

## Evaluation of intake, productive performance and milk quality of cows grazing *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, with two grazing intensities during rainy season

### Evaluación del consumo, comportamiento productivo y calidad de la leche de vacas en pastoreo de *Brachiaria decumbens* vc. Basilisk, con dos intensidades de pastoreo durante el período lluvioso

J.J. Reyes, Yordaine Ibarra, Ana Valeria Enríquez, Sara Rey and Verena Torres

*Instituto de Ciencia Animal*

*C. Central km47½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba*

*Email: jreyes@ica.co.cu*

J. J. Reyes: <https://orcid.org/0000-0002-9681-1187>

V. Torres: <https://orcid.org/0000-0002-7451-8748>

S. Rey: <https://orcid.org/0000-0003-1668-2168>

A simulated grazing was developed with *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, to study the performance of dairy cows during rainy season in two grazing intensities: T1 = 75 and T2 = 150 LAU ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>. Twenty Siboney crossbred cows were studied, between the second and third lactation, with 480 ± 8 kg of body weight (10 animals treatment<sup>-1</sup>), grazing 15 hours a day. InfoStat statistical program, version 12.0, was used for data processing. T2 animals showed lower grass availability (P = 0.0072) and intake decrease (P = 0.0362) (24.35 vs. 17.57 and 12.77 vs. 11.33 kg DM animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> for availability and intake of animals of 75 and 150 LAU ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>). No differences were reported in individual production per cow and dairy components. However, production per area increased (P = 0.0001) by 1.74 times in T2 with respect to T1 (3,279.99 and 5,722.71 kg of milk ha<sup>-1</sup> rainy season<sup>-1</sup>, for T1 and T2, respectively). Production cost of a liter of milk increased by 11.8 % in the treatment with the lowest intensity (2.17 vs. 1.96 \$ L<sup>-1</sup>, for 75 and 150 LAU ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>). Results indicate that animals from the treatment with 150 LAU ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> showed no differences in individual production, although they increased productivity per grazing area by 2,842.72 L, and decreased costs by 0.21 \$ produced L<sup>-1</sup>.

Keywords: *intake, production, dairy quality, balance, cost*

Dairy production systems in tropical areas show several alternatives. However, the most profitable is the use of grasses as food base. It is important to highlight that pastoral systems require a correct management due to its influence on morpho-physiological and productive performance (Merlo-Maydana *et al.* 2017). Seasonal variations can decrease grass availability and quality, which can cause nutritional problems (Davis and Matamoros 2016).

Productivity of grass-based systems has been demonstrated. Nevertheless, most of the research that supports this result is based on systems with high inputs (Roca-Fernández 2020). Current tropical livestock requires exploitation systems with low input levels and ecologically acceptable, with which a better selection of pastures and forages is achieved, as well as breeds with greater capacity to adapt to the

Se desarrolló un pastoreo simulado con la variedad *Brachiaria decumbens* vc. Basilisk, para estudiar el comportamiento de vacas lecheras durante el período lluvioso en dos intensidades de pastoreo: T1 = 75 y T2 = 150 UGM ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>. Se estudiaron 20 vacas mestizas Siboney, entre la segunda y tercera lactancia, con 480 ± 8 kg de peso corporal (10 animales tratamiento<sup>-1</sup>), que pastaban 15 horas diarias. Se utilizó el programa estadístico InfoStat, versión 12.0, para el procesamiento de la información. Los animales del T2 mostraron menor disponibilidad (P=0.0072) de pasto y disminuyeron el consumo (P=0.0362) (24.35 vs 17.57 y 12.77 vs 11.33 kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> para disponibilidad y consumo de los animales de 75 y 150 UGM ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>). No se informaron diferencias en la producción individual por vaca y los componentes lácteos. No obstante, se incrementó (P=0.0001) la producción por área en 1.74 veces en el T2 con respecto al T1 (3279.99 y 5722.71 kg de leche ha<sup>-1</sup> época lluviosa<sup>-1</sup>, para T1 y T2). El costo de producción del litro de leche se incrementó en 11.8 % en el tratamiento de menor intensidad (2.17 vs 1.96 \$ L<sup>-1</sup>, para 75 y 150 UGM ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>). Los resultados indican que los animales del tratamiento con 150 UGM ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> no mostraron diferencias en la producción individual, aunque incrementaron la productividad por área de pastoreo en 2842.72 L, y disminuyeron los costos en 0.21 \$ L<sup>-1</sup> producido.

