Achatina fulica*, due to possible intrinsic differences among species and because older snails were used. The snails used in this experiment are younger (0 to 45 d); thus their growth rate is higher. The humus supplement improved ($p \leq 0.01$) DM digestibility, energy, crude protein, NDF and ADF (Table 2). Likewise, the values for diet I are similar to values reported by Fonolla and Sanz (1984) for digestibility of different nutrients in *H. aspersa*.

H. aspersa consumed the humus supplement in a regular manner during the experiment and its growth rate increased. These results confirm the beneficial effects of humus on the growth of *H. aspersa* (Gomot *et al.*, 1989), *H. aspersa* maxima (Jess and Marks, 1980) and *A. fulica* (Hodasi, 1995), even though D'ávila and Bessa (2005) for *Subulina Octona* reported opposing results.

When *H. aspersa* is fed exclusively with humus their growth stops (Perea *et al.*, 2005); hence, the nutritional contribution of humus does not depend on its nutritional value. In fact, Table 1 shows that it is a low quality feed predominated by structural carbohydrates and inorganic matter. The nutritional contribution of humus was related to the availability

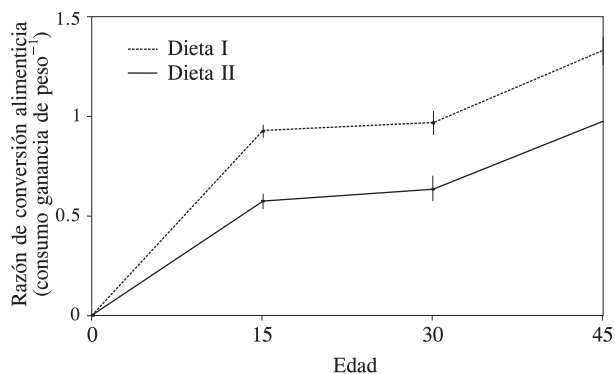


Figura 3. Evolución de la razón de conversión alimenticia (consumo ganancia de peso⁻¹).

Figure 3. Evolution of feed conversion ratio (consumption weight gain⁻¹).

1998; Perea *et al.*, 2005). Los resultados del presente estudio muestran que el humus también aumenta la disponibilidad de los nutrientes orgánicos de la dieta, mejorando su digestibilidad, por lo que aumenta la eficiencia nutritiva, tanto la razón de conversión alimenticia como la razón de eficiencia proteica.

Uno de los componentes más importantes del humus son sus microorganismos y enzimas de gran capacidad catalítica (Stevenson, 1994). Los microorganismos del humus desempeñan una función importante en la nutrición de otros invertebrados terrestres. Así, en milípedos y en lombrices constituyen la principal fuente de nutrientes y de proteínas (Pokarzhevskii *et al.*, 1997; Edwards y Fletcher, 1988; Byzov *et al.*, 1998). Mientras que en termitas o coleópteros contribuyen a la digestión del alimento con sus enzimas (Kukor *et al.*, 1988; Rouland *et al.*, 1991; Walker *et al.*, 1999).

En caracoles terrestres, el conocimiento sobre la contribución nutricional de los microorganismos del humus es escaso. Simkiss y Watkins (1990) demostraron que favorecen la absorción de nutrientes inorgánicos. Es posible que el aumento de la digestibilidad descrito en este experimento se deba a la acción de los microorganismos del humus en los componentes de la dieta. Al ser digeridos con el alimento deben aportar nutrientes fácilmente asimilables a la vez que liberan su equipo enzimático pero no hay evidencias experimentales que avalen esta hipótesis.

CONCLUSIONES

El humus aumenta la disponibilidad de los nutrientes de la dieta mejorando la capacidad digestiva de *H. aspersa*, posiblemente por la acción enzimática de los microorganismos presentes en el mismo. No obstante, es necesario confirmar la contribución nutricional de los microorganismos contenidos en el humus.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1990. *In: Helrich, W. (ed). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, vol. I. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. 923.03 y 960.39.*
- Byzov, B. A., A. V. Kurakov, E. B. Tretyakova, V. N. Thanh, N. Duc To Luu, and Y. M. Rabinovich. 1998. Principles of the digestion of microorganisms in the gut of soil millipedes: specify and possible mechanisms. *Appl. Soil Ecol.* 9: 145-151.
- Crowell, H. 1973. Laboratory study of calcium requirements of the brown garden snail, *Helix aspersa* Müller. *Proc. Malacological Soc. London* 40: 491-503.
- D'ávila, S., e E. C. Bessa. 2005. Influencia do substrato sobre o crescimento de *Subulina octona* (Brugüière) (Mollusca, Subulinidae), sob condições de laboratório. *Rev. Bras. Zool.* 22: 205-211.

of inorganic nutrients. Crowell (1973) and Gomot *et al.* (1989) stated that humus acts as a source of easily assimilated calcium and ions. However, Elmslie (1998) demonstrated that its effects are partly due to the humic acid complex which facilitates the absorption of inorganic nutrients. Nonetheless, the humic acid supplements did not reproduce the same effect on the growth of *H. aspersa* as in the case of humus supplements (Elmslie, 1998; Perea *et al.*, 2005). The results of this study show that humus also increases the availability of organic nutrients in the diet, improving its digestibility, thus increasing nutritional efficiency as well as feed conversion ratio and protein efficiency ratio.

