

Cuban ensiled feed and response of dairy cows

Alimento ensilado cubano, respuesta en vacas lecheras

R. García López, P. Lezcano[†] and María R. González

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

Email: rglopez@ica.co.cu

R. García López: <https://orcid.org/0000-0002-6550-1178>

Twenty Siboney de Cuba cows, with similar lactation numbers, liveweight and milk production, were used to evaluate productive performance of dairy cows subjected to supplementation with Cuban ensiled feed, made from the fermentation of cassava or sweet potato. Cassava was used for the present experiment. The evaluation took place during dry season. Cows had 135 days of lactation, 7.6 kg of milk/day and a body condition of 3 ± 0.1 . They were divided into two groups, experimental and control, which were provided with following: a) 1 kg cow day⁻¹ of commercial concentrate during the milking time + 3 kg of Cuban silage and grazing, and b) 3 kg/cow/day⁻¹ of commercial concentrate + evening-night grazing, respectively. Cows were milked twice (6 a.m. and 3 p.m.). After the second milking, they went to the corresponding paddocks together. The study lasted 140 consecutive days, which correspond to the evaluated period. The results indicated higher milk production, and significant ($p \leq 0.05$) in the animals with the silage (8.7 vs. 8.1). However, the body condition (3.3 vs. 3.1) did not show significant differences, neither was protein in milk (2.9 vs. 2.9), which was low in both treatments. Results indicate that another nutritional alternative is available for dairy farming, which also represents a possibility to substitute feed imports and achieve better milk productions.

Key words: *milk production, dairy cows, silage*

In Cuba, the search for new food alternatives for livestock is absolutely necessary, much more so if it is a country with a very high genetic potential in livestock, without an adequate food base for sustenance, which brings serious problems in reproduction and very low growth of the stocking rate (ONEI 2019).

On the island, there are many attempts to solve the nutrient deficit in livestock and to recover the exploitation of its true potential. The use of roots and tubers has been studied for years (García López and García-Trujillo 1990). Recently, Lezcano *et al.* (2014) tested the Cuban ensiled feed (AEC, initials in Spanish) in monogastric animals and obtained satisfactory results, with high generalization levels on the island.

Biological and chemical silages are produced and used efficiently in animal feeding, from fishing wastes (Díaz 2004 and Marrero *et al.* 2009). Also, when using cassava root in the elaboration of an enriched silage, encouraging results have been reported (Almaguel *et al.* 2010). Likewise, total replacement of corn energy by cassava root, ensiled with water and yogurt or vinasse, from alcohol distilleries, has been

Se utilizaron 20 vacas Siboney de Cuba, con similares números de lactancia, peso vivo y producción de leche, para evaluar el comportamiento productivo de la vaca lechera sometida a la suplementación con alimento ensilado cubano, elaborado a partir de la fermentación de yuca o boniato. Para el presente experimento se utilizó yuca. La evaluación transcurrió durante la época poco lluviosa o seca. Las vacas tenían 135 días de lactancia, 7.6 kg de leche/día y condición corporal de 3 ± 0.1 . Se dividieron en dos grupos, el control y el experimental, en los que se ofreció respectivamente: a) 1 kg vaca día⁻¹ de concentrado comercial durante el horario de ordeño + 3 kg de ensilado cubano y pastoreo vespertino nocturno; b) 3 kg/vaca/día⁻¹ de concentrado comercial + pastoreo vespertino nocturno. Las vacas se sometieron a doble ordeño (6 a.m. y a las 3 p.m.). Luego del segundo ordeño, iban a los potreros correspondientes de forma conjunta. El trabajo se mantuvo 140 días consecutivos, que se corresponden con el período evaluado. Los resultados indicaron mayor producción de leche, y significativa ($p \leq 0.05$) en los animales con el ensilado (8.7 vs 8.1). Sin embargo, la condición corporal (3.3 vs 3.1) no mostró diferencias significativas; tampoco la proteína en leche (2.9 vs 2.9), que fue baja en ambos tratamientos. Los resultados indican que se puede disponer de otra alternativa nutricional para la ganadería lechera, que representa, además, una posibilidad para sustituir importaciones de pienso y lograr mejores producciones de leche.

