

Effects of the alimentary restriction and living space in the intake and digestive transit of naked neck chickens in grazing

Efectos de la restricción alimentaria y el espacio vital en el consumo y tránsito digestivo de pollos cuello desnudo en pastoreo

Magdalena Herrera¹, Odilia Gutiérrez², J. Macías¹, Lourdes Savón², Alexandra Barrera¹ and A. Díaz³

¹Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

²Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guayaquil, Av. Kennedy y Delta, Guayaquil, Ecuador
Email: mallyhe55@hotmail.com

A total of 48 rustic naked neck chickens, without sexing, of T451N line, with 2.85 ± 0.99 kg of live weight and thirteen weeks of age were used to study the intake and the dynamics of transit of the diet components in three times of grazing (30, 60 and 90 min). They were distributed according to random block design, with a 4 x 2 factorial arrangement (treatments x living spaces). The treatments were: balanced with inclusion of 3 % of mulberry meal, with four restrictions (75, 50, 25 and 0 %) in two living spaces (10 and 15 m²/bird) and supplemented with 20g/bird of California red worm. The animals with 25 % restriction obtained higher weight gain and lower food intake in 15 m². The transit dynamics of the food registered total disappearance of the earthworms in the crop, after 60 min. There were significant effects between living space and time of filling in the digestive organs and their content. The crop and the gizzard had higher weight of the organ in 15 m²/ animal at 60 min. While, the crop increased its weight as the grazing time increased. The gizzard decreased at 90 min, when releasing the food towards the duodenum. The results suggest using 25% of food restriction in rustic Nana gene chickens, which graze in 15 m² for 60 min, supplemented with 20 g of earthworms, to obtain weight gains similar to the control and bigger gizzards.

Key words: *poultry farming, earthworms, grass, digestive system*

The developing countries have been concerned with solving problems of a social, economic, environmental and technological nature, which are caused by the high cost of ingredients used in commercial diets, the competition between humans and animals for these foods, as well as the low economic profitability of livestock farms with new feeding alternatives.

It is known that fibrous foods are an alternative food resource, since they contain high levels of protein with an adequate amino acid profile and high levels of vitamins and minerals compared to traditional raw materials. These foods can substitute or partially replace conventional sources of nutrients and energy, represented in grains of cereals, legumes and animal origin meals (Gadzirayi and Mupangwa 2014). From the economic point of view, these foods constitute an economically viable alternative for broilers, because they reduce the use of grains, the cost of meat and allow obtaining carcasses with less fat (Díaz *et al.* 2016).

Some forages have been used in the feeding of laying hens and broilers in stabulation and grazing (Sarmiento-Franco *et al.* 2002, Gadzirayi and Mupangwa 2014 and

Se utilizaron 48 pollos rústicos cuello desnudo, sin sexar, de la estirpe T451N, con 2.85 ± 0.99 kg de peso vivo y trece semanas de edad para estudiar el consumo y la dinámica de tránsito de los componentes de la dieta en tres tiempos de pastoreo (30, 60 y 90 min). Se distribuyeron según diseño de bloques al azar, con arreglo factorial 4 x 2 (tratamientos x espacios vitales). Los tratamientos fueron: balanceado con inclusión de 3 % de harina de morera, con cuatro restricciones (75, 50, 25 y 0 %) en dos espacios vitales (10 y 15 m²/ave) y suplementados con 20g/ave de lombriz roja Californiana. Los animales con 25 % de restricción obtuvieron mayor ganancia de peso y menor consumo de alimento en 15 m². La dinámica de tránsito del alimento registró desaparición total de las lombrices en el buche, después de 60 min. Hubo efectos significativos entre espacio vital y tiempo de llenado en los órganos digestivos y su contenido. El buche y la molleja tuvieron mayor peso del órgano en 15 m²/animal a los 60 min. Mientras, el buche incrementó su peso en la medida que aumentó el tiempo de pastoreo. La molleja lo disminuyó a los 90 min, al liberar el alimento hacia el duodeno. Los resultados sugieren utilizar 25 % de restricción del alimento en pollos rústicos gen Nana, que pastorean en 15 m² durante 60 min, suplementados con 20 g de lombrices, para obtener ganancias de peso similares al control y mollejas más grandes.

Palabras clave: *avicultura, lombrices, pasto, sistema digestivo*

Los países en vías de desarrollo se han preocupado por resolver problemas de índole social, económica, ambiental y tecnológica, que se suscitan por el alto costo de los ingredientes utilizados en las dietas comerciales, la competencia entre el hombre y los animales por estos alimentos, así como por la baja rentabilidad económica de las explotaciones pecuarias con nuevas alternativas de alimentación.