Palabras clave: *consumo, producción, calidad láctea, balance, costo*

Los sistemas de producción de leche en el área tropical pueden mostrar diversas alternativas. Sin embargo, los más rentables son aquellos que usan los pastos como base de alimento. Es importante destacar que los sistemas pastoriles requieren de un manejo correcto por la influencia que este ejerce en el comportamiento morfofisiológico y productivo (Merlo-Maydana *et al.* 2017). Las variaciones estacionales pueden disminuir la disponibilidad y calidad del pasto, lo que puede causar problemas nutricionales (Davis y Matamoros 2016).

Se ha demostrado la productividad de los sistemas basados en pastos. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones que sustentan este resultado se basan en sistemas con altas dosis de insumos (Roca-Fernández 2020). La ganadería tropical actual precisa de sistemas de explotación con bajos niveles de insumos y ecológicamente aceptables, con los que se logre mejor selección de los

challenge posed by climate change in tropical areas (Sejian *et al.* 2015).

Therefore, the objective of this study was to characterize the performance of Siboney crossbred cows, grazing *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, with two grazing intensities, during rainy season.

### Materials and Methods

The research was developed in dairy A of the Institute of Animal Science (ICA, initials in Spanish) of the Republic of Cuba. This facility is located in San José de Las Lajas municipality, Mayabeque province. It is located at 22° 58'00" North and 82° 09'21" West at 92 m a.s.l. Mean general weather conditions, taken at ICA meteorological station, are characterized by 1,475 mm of annual precipitation and 80.20% of relative humidity.

An amount of 2.66 ha were used, with two years of exploitation, and 61.7% of coverage by *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, established on red ferralitic soil (Hernández *et al.* 2015), with flat relief. The area was divided into 20 paddocks, 0.133 ha each.

Twenty Siboney crossbred cows were used in production, 125 ± 12 d of lactation, with a body weight of 486 ± 8.25 kg, between the second and third lactation. They were randomly divided into two groups (10 animals group<sup>-1</sup>), taking into account milk production, lactation days and body weight.

The grassland was subjected to two grazing intensities (IP) T1 = 75 and T2 = 150 LAU ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. For T1, 13 fixed paddocks were used, with one occupation day paddock<sup>-1</sup>, while for T2, seven paddocks were used, with two occupation days paddock<sup>-1</sup>. Mean rest days in the period were 25.39 ± 0.28 and 33.28 ± 0.49, for T1 and T2, respectively (Reyes *et al.* 2019).

The animals grazed during the evening-night hours, from 5:00 p.m. until 3:30 a.m., and in the morning from 6:30 to 11:00 a.m., for an average of 15 hours a day. The rest of the time, they stayed in shadow units, all together. They had water and mineral salts at will. They received 0.4 kg of supplement after the third produced liter, according to initial production, divided into two milkings. They were also offered 0.06 kg of mineral mixture cow<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>.

To meet the objectives of this research, the following measurements were made:

**Grass intake.** It was determined by the offer minus the rejection. Grass availability was estimated in each rotation, at the entrance and exit of animals, according to the method described by Haydock and Shaw (1975). Cutting height was 10 cm from the soil. Between 80 and 100 observations ha<sup>-1</sup> were taken.

**Milk production.** It was analyzed in the last five days of each rotation. It was individually measured, at each milking, using the Alfa Laval graduated flask.

**Milk quality.** Samples of 50 mL were taken per cow at each weighing of the day during the last five days of

pastos y forrajes, así como razas con mayor capacidad de adaptación ante el reto que representa el cambio climático en el trópico (Sejian *et al.* 2015).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el comportamiento de vacas mestizas Siboney, que pastan *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, con dos intensidades de pastoreo, durante el período lluvioso.