Palabras clave: *producción de leche, vacas lecheras, ensilaje*

En Cuba, la búsqueda de nuevas alternativas de alimentación para la ganadería es absolutamente necesaria, mucho más si se trata de un país con un potencial genético muy alto en la ganadería, sin una base alimentaria adecuada para su sustento, lo que trae como consecuencia graves problemas en la reproducción y bajísimo crecimiento de la masa (ONEI 2019).

En la Isla son muchos los intentos que se llevan a cabo para resolver el déficit de nutrimentos que experimenta la ganadería y recuperar la explotación de su verdadero potencial. Desde hace años se estudia el uso de raíces y tubérculos (García López y García-Trujillo 1990). Más recientemente, Lezcano *et al.* (2014) ensayaron en monogástricos el alimento ensilado cubano (AEC) y obtuvieron resultados satisfactorios, con altos niveles de generalización en la Isla.

Ensilajes biológicos y químicos se producen y utilizan eficientemente en la alimentación animal, a partir de desechos pesqueros (Díaz 2004 y Marrero *et al.* 2009). También al usar raíz de yuca en la elaboración de un ensilado enriquecido se han informado resultados alentadores (Almaguel *et al.* 2010). Asimismo, se ha implementado la sustitución total de la energía del maíz

implemented, with which high liveweight gains have been achieved in growing-fattening pigs (Lezcano *et al.* 2014).

The plant in which the AEC is prepared can produce 60 t d⁻¹. Silage can be preserved for six months, without losing its nutritional and organoleptic characteristics. This product uses vinasse from distilleries, which is an industrial waste with a high polluting effect. It is useful in ruminant and monogastric animals, and this use contributes to caring for the environment. *Sacharomyces* cream and B molasses are by-products of the sugar agribusiness, and do not compete directly with human food. Cassava and sweet potato can be equally used, they are even used when they lose their commercial value due to various causes, thus avoiding rotting and contamination. All this justifies a more diversified study in other species. There is no official and stable evidence of the use of this product in ruminants and, specifically, in dairy cows, which are the ones that most experience shortage of quality feed to support their production.

Given these conditions, the objective of this study was to begin the evaluation of AEC in dairy cows under production

Materials and Methods

A total of 20 Siboney de Cuba cows were used to evaluate their productive performance, when consuming, as part of their ration, the AEC. Animals had 135 d of lactation, productions of 7.6 kg of milk/d and body condition of 3 ± 0.1 . They were separated into two similar groups in lactation days, initial production and body condition and were distributed in two treatments during dry season: a) 1 kg of commercial feed + 3 kg of Cuban silage + grass, and b) 3 kg of commercial concentrate + grass. The level of substitution selected was established from previous observations. In the experimental group, the concentrate (1 kg) was offered in the morning milking, and the 3 kg of the AEC in the afternoon milking. Meanwhile, in the control, 1.5 kg of concentrate was administered in each milking. Then, cows went to the same pasture to consume the grass.

Animals grazed together, in paddocks of 0.5 ha, sown with star grass (*Cynodon nlemfuensis*), without fertilization or irrigation. In continuous rotations every 35 d (four during the period), mean availability was 23 kg DM/cow/rotation. Grass protein was between 7.8 and 8.6 % throughout the period and energy was estimated at 8.36 MJ/kg DM. Weighings and milk samplings were carried out every 15 d. They were carried out at the times corresponding to the usual milkings. Analysis of variance was applied and a Milkscan 103 equipment was used for milk analyzes.

Results were analyzed according to a completely randomized design. Infostat package (Robledo *et al.* 2001) was used for statistical analyzes. The

por raíz de yuca, ensilada con agua y yogur o vinaza, proveniente de las destilerías de alcohol, con lo que se han logrado elevadas ganancias de peso vivo en cerdos en crecimiento-ceba (Lezcano *et al.* 2014).