Se sabe que los alimentos fibrosos constituyen un recurso alimentario alternativo, pues contienen altos niveles de proteína con un perfil de aminoácidos adecuado y altos niveles de vitaminas y minerales en comparación con las materias primas tradicionales. Estos alimentos pueden sustituir o reemplazar, parcialmente, las fuentes convencionales de nutrientes y de energía, representadas en los granos de cereales, leguminosas y harinas de origen animal (Gadzirayi y Mupangwa 2014). Desde el punto de vista económico, esos alimentos constituyen una alternativa económicamente viable para pollos de engorde, porque reducen el uso de los granos, el costo de la carne y permiten obtener canales con menos grasa (Díaz *et al.* 2016).

Algunos forrajes se han utilizado en la alimentación de

Herrera and Díaz 2016). The naked neck chickens can be bred in grazing (10 m²/bird), fed with 3 % of *Morus alba* meal and 25 % of balanced restriction, without affecting the productive performance, carcass yield and digestive morphological-physiological indicators (Herrera 2014).

However, it is necessary to study food intake, speed and digestive transit dynamics, as well as the filling of organs from the gastrointestinal tract with the components of the diet in a restricted grazing feeding system, intended for naked neck broiler chickens, which is the objective of this research.

Materials and Methods

Location. The study was carried out in the experimental farm "La María", from the Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Quevedo, Los Ríos, Ecuador. This facility is located at 01° 06 'south latitude and 79° 29' west longitude, 75 m o.s.l, with an average temperature of 24.70 °C, relative humidity of 87 %, average rainfall per year of 2613 mm, annual heliophany of 886 h and clay loam soil.

Animals, design and experimental groups. A total of 48 rustic naked neck chickens, heterozygotes (Nana), without sexing, with 2.85 ± 0.99 kg of average live weight were used. They were distributed according to random block design, with a 4 x 2 factorial arrangement (four treatments, two living spaces). The treatments consisted of commercial food restriction levels (75, 50, 25 and 0 %) and two living spaces for grazing (10 and 15 m²/chicken). At the end of the experimental period, the transit dynamics of the diet components were measured at three times (30, 60 and 90 min). Six animals were slaughtered per treatment, two per time, immediately after leaving for grazing.

Diets and grass intake. The diet consisted of commercial concentrate, with the inclusion of 3 % of *Morus alba* meal, which was supplied to them immediately after they returned from grazing. The composition of the experimental diet (two stages) is showed in table 1. The grass they intake was 45 days old. Three grazing pens were used per treatment and 22 days of occupation per pen.

Grazing pens. The animals had access to the grazing area of *Stenotaphrum secundatum* (San Agustín grass) eight hours a day. The grass was fertilized with 35 kg of earthworm humus per hectare before starting the study. The additional supply of Californian red worm was 20 g, equivalent to 2.6 g of protein / DM.

Experimental procedure. The animals stayed in rustic facilities on the floor, with a 15 cm bed, formed by rice harvest residues. The sampling was performed during 63 d. The actual intake of the balanced was calculated by the difference between supply and intake. The animals were slaughtered by the incision method in the jugular vein (Sánchez 1990) and to

las gallinas ponedoras y pollos de engorde en estabulación y pastoreo (Sarmiento-Franco *et al.* 2002, Gadzirayi y Mupangwa 2014 y Herrera y Díaz 2016). Los pollos cuello desnudo se pueden criar en pastoreo (10 m²/ave), alimentados con 3 % de harina de *Morus alba* y 25 % de restricción del balanceado, sin afectar el comportamiento productivo, rendimiento de la canal e indicadores morfo-fisiológicos digestivos (Herrera 2014).

No obstante a lo anterior, es necesario estudiar el consumo de alimentos, la velocidad y la dinámica de tránsito digestivo, así como el llenado de órganos del tracto gastrointestinal con los componentes de la dieta en un sistema de alimentación restringido en pastoreo, destinado a pollos de ceba cuello desnudo, lo que constituye el objetivo de esta investigación.

Materiales y Métodos

Ubicación. El estudio se realizó en la granja experimental "La María", de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Esta instalación se halla ubicada a 01° 06 'de latitud sur y 79 ° 29' de longitud oeste, a 75 m sobre el nivel del mar, con temperatura promedio de 24.70 °C, humedad relativa de 87 %, precipitaciones promedio por año de 2613 mm, heliofanía anual de 886 h y suelo franco arcilloso.

Animales, diseño y grupos experimentales. Se utilizaron 48 pollos rústicos cuello desnudo, heterocigotos (Nana), sin sexar, con 2.85 ± 0.99 kg de peso vivo promedio. Se distribuyeron según diseño de bloques al azar, con arreglo factorial 4 x 2 (4 tratamientos, dos espacios vitales). Los tratamientos consistieron en niveles de restricción de alimento comercial (75, 50, 25 y 0 %) y dos espacios vitales para el pastoreo (10 y 15 m²/pollo). Al final del período experimental, se midió la dinámica de tránsito de los componentes de la dieta en tres tiempos (30, 60 y 90 min). Se faenaron seis animales por tratamiento, dos por tiempo, inmediatamente después de salir al pastoreo.