### Materiales y Métodos

El trabajo se desarrolló en la vaquería A del Instituto de Ciencia Animal de la República de Cuba (ICA). La instalación se halla en el municipio San José de Las Lajas, provincia Mayabeque. Se ubica en los 22° 58' 00" de latitud Norte y los 82° 09' 21" de longitud Oeste a 92 m s.n.m. Las condiciones climatológicas generales medias, tomadas en la estación meteorológica del ICA, se caracterizan por 1475 mm de precipitación anual y 80.20 % de humedad relativa.

Se utilizaron 2.66 ha, con dos años de explotación, y 61.7 % de cobertura por la variedad *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, establecida en suelo ferralítico rojo (Hernández *et al.* 2015), con relieve llano. El área se dividió en 20 cuartones, de 0.133 ha cada uno.

Se utilizaron 20 vacas mestizas Siboney en producción, 125 ± 12 d de lactación, con peso corporal de 486 ± 8.25 kg, entre la segunda y tercera lactancia. Se dividieron aleatoriamente en dos grupos (10 animales grupo<sup>-1</sup>), teniendo en cuenta la producción de leche, los días de lactancia y el peso corporal.

El pastizal se sometió a dos intensidades de pastoreo (IP) T1= 75 y T2=150 UGM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Para T1, se utilizaron 13 cuartones fijos, con un día de ocupación cuartón<sup>-1</sup>, mientras que para T2 se usaron siete cuartones, con dos días de ocupación cuartón<sup>-1</sup>. Los días de reposo promedio en el período fueron de 25.39 ± 0.28 y 33.28 ± 0.49, para T1 y T2, respectivamente (Reyes *et al.* 2019).

Los animales pastaron durante el horario vespertino-nocturno, desde las 5:00 p.m. hasta las 3:30 a.m., y en la mañana de 6:30 a 11:00 a.m., para un promedio de 15 h diarias. El resto del tiempo permanecieron en naves de sombra, todos juntos. Dispusieron de agua y sales minerales a voluntad. Recibieron 0.4 kg de suplemento a partir del tercer litro producido, según producción inicial, dividido en dos ordeños. Se les ofreció además, 0.06 kg de mezcla mineral vaca<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>.

Para cumplir los objetivos de este trabajo, se realizaron las siguientes mediciones:

**Consumo de pasto.** Se determinó por la oferta menos el rechazo. La disponibilidad de pasto se estimó en cada rotación, a la entrada como a la salida de los animales, según el método descrito por Haydock y Shaw (1975). La altura de corte fue a 10 cm del suelo. Se tomaron entre 80 y 100 observaciones ha<sup>-1</sup>.

**Producción de leche.** Se analizó en los últimos cinco días de cada rotación. Se midió de forma individual, en cada ordeño, con la utilización del pomo graduado Alfa Laval.

**Calidad de la leche.** Se tomaron muestras de 50 mL

each rotation. Percentages of fat, protein, lactose, non-fat solids (NFS) and total solids (TS) were determined by means of a Milkco Scan minus-6 infrared equipment, FOSS brand.

The rotational food balance was carried out using CALRAC program (Roche *et al.* 1999).

To calculate the cost of a liter of milk (cuban pesos), items of the different expenses incurred in the production process were taken (Gavelán 2017): depreciation of facilities and equipment \$978.44, pasture depreciation \$661.1/ha, salary \$325.00/person/month, supplements \$1.63/kg FM, salts \$0.35/kg, other 5 % of expenses and 30 % of indirect expenses.

The statistical analysis used for measurements of individual milk production, fat and protein percentage, was the multiplicative model with the effect of lactation curve. In cases where the multiplicative model did not fit, the analysis of covariance was used, in which lactation days were considered as a concomitant variable. For the rest of measurements, analysis of variance was applied, according to a completely randomized design. InfoStat statistical program, version 12.0 (Di Rienzo *et al.* 2012) was used and Duncan test (1955) was applied to establish differences between means.