La planta donde se elabora el alimento ensilado cubano (AEC) puede producir 60 t d⁻¹. El ensilado se puede preservar durante seis meses, sin perder sus características nutricionales y organolépticas. En este producto se utiliza la vinaza de las destilerías, que es un desecho industrial de alto efecto contaminante, útil en rumiantes y monogástricos, cuyo uso contribuye al cuidado del medio ambiente. La crema *Sacharomyces* y la miel B son subproductos de la agroindustria azucarera, y no compiten de forma directa con la alimentación humana. La yuca y el boniato se pueden emplear igualmente, incluso se aprovechan cuando pierden su valor comercial por diversas causas, y se evita así su putrefacción y consecuente contaminación. Todo esto justifica un estudio más diversificado en otras especies. No existen pruebas oficiales y estables del uso de este producto en rumiantes y, en específico, en vacas lecheras, que son las que más experimentan la escasez de alimentos de calidad para respaldar su producción.

Ante estas condicionantes, este trabajo tuvo como objetivo comenzar a evaluar el AEC en vacas lecheras en producción

Materiales y Métodos

Se utilizó un total de 20 vacas de la raza Siboney de Cuba para evaluar su comportamiento productivo, al consumir, como parte de su ración, el AEC. Los animales tenían 135 d de lactancia, producciones de 7.6 kg de leche/d y condición corporal (CC) de 3 ± 0.1 . Se separaron en dos grupos similares en días de lactancia, producción inicial y CC y se distribuyeron en dos tratamientos durante el período poco lluvioso: a) 1 kg de pienso comercial + 3 kg de ensilado cubano + pasto) y b) 3 kg de concentrado comercial + pasto). El nivel de sustitución seleccionado se estableció a partir de observaciones anteriores. En el grupo experimental se ofreció el concentrado (1 kg) en el ordeño de la mañana, y los 3 kg del AEC en el ordeño de la tarde. Mientras, en el control, se administró 1.5 kg de concentrado en cada ordeño. Luego, las vacas iban al mismo potrero para consumir el pasto.

Los animales pastaban juntos, en potreros de 0.5 ha, sembrados de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), sin fertilización ni riego. En rotaciones continuas cada 35 d (cuatro en el período), la disponibilidad promedio fue de 23 kg de MS/vaca/rotación. La proteína del pasto estuvo entre 7.8 y 8.6 % en todo el período y la energía se estimó en 8.36 MJ/kg MS. Los pesajes y muestreos de leche se ejecutaron cada 15 d. Se realizaron en los horarios correspondientes a los ordeños habituales. Se aplicó análisis de varianza y para los análisis de la leche se utilizó un equipo Milkscan 103.

Los resultados se analizaron según diseño completamente aleatorizado. Para los análisis estadísticos

bromatological composition of the ensiled material and dry feed (DF) was determined using the methodology described in the AOAC (2016). This is: dry matter (DM), ash (A), crude protein (CP) (N x 6.25) and crude fiber (CF). Calcium (Ca) and phosphorus (P) were calculated according to Silva and de Queiroz (2004) (table 1).

se utilizó el paquete Infostat (Robledo *et al.* 2001). La composición bromatológica del material ensilado y del alimento seco (AS) se determinó mediante la metodología descrita en la AOAC (2016). Esto es: materia seca (MS), ceniza (Cen), proteína bruta (PB) (N x 6.25) y fibra bruta (FB). El calcio (Ca) y el fósforo (P) se calcularon según Silva y de Queiroz (2004) (tabla 1).

Table 1. Bromatological composition of the used feed1, %

Indicators	DM	N	CP	A	CF	Ca	P	pH
Concentrate	84.6	2.3	14.6	7.4	6.7	2.3	1.1	6.3
AEC (n=20)	26.81	1.12	7.0	11.79	2.92	1.58	0.25	0.76
SD	0.99	0.20	1.25	0.83	1.36	0.25	0.03	0.06

Analyzes conducted at the Institute of Animal Science (ICA)

Twenty samples were analyzed. In milk, fat, protein and lactose contents were determined by the infrared method (FIL-141: B, 1997), using the MilkoScan 103 A/S Foss Electric. In addition, milk corrected by energy (MCE), fat:protein and fat:lactose relations were calculated.

$MCA (kg) = (0.038 \times g \text{ of crude fat} + 0.024 \times g \text{ of CP} + 0.017 \times g \text{ of lactose}) \times kg \text{ of milk} / 3.14$ (Reist *et al.* 2003).