Diets y consumo de pasto. La dieta consistió en concentrado comercial, con la inclusión de 3 % de harina de *Morus alba*, que se les suministró inmediatamente después que regresaron del pastoreo. La composición de la dieta experimental (dos etapas) se presenta en la tabla 1. La hierba que consumieron tenía 45 d de edad. Se utilizaron tres corrales de pastoreo por tratamiento y 22 d de ocupación por corral.

Corrales de pastoreo. Los animales tuvieron acceso al área de pasto *Stenotaphrum secundatum* (hierba de San Agustín) ocho horas al día. El pasto se fertilizó con 35 kg de humus de lombriz por hectárea antes de iniciar el estudio. El suministro adicional de lombriz roja Californiana fue de 20 g, equivalente a 2,6 g de proteína/MS.

Procedimiento experimental. Los animales permanecieron en instalaciones rústicas en piso, con una cama de 15 cm, formada por residuos de cosecha de arroz. El muestreo se realizó durante 63 d. El consumo real del balanceado se calculó por diferencia entre oferta y lo consumido. Los animales se sacrificaron por el

determine the transit dynamics of the food through the digestive system, the dissection was carried out in six chickens/treatment at three times: 30, 60 and 90 min., immediately after grazing.

Statistical analysis. The data were analyzed with statistical software SAS (Statistical Analysis System), version 9.3 (SAS Institute Inc. 2013), to evaluate the descriptive statistics (mean and standard deviation) and the test of comparison of multiple ranges of Tukey (Tukey 1949), with the determination of the standard error (SE) and the probability value (P) in the analysis of variance (ANOVA), for $P \leq 0.05$.

método de incisión en la vena yugular (Sánchez 1990) y para determinar la dinámica de tránsito de los alimentos por el sistema digestivo se realizó la disección a seis pollos/tratamiento en tres tiempos: 30, 60 y 90 min., inmediatamente después del pastoreo.

Análisis estadístico. Los datos se analizaron con el software estadístico SAS (Statistical Analysis System), versión 9.3 (SAS Institute Inc. 2013), para evaluar los estadígrafos descriptivos (media y desviación estándar) y la prueba de comparación de promedios de múltiples rangos de Tukey (Tukey 1949), con la determinación del error estándar (EE) y el valor de probabilidad (P) en el

Table 1. Composition of balanced diet with 3% inclusion of mulberry leaves meal for naked neck chickens heterozygous, in the stages of growth (28-63 days of age) and final (63-91)

Ingredients	Stages	
	Growing (%)	Final (%)
Maize	54.22	50.38
Rice polishing	15.00	20.00
Mulberry meal	3.00	3.00
Fish meal	3.70	3.00
Soybean paste	19.00	17.00
Palm oil	1.50	3.25
Calico carbonate	1.20	1.00
Dicalcium phosphate	1.20	1.20
Na Cl	0.65	0.65
Mineral- vitamin premixture *	0.20	0.20
DL-Methionine	0.20	0.22
L-lysine	0.13	0.10
Chemical analysis		
Crude protein (%)	17.01	16.78
ME (MJ/kg)	12.00	12.34
Crude fiber (%)	3.83	3.86
E.E. (%)	3.09	3.19
Calcium (%)	0.96	0.90
Total phosphorus (%)	0.64	0.65

One kg of food contains: Vitamin supplement: Vitamin A (10000 UI), Vitamin D₃ (2000 UI), Vitamin E (10 mg), Vitamin K₃ (2 mg), Thiamine (1 mg)-B₁, Riboflavin (5 mg), Pyridoxine (2 mg)- B₆, Vitamin B₁₂ (15 mg), Nicotinic acid (125 mg), Calcium pantethonate (10 mg), Folic acid (0.25 mg), and Biotin (0.02 mg). Mineral supplement: Mineral selenium: Selenium(0.1 mg), Iron (40 mg), Copper (12 mg), Zinc (120 mg), Mg (100 mg), Iodine (2.5 mg) and Cobalt (0.75 mg).

Results and Discussion

In the case of living space; there were no differences in the total intake or in the accumulated weight gain when the restriction of the balanced food was 25 %, in relation to the control and the living spaces of 10 and 15 m₂; however, these indicators differed for the 50 and 75 % restrictions (table 2).

When the interaction between the factors restriction

análisis de varianza (ANOVA), para $P \leq 0.05$.

Resultados y Discusión

En el caso del espacio vital; no hubo diferencias en el consumo total ni en la ganancia de peso acumulada cuando la restricción del alimento balanceado fue del 25%, en relación con el control y los espacios vitales de 10 y 15 m²; sin embargo, estos indicadores difirieron para las restricciones de 50 y 75 % (tabla 2).