## Results and Discussion

Reports of the study, under the same availability conditions (kg DM ha<sup>-1</sup> rotation<sup>-1</sup>), indicated that pasture areas with grazing intensity of 150 LAU ha<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup> increased by 39.9 %, in relation to the intensity of 75 LAU ha<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup> (Reyes *et al.* 2019). However, the animals of the treatment with the highest grazing intensity showed less availability (P=0.0072) in 23.7 % and lower grass intake (P=0.0362) in 11.3 %, with respect to those of the treatment with low intensity (table 1).

por vaca en cada pesaje del día durante los últimos cinco días de cada rotación. A las muestras se les determinó porcentajes de grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos (SNG) y sólidos totales (ST) mediante un equipo infrarrojo Milkco Scan minus-6, marca FOSS.

Se realizó el balance alimentario por rotación mediante el programa CALRAC (Roche *et al.* 1999).

Para el cálculo del costo del litro de leche (pesos cubanos) se tomaron las partidas de los diferentes gastos incurridos en el proceso productivo (Gavelán 2017): depreciación de instalaciones y equipos 978.44 \$, depreciación del pasto 661.1 \$/ha, salario 325.00 \$/hombre/mes, suplementos 1.63 \$/kg MF, sales 0.35 \$/kg, otros gastos 5 % y gastos indirectos 30 %.

El análisis estadístico utilizado para las mediciones de la producción de leche individual, porcentaje de grasa y proteína, fue el modelo multiplicativo con efecto de curva de lactancia. En los casos en que el modelo multiplicativo no dio ajuste, se utilizó el análisis de covarianza, en el que se consideraron los días de lactancia como variable concomitante. Para el resto de las mediciones se aplicó análisis de varianza, según diseño completamente aleatorizado. Se utilizó el programa estadístico InfoStat, versión 12.0 (Di Rienzo *et al.* 2012) y se aplicó la dócima de Duncan (1955) para establecer diferencias entre medias.

## Resultados y Discusión

Los informes del estudio en las mismas condiciones de disponibilidad (kg MS ha<sup>-1</sup> rotación<sup>-1</sup>) indicaron que las áreas de pasto con intensidad de pastoreo de 150 UGM ha<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup> incrementaron en 39.9 %, en relación con la intensidad de 75 UGM ha<sup>-1</sup>d<sup>-1</sup> (Reyes *et al.* 2019). No obstante, los animales del tratamiento de la mayor intensidad de pastoreo mostraron menor disponibilidad (P=0.0072) en 23.7 % y menor consumo (P = 0.0362) de pasto en 11.3 %, con respecto a los del tratamiento de la intensidad baja (tabla 1).

Table 1. Performance of the availability, animal intake and use of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, with two grazing intensities

Grazing intensity	Grass, kg DM animal <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>		Use, %
	Availability	Intake	
75 LAU ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	24.35	12.77	52.44
150 LAU ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	18.57	11.33	61.03
±SE	1.36	0.78	0.93
Sign.	P=0.0072	P=0.0362	P=0.0001

The effect of the increase in grazing intensity led to higher (P = 0.0001) pasture use in 16.4% (table 1). However, reports of Reategui *et al.* (2019), who studied low (1000) and high grazing pressures in *Brachiaria decumbens* (1,500 kg LW/100 kg DM), concluded that proportion of leaves is proportional to the initial availability per pasture hectare, regardless of pressure grazing, and therefore, proportion of leaves increases intake.

El efecto del incremento en la intensidad de pastoreo conllevó a mayor (P = 0.0001) utilización del pasto en 16.4 % (tabla 1). No obstante, en informes de Reategui *et al.* (2019), al estudiar en *Brachiaria decumbens* presiones de pastoreo bajas (1000) y altas (1500 kg PV/100 kg MSV), se concluyó que la proporción de hojas es proporcional a la disponibilidad inicial por hectárea del pasto, independientemente de la presión de pastoreo, y por ende, la proporción de hojas incrementa

Intake values for 75 and 150 LAU ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> of grazing intensity represented 3.04 and 2.72 % of the body weight of cows, respectively. These figures were in the range reported in the references, which is between 2.85 and 3.2 % (Bargos 2008 and Mojica-Rodríguez *et al.* 2017), and which may vary according to the characteristics of cows, pasture quality and supplementation level of the concentrate (Delagarde 2019).

Mean production of liters of milk per cow showed no contrasts among the studied grazing intensities. Animals of the lowest intensity treatment produced, on average, 8.73 L cow<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, against the 8.38 L cow<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> of the group with the highest intensity (table 2).