The microbiological analyzes were carried out to know the hygienic-sanitary quality of the silage produced. The coliform count was performed according to the NC-I20 4832:2002 regulation, total bacteria count according to NC-I20 4833:2002 and fungal count according to NC-I20 7954:2002. For salmonella determination, the procedure was according to regulation NC-I20 7954:2002. The pH was measured by means of a digital potentiometer with a glass electrode, buffer solutions of pH 4 and 7. An electromagnetic shaker was used for sample homogenization.

Results and Discussion

The production of fresh milk and milk corrected by energy during the analyzed period differed significantly in favor of the cows that consumed Cuban silage (table 2), with respect to those that ingested the traditional concentrate. In the former, a greater entry of nutritional factors into the digestive system was evidenced, which are favorable for a production increase (Athuaire *et al.* 2018 and Lemaire *et al.* 2019). However, body condition did not indicate improvements in body weight, suggesting that nutrients were targeted at milk precursors, and not weight gain. Probably, in this case, glucogenic factors have predominated, provided by

Se analizaron 20 muestras. En la leche se determinó el contenido de grasa, proteína y lactosa mediante el método infrarrojo (FIL-141: B, 1997), por medio del MilkoScan 103 A/S Foss Electric. Además, se calculó la leche corregida por energía (LCE) y la relación grasa: proteína y grasa: lactosa.

$LCE (kg) = (0.038 \times g \text{ de grasa bruta} + 0.024 \times g \text{ de PB} + 0.017 \times g \text{ de lactosa}) \times kg \text{ de leche} / 3.14$ (Reist *et al.* 2003).

Los análisis microbiológicos se efectuaron para conocer la calidad higiénico-sanitaria del ensilado producido. El conteo de coliformes se realizó según la norma NC-I20 4832:2002, el de bacterias totales de acuerdo con NC-I20 4833:2002 y el de hongos según NC-I20 7954:2002. Para la determinación de salmonella se procedió según la norma NC-I20 7954:2002. El pH se midió mediante potenciómetro digital con electrodo de vidrio, soluciones reguladoras de pH 4 y 7. Para la homogenización de la muestra se utilizó un agitador electromagnético.

Resultados y Discusión

La producción de leche fresca y la leche corregida en energía durante el período analizado difirieron significativamente a favor de las vacas que consumieron el ensilado cubano (tabla 2), con respecto a las que ingirieron el concentrado tradicional. En las primeras se evidenció mayor entrada de factores nutritivos al sistema digestivo, que son favorables para el incremento productivo (Athuaire *et al.* 2018 y Lemaire *et al.* 2019). Sin embargo, la CC no indicó mejoras en el peso corporal, lo que sugiere que los nutrimentos se dirigieron a los precursores de la leche, y no a la ganancia de peso. Quizás en este caso hayan predominado factores

Table 2. Response to the use of Cuban silage in milk production and body condition

Indicators	3 kg/cow with silage + 1 kg of commercial concentrate + grass	3 kg of commercial concentrate + grass	SE± and sig.
Production, kg/C/d	8.7	8.1	0.15*
Milk corrected by energy, kg	5.7	5.4	0.09*
Body condition	3.3	3.1	0.00

*p ≤ 0.05

roots and tubers.

According to table 3, the difference in most of milk components was not significant. However, fat and the fat:protein relation differed between treatments, in favor of the animals that consumed Cuban silage. This could be influenced by the contributions of acetic acid contained in the silage, as well as total solids, which showed higher figures in the animals that ingested Cuban silage.

glucogénicos, aportados por las raíces y tubérculos.

Según se muestra en la tabla 3, no fue significativa la diferencia en la mayoría de los componentes de la leche. Sin embargo, la grasa y la relación grasa: proteína difirieron entre los tratamientos, a favor de los animales que consumieron ensilado cubano. En ello pudieron influir los aportes de ácido acético que contenía el ensilado, al igual que los sólidos totales, que mostraron mayores cifras en los animales que ingirieron el ensilado cubano.