Table 2. Effect of living space, on the final intake (kg) and the accumulated live weight gain (ALWG) (kg), for the different levels of balance restriction

Indicators			Restriction levels, %			
			0	25	50	75
Living space	10 m ²	Intake	8.09 ^a	7.10 ^a	5.50 ^b	3.12 ^c
		ALWG	1.03 ^a	0.90 ^a	0.60 ^b	0.50 ^c
	15 m ²	Intake	8.07 ^a	7.03 ^a	5.35 ^a	2.95 ^b
		ALWG	0.95 ^a	0.91 ^a	0.69 ^b	0.59 ^b
SE ±	10 m ²	Intake	0.82	0.27	0.82	0.14
		ALWG	0.41	0.31	0.27	0.16
Probability	15 m ²	Intake	0.8687	0.0645	0.1861	0.0001
		ALWG	0.1325	0.9105	0.0208	0.0003

The statistical means with different superscripts indicate differences for $P \leq 0.05$ (Tukey).

levels and living spaces in the intake and body weight gain was analyzed, there were significant differences ($P < 0.05$) in 10 and 15 m².

The higher intake and weight gain was registered in the control group, which only coincided with the 25 % restriction in the space of 15 m². According to these results, chickens with high levels of food restriction did not reach the expected and demanded weight in the market, due to the fact that by limiting intake they did not cover their nutritional needs, so they could not express their productive potential.

Cuando se analizó la interacción entre los factores niveles de restricción y espacios vitales en el consumo y la ganancia de peso corporal se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en 10 y 15 m². El mayor consumo y ganancia de peso se registró en el grupo control, que solo coincidió con el 25 % de restricción en el espacio de 15 m². Según estos resultados, los pollos con niveles altos de restricción alimentaria no alcanzaron el peso esperado y exigido en el mercado, debido a que al limitar el consumo no cubrieron sus necesidades nutricionales, por lo que no pudieron

Table 3. Effect of balanced food restriction on total intake (kg) and accumulated live weight gain (ALWG) (kg)

Indicators			Restriction levels, %				SE ±	Probability
			0	25	50	75		
Living space	10 m ²	Intake	8.09 ^a	7.10 ^b	5.50 ^c	3.12 ^d	0.63	0.0001
		ALWG	1.03 ^a	0.900 ^b	0.602 ^c	0.500 ^d	0.26	0.0001
	15 m ²	Intake	8.07 ^a	7.03 ^b	5.35 ^c	2.95 ^d	0.57	0.0001
		ALWG	0.950 ^a	0.910 ^a	0.697 ^b	0.596 ^b	0.33	0.0001

The statistical means with different superscripts indicate differences for $P \leq 0.05$ (Tukey).

The effect of time to slaughter and digestive degradation dynamics, according to the living space of grazing in the crop and gizzard, are shown in table 4. There were significant differences in the filling of the crop ($P < 0.05$) in the two living spaces. The weight of this organ was increased by 15 m² to 60 min. Similar to 90 min. Regarding the content of grass and balanced and other grassland materials ingested by the chickens (small stones, pieces of wood), there was an increase from 60 min. A similar performance occurred at 90 min, regardless of the two living spaces. The earthworms disappeared after 60 min.

The filling of the gizzard, content of plus balanced grass and others was not significant ($P > 0.05$) in 10 m² for the food restriction levels or for the different slaughter times. However, the weight of this organ was increased by 15 m², 60 min, and decreased by 90 min,

expresar su potencial productivo.

El efecto del tiempo al sacrificio y la dinámica de degradación digestiva, según el espacio vital de pastoreo en el buche y la molleja, se muestran en la tabla 4. Se observaron diferencias significativas en el llenado del buche ($P < 0.05$) en los dos espacios vitales. El peso de este órgano se incrementó en 15 m² a 60 min., similar a los 90 min. En cuanto al contenido de pasto y balanceado y otros materiales del pastizal ingeridos por los pollos (pequeñas piedras, trozos de madera), hubo incremento a partir de 60 min. Un comportamiento similar ocurrió a los 90 min, independientemente de los dos espacios vitales. Las lombrices desaparecieron a partir de los 60 min.

El llenado de la molleja, contenido de pasto más balanceado y otros no fue significativo ($P > 0.05$) en 10 m² para los niveles de restricción del alimento ni para los diferentes tiempos de sacrificio. Sin embargo,

when it was released into the duodenum of the small intestine (table 4). It was shown that the animal in a larger space (15 m²) has access to more food, while the intake of other materials that peck in the grassland remains constant.

el peso de este órgano se incrementó en 15 m², 60 min, y disminuyó a los 90 min., al ser liberado al duodeno del intestino delgado (tabla 4). Se demostró que el animal en un espacio mayor (15 m²) tiene acceso a más cantidad de alimento, mientras que la ingestión de otros materiales

Tabla 4. Effect of slaughter, on filling the crop and gizzard; and the dynamics of digestive degradation according to the living space of grazing.