Table 2. Performance of the variables and milk production in animals that consume *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, with two grazing intensities

Indicators	Grazing intensity (LAU ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )		± SE
	75	150	
Fat, %	3.79	3.99	0.20
Protein, %	3.27	3.29	0.07
Lactose, %	4.92	4.93	0.11
Non fatty solids, %	9.28	9.37	0.12
Total solids, %	12.90	13.10	0.25
Milk, kg cow <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	8.73	8.38	0.41

The studied dairy components did not differ among treatments, 3.79 and 3.99, 3.27 and 3.29, 4.92 and 4.93, 9.28 and 9.37 and 12.9 and 13.1% for fat, protein, lactose, non fatty solids and total solids in the milk of the animals subjected to 75 and 150 LAU ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectively. They remained within the normal ranges for the breed (FAO 2018) and were similar to those reported by Urbano *et al.* (2004) in grazing systems with pastures of this same species.

The best pastures, with fertilization levels of 250 kg N/ha/year, allowed milk productions in the order of 8 to 11 kg cow<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. With the use of protein banks, with trees in 30 % of the area, productions of 10.1 kg cow<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> have been reported (Milera *et al.* 2014).

When relating the volume of milk produced by the animals in treatments T1 and T2 per total grazing area used, it was found that grazing favors (P = 0.0001) the treatment of 150 LAU ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> in 1.74 times with respect to that of 75 LAU ha<sup>-1</sup>, 3,279.99 and 5,722.71 kg of milk ha<sup>-1</sup> rainy season<sup>-1</sup>, respectively (figure 1).

These productions per area are lower than those reported by Guiot (2017), who referred between 6,300 and 8,800 kg of milk ha<sup>-1</sup> rainy season<sup>-1</sup>, with hybrid mulatto I and mulatto II grass, respectively, but with the inclusion of nitrogen fertilizers, at a rate of 150 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>.

Nutrient balance (table 3) showed that for the animals of 75 LAU ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, the offered diet covered the requirements. However, when grazing intensity was

el consumo.

Los valores del consumo para 75 y 150 UGM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> de intensidad de pastoreo representaron 3.04 y 2.72 % del peso corporal de las vacas, respectivamente. Estas cifras estuvieron en el rango informado en la literatura, que se halla entre 2.85 y 3.2 % (Bargos 2008 y Mojica-Rodríguez *et al.* 2017), y que puede variar según las características de las vacas, calidad del pasto y nivel de suplementación del concentrado (Delagarde 2019).

La producción promedio de litros de leche por vaca no mostró contrastes entre las intensidades de pastoreo estudiadas. Los animales del tratamiento de menor intensidad produjeron, como media, 8.73 L vaca<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, contra los 8.38 L vaca<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> del grupo de la mayor intensidad (tabla 2).

Los componentes lácteos estudiados no difirieron entre los tratamientos, 3.79 y 3.99, 3.27 y 3.29, 4.92 y 4.93, 9.28 y 9.37 y 12.9 y 13.1% para la grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales en la leche de los animales sometidos a 75 y 150 UGM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectivamente. Se mantuvieron en los rangos normales para la raza (FAO 2018) y fueron similares a los informados por Urbano *et al.* (2004) en sistemas de pastoreo con pasturas de esta misma especie.

Las pasturas mejores, con niveles de fertilización de 250 kg N/ha/año, posibilitaron producciones de leche en el orden de los 8 a 11 kg vaca<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Con el uso de los bancos de proteínas, con arbóreas en 30 % del área, se han informado producciones de 10.1 kg vaca<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> (Milera *et al.* 2014).

Al relacionar el volumen de leche producido por los animales en los tratamientos T1 y T2 por área total de pastoreo utilizada, se constató que el pastoreo favorece (P=0.0001) al tratamiento de 150 UGM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> en 1.74 veces con respecto al de 75 UGM ha<sup>-1</sup>, 3279.99 y 5722.71 kg de leche ha<sup>-1</sup> época de lluvia<sup>-1</sup>, respectivamente (figura 1).