Table 3. Bromatological composition of milk, %

Indicators	3 kg/cow with Cuban silage + 1 kg of commercial concentrate + grass	3 kg of commercial concentrate + grass	SE± and sig.
Fat, %	3.9	3.7	0.06*
Protein, %	2.9	2.9	0.001
Lactose, %	4.3	4.2	0.02
NFS, %	8.3	8.2	0.01
Total solids, %	12.2	11.9	0.02*
Protein/fat	0.74	0.78	0.044
Fat/protein	1.34	1.27	0.052***
Fat/lactose	0.90	0.88	0.045

NFS: non fatty solids

* $p \leq 0.05$ *** $p \leq 0.001$

As demonstrated in table 3, there was significant variation in milk fat and total solids in cows that consumed Cuban silage, probably due to having greater energy contributions in that ration. It is known that the increased presence of energy can improve the fat within milk as well as, as a consequence, total solids.

Protein:fat and fat:protein relationships were far from reaching high efficiency values. According to other studies, in Holstein breed, fat: milk protein relation is between 1.05 and 1.18 g of fat/g of protein (Čejna and Chládek 2005). Negussie *et al.* (2013) indicated that the optimal value in Nordic cows can be from 1.25 to 1.45. However, this study showed the highest values in the cows that consumed AEC with respect to those of control treatment, but lower than the previous references. This indicates that supplies must continue to be refined to better match these indicators.

After calving, dairy cows experience energy imbalances, and, due to this, fat concentration tends to increase, and protein concentration to decrease. During this process, fat:milk protein relation increases, indicating a lack of energy in the diet. This evidences a problem of nutritional management in the transition period, and probably after this (Toni *et al.* 2011).

The microbiological analysis carried out on several silage samples (table 4) showed indicators that were in the range established in the regulations (NC-I20 4833: 2002, NC-I20 7954: 2002 and NC-I20 7954: 2002), issued by the Institute of Veterinary Medicine of the Republic of Cuba (2002) for total bacteria count,

Según muestra la tabla 3, hubo variación significativa en la grasa y los sólidos totales de la leche en las vacas que consumieron el ensilado cubano, quizás por haber mayores aportes energéticos en esa ración. Se sabe que la mayor presencia de energía puede mejorar la grasa en la leche y, como consecuencia, los sólidos totales.

Las relaciones proteína: grasa y grasa: proteína estuvieron lejos de alcanzar valores de alta eficiencia. Según refieren otros trabajos, en la raza Holstein, la relación grasa: proteína de la leche es de 1.05 a 1.18 g de grasa/g de proteína (Čejna y Chládek 2005). Negussie *et al.* (2013) indicaron que el valor óptimo en las vacas de la raza Nórdica puede ser de 1.25 a 1.45. Sin embargo, este trabajo mostró los valores más altos en las vacas que consumieron el AEC con respecto a las del tratamiento control, pero por debajo de las referencias anteriores. Esto indica que se deben seguir perfeccionando los suministros para lograr mejor correspondencia en estos indicadores.

Posterior al parto, las vacas lecheras experimentan desbalances energéticos, y debido a ello la concentración de grasa tiende a aumentar, y la de proteína a disminuir. Durante este proceso, la relación grasa: proteína de la leche se incrementa, lo que indica falta de energía en la dieta. Ello evidencia un problema de manejo nutricional en el período de transición, y quizás posterior a este (Toni *et al.* 2011).

El análisis microbiológico realizado a varias muestras de ensilado (tabla 4) mostró indicadores que estuvieron en el rango de lo establecido en las normas (NC-I20 4833:2002, NC-I20 7954:2002, NC-I20 7954:2002), emitidas por el Instituto de Medicina Veterinaria de la República de Cuba (2002) para el conteo total de bacterias, coliformes, conteo total de hongos y salmonella

coliforms, total fungi count and salmonella (table 4). Growth of these pathogens is limited by acidic pH (3.76), characteristic of the product (Lechevestrier 2005). It is also possible to predict the effect of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* present in the food. It is known that the active elements of its wall, known as mannan and glucan oligosaccharides, are capable of selectively activating the growth of microorganisms in the GIT (Pérez 2000 and Galindo *et al.* 2010), such as lactobacilli, and of excluding pathogenic bacteria (Blondeau 2001), either due to a reduction in their possibilities of adhesion to the wall or directly due to an antagonistic effect against them (Rodríguez 2010).