Living space	Organs and indicators	Slaughter time			SE ±	Probability	
		30 min	60 min	90 min			
10 m ²	Crop	Weight of the full organ , g	35.50 ^b	36.25 ^b	41.25 ^a	1.99	0.1397
		Earthworms , %	12.50 ^a	2.25 ^b	0.0	1.08	0.0001
		Grass and balanced, %	21.0 ^b	32.50 ^a	28.25 ^{ab}	1.98	0.0082
		Others, %	2.0 ^b	6.50 ^a	8.0 ^a	0.93	0.0035
15 m ²	Crop	Weight of the full organ, g	33.50 ^b	42.25 ^a	38.75 ^a	1.30	0.0033
		Earthworms, %	11.0 ^a	2.75 ^b	0.0	0.83	0.0001
		Grass and balanced, %	21.50 ^b	31.50 ^a	31.50 ^a	1.59	0.0021
		Others, %	1.0 ^b	8.0 ^a	7.25 ^a	0.98	0.0013
10 m ²	Gizzard	Weight of the full organ, g	55.50	56	51.50	1.89	0.2346
		Grass and balanced, %	50.0	49.75	45.75	2.18	0.3468
		Others, %	5.50	6.25	5.75	0.68	0.7353
15 m ²	Gizzard	Weight of the full organ, g	61.0 ^b	63.50 ^a	61.25 ^b	1.79	0.0050
		Grass and balanced, %	56.0	57.75	55.75	2.14	0.7779
		Others, %	5.0	5.75	5.50	0.62	0.6932

The statistical means with different superscripts indicate differences for $P \leq 0.05$ (Tukey).

The increase in accumulated body weight when rustic chickens have 15 m² of living space per animal is a very valuable result, to establish the living space of rustic broilers, in the backyard breeding systems, with low production costs, such as traditional farmers' systems. The intake was lower in the animals that grazed on 15 m² with 25 % restriction compared to animals that grazed on 10 m². This could be due that in a larger space they had the opportunity to select better quality foods, which resulted in a higher gain in body weight.

The results of this research coincided with Fanático (2007), who carried out a study with densities of grazing poultry and determined that there is great variability in the reports of living space, from 1.50-6.50 m².bird⁻¹, where the best productive indicators were obtained with the lowest density.

Moya *et al.* (2009), found that the intake of grass and insects in Mapuche chickens was high, in relation to the need to search food, in food shortage. This could coincide with the dietary restriction of the treatments. At the same time, they showed that the grazing of the poultry becomes more intense, when the grass is young.

The results coincided with Camacho *et al.* (2011), who found that the grazing system for birds minimizes food management and external dependence. This allows the animals to obtain a part of their food in the grassland

que picotean en el pastizal se mantiene constante.

El aumento de peso corporal acumulado cuando los pollos rústicos tienen 15 m² de espacio vital por animal, es resultado muy valioso, para establecer el espacio vital de los pollos de engorde rústicos, en los sistemas de cría en los patios traseros, con bajos costos de producción, tales como los sistemas tradicionales de los agricultores. El consumo fue menor en los animales que pastorearon en 15 m² con el 25 % de restricción en comparación con los animales en 10 m². Esto podría deberse a que en espacio más grande tuvieron la oportunidad de seleccionar alimentos de mejor calidad lo que se rewertió en una mayor ganancia de peso corporal.

Los resultados de esta investigación coincidieron con Fanático (2007), quien llevó a cabo un estudio con densidades de aves de corral en pastoreo y determinó que existe una gran variabilidad en los informes de espacio de vida, desde 1.50-6.50 m².ave⁻¹, donde los mejores indicadores productivos se obtuvieron con la menor densidad.

Moya *et al.* (2009), encontraron que el consumo de hierbas e insectos en los pollos Mapuches fue alta, en relación con la necesidad de búsqueda de alimentos, en situaciones de escasez. Esto podría coincidir con la restricción dietética de los tratamientos. Al mismo tiempo, mostraron que el pastoreo de las aves de corral se hace más intenso, cuando la hierba es joven.

Los resultados coincidieron con Camacho *et al.* (2011),

(Rodríguez 2017).

The similarity in the accumulated gain of body weight, between the food restriction to 25 % in the larger grazing area and the control could be due to the fact that the animals from the control group increased their energy input due to mobility in grazing, which reduces the amount of nutrients available to achieve higher weight gain. As a consequence, a result similar to that of the chickens that grazed with 25 % of the food restriction is produced, in the larger grazing area (15 m²), because they make a better grasses selection.

It is important to note the similarity in the filling of the crop at 60 and 90 minutes of the grazing animals that were located in 15 m² and the one that was reached at 90 minutes, in the animals that grazed in an area of 10 m² what seems correspond to the extension of the grazing area. The maximum content of grass and concentrate in the crop, like that of other ingested materials, such as small stones and pieces of wood reached at 60 minutes, infers the passage of intake towards the rear parts of the tract.

The easily degradable foods, such as earthworms, quickly disappeared, in the true stomach (proventriculus) and did not reach the gizzard. An increase in the gizzard weight was observed at 60 minutes on 15 m² and then decreased at 90 minutes when the food is released into the duodenum. The content and size of the gizzard can be explained by the higher digestive activity, to perform the mechanical degradation of the vegetable fiber.