One of the most important components of humus is its microorganisms and high catalytic capacity enzymes (Stevenson, 1994). The microorganisms in humus play an important role in the nutrition of other land invertebrates, such as millipedes and earthworms for which they constitute the principal source of nutrients and proteins (Pokarzhevskii *et al.*, 1998), while in termites or coleopterans the enzymes contribute to feed digestion (Kukor *et al.*, 1998; Rouland *et al.*, 1991; Walker *et al.*, 1990).

In land snails, there is little knowledge of the nutritional contribution of the microorganisms present in humus. Simkiss and Watkins (1990) demonstrated that these microorganisms favor the absorption of inorganic nutrients. It is possible that the increased digestibility described in this experiment is due to the action of humus microorganisms in the diet components. When digested with feed, they should provide easily assimilated nutrients, and at the same time release their enzymatic equipment, but there is no experimental evidence to confirm this hypothesis.

CONCLUSIONS

Humus increases the availability of nutrients in the diet thus improving the digestive capacity of *H. aspersa*, possibly by enzymatic actions of the microorganisms present. However, it is necessary to confirm the nutritional contribution of the microorganisms present in the humus.

—End of the English version—



- Edwards, C. A., and K. E. Fletcher. 1988. Interactions between earthworms and microorganisms in organic-matter breakdown. *Agric. Ecosystems and Environ.* 24: 235-247.
- Elmslie, L. J. 1998. Humic acid: a growth factor for *Helix aspersa* Müller (Gastropoda: Pulmonata). *J. Moll. Stud.* 64: 400-401.

- Fonollá, J., et M. R. Sanz. 1984. Etude de la capacité cellulolytique de l'escargot *Helix aspersa* nourri avec des rations semisynthétiques. Ann. Zootech. 33: 99-110.
- García, A., J. Perea, A. Mayoral, R. Acero, J. Martos, G. Gómez, and F. Peña. 2005. Laboratory rearing conditions for improved growth of juvenile *Helix aspersa* Müller snails. Lab. Anim. UK 40: 309-316.
- Gomot, A., L. Gomot, S. Boukraa, and S. Bruckert. 1989. Influence of soil on the growth of the land snail *Helix aspersa*. An experimental study of the absorption route for the stimulating factors. J. Moll. Stud. 55: 1-7.
- Hodasi, J. J. M. 1995. Effects of different types of food on the growth of *Achatina achatina*. Abstracts. Twelfth International Malacological Congress. Vigo, Spain. pp: 488-489.
- Jauncey, K., and B. Ross. 1982. A Guide to Tilapia Feeds and Feeding. Scotland, University of Stirling. pp: 111.
- Jess, S., and R. J. Marks. 1989. The interaction of diet and substrate on the growth of *Helix aspersa* (Müller) var maxima. Slug and Snails in World Agric. 41: 311-317.
- Kukor, J. J., D. P. Cowan, and M. M. Martín. 1988. The role of ingested fungal enzymes in cellulose digestion in the larvae of Cerambycid beetles. Physiol. Zool. 61: 364-371.
- Perea, J., A. García, R. Martín, R. Acero, A. Mayoral, and J. P. Avilez. 2005. Effect of organic substrate on growth and food conversion rate of *Helix aspersa* during the juvenile stage. In: Book of Abstracts of 57th Ann. Meeting of Eur. Assoc. Anim. Prod. Antalya, Turkey. pp: 157.
- Pokarzhevskii, A. D., D. P. Zaboyev, G. N. Ganin, and S. A. Gordienko. 1997. Amino acids in earthworms: are earthworms ecosystemivorous. Soil Biol. Biochem. 29: 559-567.
- Refstie, S., J. J. Olli, and H. Standal. 2004. Feed intake, growth and protein utilisation by post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in response to graded levels of fish protein hydrolysate in the diet. Aquaculture 239: 331-349.
- Rouland, C., F. Lenoir, and M. Lepage. 1991. The role of the symbiotic fungus in the digestive metabolism of several species of fungus-growing termites. Comp. Biochem. Physiol. Part B 91: 459-488.
- Schnitzer, M. 1982. Organic matter characterization. In: Page, A. L. (ed). Methods of Soil Analysis, Part 2. Agron. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI. pp: 581-594.
- Sanz Sampelayo, R., J. Fonollá, and F. Gil Extremera. 1991. Factors affecting the food intake, growth and protein utilization in the *Helix aspersa* snail. Protein content of the diet and animal age. Lab. Anim. UK 25: 291-298.
- Simkiss, K., and B. Watkins. 1990. The influence of gut microorganisms on zinc uptake in *Helix aspersa*. Environ. Pollut. 66: 263-271.
- Soares, C. M., C. Hayashi, M. Y. Nagae, W. R. Boscolo, e G. S. Gonçalves. 1999. Exigência de proteína para o caracol gigante (*Achatina fulica*) em fase de crescimento. Acta Scientiarum 21: 683-686.
- Soares, C. M., C. Hayashiand, e I. C. Cocito. 2002. Exigência de proteína para o escargot francês, *Helix aspersa* máxima em fase de crescimento. Rev. Bras. Zoot. 31: 835-841.
- Stevenson, F. J. 1994. Humus Chemistry Genesis Composition. John Wiley & Sons Editions. New York. pp: 443.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.
- Walker, A. J., D. M. Glen, and P. R. Shewry. 1999. Bacteria associated with the digestive system of the slug *Deroceras reticulatum* are not required for protein digestion. Soil Biol. Biochem. 31: 1387-1394.