(tabla 5). El crecimiento de estos patógenos está limitado por el pH ácido (3.76), característico del producto (Lechevestrier 2005). También es posible predecir el efecto de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* presente en el alimento. Se conoce que los elementos activos de su pared, conocidos como oligosacáridos de glucanos y mananos, son capaces de activar selectivamente el crecimiento de los microorganismos en el TGI (Pérez 2000 y Galindo *et al.* 2010), como son los lactobacilos, y de excluir a las bacterias patógenas (Blondeau 2001), sea por una reducción de sus posibilidades de adhesión a la pared o directamente por un efecto antagonista contra ellos (Rodríguez 2010).

Table 4. Microbiological analysis of the Cuban ensiled feed

Total bacteria count, CFU/g	Coliforms CFU /g	Total fungi count	Salmonella
2.0-5.0 x 10 ⁴	< 10 ²	1.4-2.5 x 10 ³	Negative in 25 g

The quality demonstrated by AEC, production and quality of milk suggest that studies should be continued to generalize the use of this product in dairy cows, provided that its costs favor its use. Results may indicate a nutritional alternative for dairy farming. In addition, they represent a possibility in terms of substituting feed imports and improving milk productions.

La calidad que mostró el AEC, la producción y la calidad de la leche sugieren que se deben continuar estudios para generalizar el uso de este producto en vacas lecheras, siempre que sus costos favorezcan su utilización. Los resultados alcanzados pueden indicar una alternativa nutricional para la ganadería lechera. Además, representan una posibilidad, en cuanto a sustituir importaciones de pienso y mejorar las producciones de leche.

Conflict of interest

The authors declare that there are no conflicts of interests among them

Author's contribution

R. García López: Original idea, data analysis, writing the manuscript

P. Lezcano[†]: Original idea data analysis, writing the manuscript

María R. González: Conducting the experiment

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses

Contribución de los autores

R. García López: Idea original, análisis de datos, escritura del manuscrito

P. Lezcano[†]: Idea original, análisis de datos, escritura del manuscrito

María R. González: Conducción del experimento

References

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2016. Official Methods of Analysis of the Association of Official Chemists. 20th Ed. Ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, Washington DC., USA.
- Almaguel, R.E, Piloto, J.L., Cruz, E., Rivero, M. & Ly, J. 2010. "Comportamiento Productivo de Cerdos en Crecimiento Ceba Alimentados con Ensilado enriquecido de Yuca (*Manihot esculenta* Crantz)". Revista Computarizada de Producción Porcina, 17: 247. ISSN: 1026-9053.
- Atuhaire, A.M., Boma, P. & Mugerwa, S. 2018. "Pasture management Strategies for sustainable livestock production in Karamoja pastoral system, Uganda". Livestock Research for Rural Development, 30, Article #178, ISSN: 0121-3784.
- Blondeau, K. 2001. La paroi des levures; structures et fonctions, potentialstherapeutiques et technologiques. Université Paris Sud. 155 p.
- Čejna, V. & Chládek, G. 2005. "The importance of monitoring changes in milk fat to milk protein ratio in Holstein cows during lactation". Journal of Central European Agriculture, 6(4): 539-546, ISSN: 1332-9049.
- Díaz, H. 2004. Efecto de la suplementación con ensilaje de residuos de una planta procesadora de tilapia (*Oreochromis niloticus*) sobre el consumo voluntario y la digestibilidad de nutrientes de heno de gramíneas tropicales. MSc Thesis. Mayaguez, Puerto Rico.
- García-López, R. & García-Trujillo, R. 1990. Alimentación de vacas gestantes. La Habana, Cuba, p. 39.
- Galindo, J., Díaz, A., González, N., Sosa, A., Marrero, Y., Aldana, A.I., Moreira, O., Bocourt, R., Torres, V., Sarduy, L. & Noda, A. 2010. "Effect of hydrolized enzymatic product of *Saccharomyces cerevisiae* yeasts on the ruminal microbial population with substrate of *Pennisetum prupureum* cv. Cuba CT-115 under *in vitro* conditions". Cuban Journal of Agricultural Science, 44(3): 275-279, ISSN: 2079-3480.
- Lemaire, G, De Faccio, P.C., Kromberg, S. & Recous, S. 2019. Agroecosystems Diversity. Ed Academic Press. Elsevier,