The gizzard is the organ of crushing food in birds, because they lack teeth. This organ acts as a filter, since it retains or allows the passage of particles to the duodenum, depending on its physical characteristics (Mateos *et al.* 2006). According to, Martínez *et al.* (2010), the weight of this organ increases, due to its contribution to the grinding and degradation of fibrous foods, through its secretions and the mechanical action of its musculature. This also allowed pointing out that the intake of grazing animals is related to the restriction of the balanced supply, that is, to higher restriction, higher intake of grass plus balanced and others.

The result of the study of the food passage dynamics was similar to that reported by Bach-Knudsen (2001) and Savón (2005), who showed that soluble proteins are easily degraded by the action of pepsin and the hydrochloric acid from the proventriculus. For this reason, no earthworms were found in the dissection of the gizzard. The grass and the balanced ones increased with the time of permanence of the animals in the system because they had higher intake and the grass digestibility was lower. Pietsch (2014) stated that the degradation speed of the fiber is slow and its passage depends on the reduction of particle size in the gizzard. This produces the effect of filling that was found in

quienes encontraron que el sistema de pastoreo para las aves, minimiza la manipulación de los alimentos y la dependencia externa. Esto permite que los animales obtengan una parte de su alimento en el pastizal (Rodríguez 2017).

La similitud en la ganancia acumulada de peso corporal, entre la restricción de alimentos al 25 % en la mayor área de pastoreo y el control se podría deber, a que los animales del grupo control aumentaron su gasto de energía por la movilidad en pastoreo, lo que reduce la cantidad de nutrientes disponibles para alcanzar una mayor ganancia de peso. En consecuencia, se produce un resultado similar al de los pollos que pastaron con el 25% de la restricción de alimentos, en la mayor área de pastoreo (15 m²), porque pudieron realizar una mejor selección de pastos.

Es importante señalar la similitud en el llenado del buche a los 60 y 90 minutos de los animales en pastoreo que estaban ubicados en 15 m² y el que se alcanzó a los 90 minutos, en los animales que pastaban en un área de 10 m² lo que parece corresponderse con la extensión del área de pastoreo. El contenido máximo de pasto y concentrado en el buche, al igual que el de otros materiales ingeridos, tales como pequeñas piedras y trozos de madera alcanzado a los 60 minutos, infiere el paso de la ingesta hacia las partes posteriores del tracto.

Los alimentos fácilmente degradables, tales como las lombrices, desaparecieron rápidamente, en el estómago verdadero (proventrículo) y no llegaron a la molleja. Se observó incremento del peso de la molleja a los 60 minutos en 15 m² para luego disminuir a los 90 minutos cuando el alimento es liberado hacia el duodeno. El contenido y el tamaño de la molleja se pueden explicar por la mayor actividad digestiva, para realizar la degradación mecánica de la fibra vegetal.

La molleja es el órgano de trituración de alimentos en las aves, porque carecen de dientes. Este órgano actúa como filtro, ya que retiene o permite el paso de partículas al duodeno, en función de sus características físicas (Mateos *et al.* 2006). Según, Martínez *et al.* (2010), el peso de este órgano aumenta, por su contribución a la molienda y degradación de alimentos fibrosos, a través de sus secreciones y la acción mecánica de su musculatura. Esto además permitió señalar que el consumo de los animales en pastoreo se relaciona con la restricción del suministro de balanceado o sea, a mayor restricción, mayor consumo de pasto más balanceado y otros.

El resultado del estudio de la dinámica de pasaje del alimento fue similar al informado por Bach-Knudsen (2001) y Savón (2005), quienes indicaron que las proteínas solubles se degradan con facilidad por la acción de la pepsina y el ácido clorhídrico del proventrículo. Por este motivo, no se encontraron lombrices en la disección de la molleja. El pasto y los balanceados se incrementaron con el tiempo de permanencia de los animales en el sistema porque tuvieron mayor consumo y la digestibilidad del pasto fue menor. Pietsch (2014) expuso que la velocidad de degradación de la fibra es lenta y su paso depende de la reducción de tamaño de

the organ.

According to Moran (2006), the fiber is hydrated during its passage through the gastrointestinal tract, increases its volume and weight, in some sections of the digestive tract, and detects the distension of organs, such as the small intestine, proventriculus and gizzard. The inclusion level of the fiber, the type of fiber and the particles size increase the size of the digestive organs (Jiménez-Moreno *et al.* 2009) and big particles of food and other materials can be located in filters such as the gizzard. .

The results also coincided with those of González (2005), who determined that the global rate of transit through the different digestive organs is not constant, and is likely to be slower in diets rich in fibrous foods and more rapid when the food particles are soluble.