Estas producciones por área son inferiores a las informadas por Guiot (2017), quien refirió entre 6300 y 8800 kg de leche ha<sup>-1</sup> época lluviosa<sup>-1</sup>, con pasto híbrido mulato I y mulato II, respectivamente, pero con la inclusión de fertilizantes nitrogenados, a razón de 150 kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

El balance de nutrientes (tabla 3) demostró que para



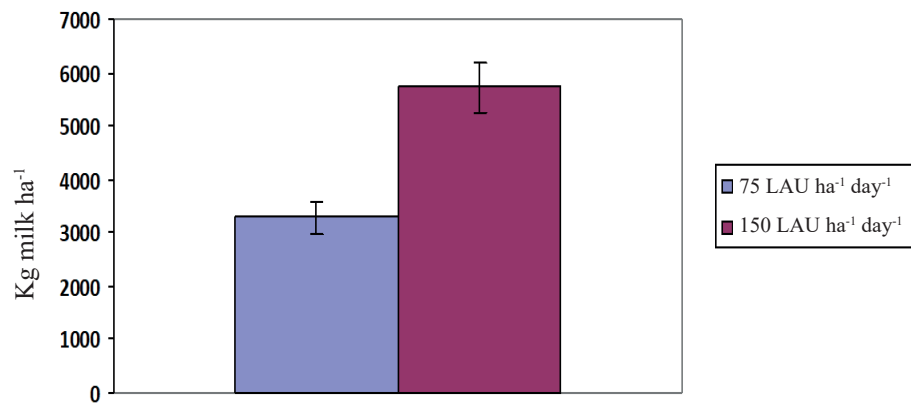
Figure 1. Total milk production (kg of milk ha<sup>-1</sup> rainy season<sup>-1</sup>)

Table 3. Retrospective feeding balance of cow performance, according to grazing intensity

	Food	Intake DM, kg	ME, MJ	CP, g	Ca, g	P, g
75 LAU ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	Grass	12.77	109.47	1113.16	40.86	22.98
	Supplements	1.97	21.42	315.18	9.92	6.90
	Salts	0.06	0.00	0.00	7.51	6.48
	Diet contribution d <sup>-1</sup>	14.8	130.89	1428.34	58.29	36.36
	Requirements d <sup>-1</sup>		123.42	1091.00	55.60	34.70
	Covered requirements, %		106.05	130.92	104.84	104.84
150 LAU ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	Grass	11.33	95.23	920.99	36.25	20.39
	Supplements	1.85	20.11	296.01	9.31	6.45
	Salts	0.06	0.00	0.00	7.51	6.48
	Diet contribution d <sup>-1</sup>	13.24	115.34	1217.00	53.07	33.32
	Requirements d <sup>-1</sup>		121.72	1084.84	55.20	34.60
	Covered requirements, %		94.76	112.18	96.14	96.31

doubled, there were deficiencies in total dry matter and energy intake, because animals decreased their pasture intake (table 1) due to the greater grazing pressure to which they were subjected (offers of 3.82 and 5.01 kg DM 100 kg LW<sup>-1</sup>, for 150 and 75 LAU ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectively). This reduces the possibility of selection and leads to consuming fractions of grass with fewer nutrients.

The previous may be caused by the best use of pastures (61.03%), performed by the animals subjected to 150 LAU ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> (table 1). This was superior to 47.83% of mean grass leaves, the most nutritious fraction in 23.9% more crude protein than stems, under this management (Reyes *et al.* 2019). Therefore, animals consumed grass fractions of lower quality and digestibility (Low 2015).

Under tropical grazing conditions, poor quality of pastures, low in crude protein and high in fiber, limits productivity of dairy cattle, so it is suggested that legumes, tree and shrub species have demonstrated to be a viable nutritional strategy for animal supplementation (Cardona-Iglesias *et al.* 2016 and Arias-Gamboa *et al.* 2018).

Low energy intake of tropical grasses is presented by the low and relatively variable digestibility of structural carbohydrates. However, ruminant animals have the

los animales de la intensidad de 75 UGM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, la dieta ofrecida cubrió los requerimientos. Sin embargo, al duplicarse la intensidad de pastoreo se presentaron deficiencias en el consumo total de la materia seca y la energía, debido a que los animales disminuyeron el consumo de pasto (tabla 1) por la mayor presión de pastoreo a que se sometieron (ofertas de 3.82 y 5.01 kg MS 100 kg PV<sup>-1</sup>, para 150 y 75 UGM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectivamente), lo que disminuye la posibilidad de selección y conlleva a consumir fracciones del pasto con menos nutrientes.