- London, UK.
- Lezcano, P., Berto, D.A., Bicudo, S.J., Curcelli, F., González, P. & Valdiviá, M. 2014. "Yuca ensilada como fuente de energía para cerdos en crecimiento". *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(3): 41-47, ISSN: 0188789-0.
- Lechevestrier, Y. 2005. *Digestion et absorption des acides aminés dans l'intestin grete du porc*. PhD Thesis. Institut National Agronomique, Paris-Grignon, France.
- Marrero, M., López, J.L., Leyva, L., Blanco, M., Saris, A.L. & Sánchez, H. 2009. "Ensilado biológico de desechos pesqueros con empleo de recursos locales". *Revista Computarizada de Producción Porcina*, 16(3): 182, ISSN: 1026-9053.
- Negussie, E., Strandén, I. & Mäntysaari, E.A. 2013. "Genetic associations of test-day fat: protein ratio with milk yield, fertility, and udder health traits in Nordic Red cattle". *Journal of Dairy Science*, 96(2): 1237-1250, ISSN: 1525-3198. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5720>
- NC-ISO 585. Contaminantes microbiológicos en alimentos- Requisitos sanitarios. 2017. Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba
- NC-ISO1004. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía General para la enumeración de levaduras y mohos. Técnica de placa invertida a 25 °C. 2016. Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba
- NC-ISO 4832. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía General para la enumeración de los coliformes. Técnica de placa vertida. 2013. Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba
- NC-ISO 7889 Enumeración de microorganismos característicos y la viabilidad celular. 2009. Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba
- Oficina Nacional de Estadísticas e Información (ONEI). 2019. Territorio, Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca. Anuario Estadístico de Cuba. Available: <http://www.onei.cu/aec2019>, [Consulted: June 10th, 2020].
- Pérez, M. 2000. Obtención de un hidrolizado de crema de levadura de destilería y evaluación de su actividad probiótica. PhD Thesis. Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba.
- Procedimientos normativos operacionales (PNO) utilizados para bacterias totales PNO-FB-MR-002; Bacterias celulíticas PNO-FB-MR-003; Hongos PNO-FR-MR-013; Protozoos PNO-FR-MR-013
- Reist, M., Erdin, D.D., von Euw, D., Tschuemperlen, K., Leuenberger, H., Delavaud, C., Chilliard, Y., Hammon, H.M., Kuenzi, N. & Blum, J.W. 2003. "Concentrate feeding strategy in lactating dairy cows: metabolic and endocrine changes with emphasis on leptin". *Journal of Dairy Science*, 86(5): 1690-1706, ISSN: 1525-3198. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73755-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73755-2)
- Robledo, C.W., Di Rienzo, J.A., Guzmán, W., Mónica, G., Balzarini, F., Laura, A. & Tablada, E.M. 2001. Infostat. Software Estadístico. Versión 1. Grupo InfoStat, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Available: <http://www.infostat.com.ar>.
- Rodríguez, M. 2010. Evaluación *in vitro* de la actividad antibacteriana del hidrolizado enzimático de levadura *Saccharomyces cerevisiae*. MSc. Thesis. Instituto de Ciencia Animal, La Habana. Cuba, p. 92.
- Silva, J. & de Queiroz, A.C. 2004. Determinación de fósforo y calcio inorgánico total. Análisis de alimentos. Métodos químicos y biológicos. Ed. Universidad Federal de Viscosa. Viosa, Minas Gerais, Brasil, p. 169.
- Toni, F., Vincenti, L., Grigoletto, L., Ricci, A. & Schukken, Y.H. 2011. "Early lactation ratio of fat and protein percentage in milk is associated with health, milk production and survival". *Journal of Dairy Science*, 94(4): 1772-1783, ISSN: 1690-1706. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3389>.

Received: January 19, 2021

Accepted: June 6, 2021