The results in the study of the effect of the living space in relation to the filling of the digestive organs, the content of grass and concentrate in the gizzard were higher than 60 and 90 min. in 15 m².animal⁻¹, with respect to the obtained in chickens that grazed in 10 m², and they are similar to what reported by Albetis (2010). This author used diets rich in vegetable fiber for chickens and determined that their inclusion should be low (with 6 % crude fiber), because these animals do not use fiber efficiently. Herrera *et al.* (2015) found that the weight of the digestive organs and its contents are affected by the inclusion of fibrous diets. Olmo *et al.* (2012) determined that the use of fiber affects the digestive physiology of poultry and their productive performance.

These studies allowed demonstrating that 25 % of the balanced restriction can be used in diet for rustic chickens, when grazing in 15 m².animal⁻¹, to obtain accumulated body weight increase, similar to the one of the animals that intake commercial balanced, without restriction.

partícula en la molleja. Esto produce al efecto de llenado que se encontró en el órgano.

Según Moran (2006), la fibra se hidrata durante su paso a través del tracto gastrointestinal, aumenta su volumen y peso, en algunos tramos del tubo digestivo, y se puede detectar la distensión de órganos, como el intestino delgado, proventrículo y molleja. El nivel de inclusión de la fibra, el tipo de fibra y el tamaño de las partículas incrementan el tamaño de los órganos digestivos (Jiménez-Moreno *et al.* 2009) y se pueden localizar partículas grandes de comida y otros materiales en filtros como la molleja.

Los resultados coincidieron también con los de González (2005), quien determinó que la tasa global de tránsito por los diferentes órganos digestivos no es constante, y es probable que sea más lenta en las dietas ricas en alimentos fibrosos, y más rápida cuando las partículas alimentarias son solubles.

Los resultados en el estudio del efecto del espacio vital en relación con el llenado de los órganos digestivos, el contenido de pasto y concentrado en la molleja fueron superiores a los 60 y 90 min. en 15 m².animal⁻¹, con respecto a lo obtenido en pollos que pastaron en 10 m², y se asemejan a lo informado por Albetis (2010). Este autor utilizó dietas ricas en fibra vegetal para pollos y determinó que su inclusión debería ser baja (con fibra cruda 6 %), debido a que estos animales no utilizan la fibra de forma eficiente. Herrera *et al.* (2015) encontraron que el peso de los órganos digestivos y su contenido se afectan por la inclusión de dietas fibrosas. Olmo *et al.* (2012) determinaron que el uso de la fibra afecta la fisiología digestiva de las aves de corral y su comportamiento productivo.

Estos estudios permitieron demostrar que se puede utilizar 25 % de restricción del balanceado en dieta para pollos rústicos, cuando pastorean en 15 m².animal⁻¹, para obtener aumento de peso corporal acumulado, similar al de los animales que consumen balanceado comercial, sin restricción.

References

- Albetis, M. 2010. El uso de dietas alta en fibras (6%) en aves de postura en la etapa de recría (10 a 16 semanas de edad) - Engormix. Engormix, Available: <<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/uso-dietas-alta-fibras-t28360.htm>>, [Consulted: November 28, 2017].
- Bach-Knudsen, K. E. 2001. "The nutritional significance of "dietary fibre" analysis". *Animal Feed Science and Technology*, 90(1): 3–20, ISSN: 0377-8401, DOI: 10.1016/S0377-8401(01)00193-6.
- Camacho, E., Lezama, N., Jerez, S., Kollas, J., Vázquez, D., García, L., Arroyo, L., Ávila, S. & Chávez, C. 2011. "Avicultura indígena mexicana: sabiduría milenaria en extinción". *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1: 375–379, ISSN: 2253-9727.
- Díaz, A., Herrera, S., Coello, P., Solís, B. & Macías, J. 2016. "Economic analysis and carcasses quality of broiler chickens, fed with *Cajanus cajan*". *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*, 5(1): 008-013, ISSN: 2315-5094.
- Fanático, A. 2007. *Sistemas avícolas alternativos con acceso a pasturas*. Alabama, USA: ATTRA Editor, 28 p., Available: <<https://attra.ncat.org/attra-pub/download.php?id=236>>, [Consulted: November 28, 2017].
- Gadzirayi, C. T. & Mupangwa, J. F. 2014. "The nutritive evaluation and utilisation of *Moringa oleifera* Lam in indigenous and broiler chicken production: a review". *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 4(1): 015–021, ISSN: 2276-7770.
- González, C. 2005. "Alimentación alternativa de cerdos en Venezuela". In: VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos "Alimentación no convencional para monogástricos en el trópico", Guanare, Venezuela: Universidad Nacional Experimental de los Llanos "Ezequiel Zamora", pp. 62–73, ISBN: 980-248-149-1, Available: <<http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/ALIMENTACION%20ALTERNATIVA%20DE%20CERDOS%20EN%20VENEZUELA.pdf>>, [Consulted: November 28, 2017].