Lo anterior puede estar dado por la mayor utilización del pasto (61.03 %) que realizaron los animales sometidos a 150 UGM ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (tabla 1). Esta resultó superior al 47.83 % de hojas promedio del pasto, fracción más nutritiva en 23.9 % más de proteína bruta que los tallos, bajo este manejo (Reyes *et al.* 2019). Por tanto, los animales consumieron fracciones de pasto de menor calidad y digestibilidad (Low 2015).

En condiciones de pastoreo en el trópico, la mala calidad de los pastos, bajos en proteína bruta y altos en fibra, limita la productividad del ganado lechero, por lo que se plantea que las leguminosas, las especies arbóreas y las arbustivas han demostrado ser una estrategia nutricional viable para la suplementación animal (Cardona-Iglesias *et al.* 2016 y Arias-Gamboa

ability to include these carbohydrates and use them in the form of energy for their productive needs, and they can also store excess energy in the form of fat for use during periods of deficit. Therefore, energy supplementation has an impact on better productive performance and milk quality (Bargos 2014).

Regarding the study of expenses per items, during the period and treatment, table 4 shows that expenses of feeding for both grazing intensities represented, against total expenses, 29.5 and 27.4 % for 75 and 150 LAU ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectively. The cost of produced milk liter increased, approximately, by 11.8% in the lower intensity treatment (2.17 and 1.94 \$ L<sup>-1</sup>, for 75 and 150 LAU ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectively).

In the structure of milk production cost, the expenses

*et al.* 2018).

El bajo aporte de energía de los pastos tropicales se presenta por la baja y por la relativamente variable digestibilidad de los carbohidratos estructurales. No obstante, los animales rumiantes tienen la habilidad de aprovechar estos carbohidratos y utilizarlos en forma de energía para sus necesidades productivas, y también pueden almacenar la energía excedente en forma de grasa para su utilización durante los períodos de déficit. Es por ello que la suplementación energética repercute en mejor comportamiento productivo y calidad de la leche (Bargos 2014).

En lo que respecta al estudio de los gastos incurridos por partidas, durante el período y tratamiento, la tabla 4 señala que los gastos por alimentación para ambas

Table 4. Feasibility analysis of milk production in two grazing intensities

Items	Grazing intensity, LAU ha <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>	
	75	150
Depreciation of facility and equipment	978.44	978.44
Depreciation of grass	1123.85	605.15
Supplements	2277.64	2307.21
Salts	12.81	12.81
Feeding expenses	3414.30	2925.17
Wages	3120.00	3120.00
Other expenses	1126.91	1053.54
Indirect expenses	2929.05	2604.69
Total expenses	11568.70	10681.84
Total milk production, kg	5325.30	5514.04
Production cost, \$ kg <sup>-1</sup>	2.17	1.94
Incomes for selling milk, \$	22632.53	23986.07
Cost/benefit relationship	1.96	2.25

of food represented the highest percentages, and were, approximately, 50% of total expenses in these farms. Davis and Matamoros (2016) reported higher utility per liter produced in grazing without supplementation, since the cost of supplements is between 40 and 45 % of feeding cost (Madriz 2017). In addition, fresh grass is five times cheaper than preserved forages, such as silages, and, above all, it is cheaper than cereal-based concentrates.

Expenses of food purchase have a great influence on milk production costs. To reduce them and increase profitability of production, it is necessary to intensify food production in the unit itself (Martín and Rey 1998).

Cost/benefit relationship, in both cases, is higher than unity. The treatment with the highest grazing intensity exceeds the lowest by 14.8%. However, both present a high cost/benefit relationship for the dairy sector: 1.96 vs. 2.25, for 75 and 150 LAU ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectively. This responds to the fact that only the rainy season was analyzed, moment in which feeding

intensidades de pastoreo representaron, contra los gastos totales, 29.5 y 27.4 % para 75 y 150 UGM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectivamente. El costo del litro de leche producido se incrementó, aproximadamente, en 11.8 % en el tratamiento de menor intensidad (2.17 y 1.94 \$ L<sup>-1</sup>, para 75 y 150 UGM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectivamente).