- Herrera, G. S. M. & Díaz, A. 2016. "Productive performance of naked neck chickens that were fed leaf meal shrubs". *Revista MVZ Córdoba*, 21(1): 5145–5153, ISSN: 0122-0268.
- Herrera, S. 2014. Caracterización y manejo de un sistema de alimentación alternativa para pollos cuello desnudo heterocigotos, en pastoreo. PhD. Thesis, Universidad Agraria de La Habana 'Fructuoso Rodríguez', Mayabeque, Cuba, 99 p.
- Herrera, S., Savón, L. & Gutiérrez, O. 2015. "Morphometric indicators of the gastrointestinal tract and accessory organs as affected by the inclusion of shrub in diet of heterozygotic naked neck chickens". *International Journal of Molecular Zoology*, 5(2): 1–5, ISSN: 1927-534X.
- Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado, J. M., Lázaro, R. & Mateos, G. G. 2009. "Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and fiber inclusion in the diet on gizzard pH and nutrient utilization in broilers at different ages". *Poultry Science*, 88(9): 1925–1933, ISSN: 0032-5791, DOI: 10.3382/ps.2009-00193.
- Martínez, M., Savón, L., Dihigo, L. E., Hernández, Y., Oramas, A., Sierra, F., Montejo, A., Cueto, M. & Herrera, F. R. 2010. "Cecal and blood fermentative indicators in broiler chickens fed *Morus alba* foliage meal in the ration". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 44(1): 49, ISSN: 2079-3480.
- Mateos, G. G., García, R. L., González-Alvarado, J. M., Jiménez, E. & Piqueras, B. V. 2006. "Efectos de la fibra dietética en piensos de iniciación para pollitos y lechones". In: *Avances en nutrición y alimentación animal: XXII Curso de Especialización FEDNA, 2006*, ISBN 84-611-2965-2, págs. 39-66, *Avances en nutrición y alimentación animal: XXII Curso de Especialización FEDNA, Barcelona, España: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal*, pp. 39–66, ISBN: 978-84-611-2965-2, Available: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2374046>>, [Consulted: November 28, 2017].
- Moran, E. T. 2006. "Anatomy, Microbes, and Fiber: Small Versus Large Intestine". *The Journal of Applied Poultry Research*, 15(1): 154–160, ISSN: 1056-6171, DOI: 10.1093/japr/15.1.154.
- Moya, A., Montero, C., Wikens, E. & Fischer, G. 2009. Pastoreo herbal para la producción de gallinas Mapuche. Santiago de Chile, Chile: Ministerio de la Agricultura de Chile - Fundación para la Innovación Agraria, 73 p., Available: <<https://books.google.com/cu/books?id=RRvPZwEACAAJ>>, [Consulted: November 28, 2017].
- Olmo, C., Martínez, Y., León, E., Leyva, L., Núñez, M., Rodríguez, R., Labrada, A., Isert, M., Betancur, C., Merlos, M. & Liu, G. 2012. "Effect of Mulberry Foliage (*Morus alba*) Meal on Growth Performance and Edible Portions in Hybrid Chickens". *International Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4(4): 263–268, ISSN: 2041-2908.
- Pietsch, M. 2014. "Fibra cruda insoluble: un nuevo enfoque para la salud y desempeño". *Actualidad Avípecuaria*, 7(41), Available: <<http://bibliotecavirtual.corpmontana.com/handle/123456789/1636>>, [Consulted: November 28, 2017].
- Rodríguez, I. 2017. "Potencialidades de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la alimentación animal". *Livestock Research for Rural Development*, 29(4), ISSN: 0121-3784, Available: <<http://www.lrrd.org/lrrd29/4/idal29063.html>>, [Consulted: November 28, 2017].
- Sánchez, A. 1990. Enfermedades de las aves. La Habana, Cuba: ENPES, 185 p.
- Sarmiento-Franco, L., McNab, J. M., Pearson, R. A. & Belmar-Casso, R. 2002. "Performance of Broilers Fed on Diets Containing Different Amounts of Chaya (*Cnidocolus aconitifolius*) Leaf Meal". *Tropical Animal Health and Production*, 34(3): 257–269, ISSN: 0049-4747, 1573-7438, DOI: 10.1023/A:1015238810447.
- SAS Institute Inc. 2013. Statistical Analysis Software SAS/STAT®. version 9.1.3, Cary, N.C., USA, Available: <http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html#>.
- Savón, L. 2005. "Alimentación no convencional de especies monogástricas: Utilización de alimentos altos en fibra". In: VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos "Alimentación no convencional para monogástricos en el trópico", Guanare, Venezuela: Universidad Nacional Experimental de los Llanos "Ezequiel Zamora", pp. 30–50, ISBN: 980-248-149-1, Available: <http://www.avpa.ula.ve/eventos/viii_encuentro_monogasticos/curso_alimentacion_no_convencional/conferencia-4.pdf>, [Consulted: November 28, 2017].
- Tukey, J. W. 1949. "Comparing Individual Means in the Analysis of Variance". *Biometrics*, 5(2): 99–114, ISSN: 0006-341X, DOI: 10.2307/3001913.

Received: July 8, 2016