En la estructura del costo de producción de leche, los gastos por concepto de alimento representaron los mayores porcentajes, y llegaron a significar, aproximadamente, 50 % de los gastos totales en estas explotaciones. Davis y Matamoros (2016) reportaron mayor utilidad por litro producido en pastoreo sin suplementación, ya que el costo de los suplementos se halla entre 40 y 45 % del costo de alimentación (Madriz 2017). Además, el pasto fresco es cinco veces más barato que los forrajes conservados, como es el caso de los ensilajes y, sobre todo, es más barato que los concentrados basados en cereales.

Los gastos por el concepto de compra de alimento tienen gran influencia en los costos de producción de leche. Para disminuirlos y elevar la rentabilidad de la producción es necesario intensificar la producción de

expenses are lower, because animals depend on grass.

Good quality grass-based feeding allows feeding costs to be managed between 42 and 60 % of gross income. There is an inversely proportional relationship between grass quality and supplementation cost. That is, the higher the quality of pasture, the lower the supplementation costs, thus reducing total feeding costs (Davis and Matamoros 2016).

Salado (2012) reported that milk yield of cows has a marked influence on production costs. Martín and Rey (1998), when studying 16 production technologies, showed that as animal productivity increased, production costs decreased, increased labor productivity and increased profitability were manifested.

Results of this study indicate that animals subjected to the treatment of 75 LAU ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> had greater grass availability and had better intake. However, its use was lower. There were no differences in individual productions and in milk quality. However, per grazing area used, it increased 1.74 times with 150 LAU ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, compared to low intensity. Production costs of a liter of milk were between 2.17 and 1.94 \$ L<sup>-1</sup>, for 75 and 150 LAU ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectively.

### Acknowledgements

The authors would like to thank the workers of dairy A of the Institute of Animal Science for the provided support, as well as to the technical staff of Biomathematics group of this institution.

#### Conflict of interest

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

#### Author's contribution

J.J. Reyes: Original idea, experimental design, data analysis, writing the manuscript

Yordaine Ibarra: Experimental design, data analysis, writing the manuscript

Ana V. Enríquez: Conducting the experiment data analysis, writing the manuscript

Sara Rey: Economical analysis, experimental design, writing the manuscript

alimento en la propia unidad (Martín y Rey 1998).

La relación beneficio/costo en los dos casos es superior a la unidad. El tratamiento de mayor intensidad de pastoreo supera en 14.8 % al de menor. Sin embargo, ambos presentan alta relación beneficio/costo para el sector lechero: 1.96 vs 2.25, para 75 y 150 UGM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectivamente. Esto responde a que solo se analizó la época lluviosa, momento en que los gastos por alimentación son más bajos, ya que los animales dependen básicamente del pasto.

La alimentación basada en pastos con buena calidad permite que los costos de alimentación se manejen entre 42 y 60 % del ingreso bruto. Existe una relación inversamente proporcional entre la calidad del pasto y el costo de suplementación. Esto es: a mayor calidad del pasto, menores son los costos de suplementación, por lo que se reducen así los costos totales de alimentación (Davis y Matamoros 2016).

Salado (2012) informó que el rendimiento en leche de las vacas tiene marcada influencia en los costos de producción. Martín y Rey (1998), al estudiar 16 tecnologías de producción, demostraron que en la medida que se incrementó la productividad animal se manifestó disminución de los costos de producción, crecimiento en la productividad del trabajo y aumento en la rentabilidad.

Los resultados de este estudio indican que los animales sometidos al tratamiento de 75 UGM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> tuvieron mayor disponibilidad de pasto y realizaron mayor consumo. Sin embargo, su aprovechamiento fue menor. No se mostraron diferencias en las producciones individuales y en la calidad de la leche. No obstante, por área de pastoreo utilizada se incrementó en 1.74 veces con 150 UGM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, en comparación con la baja intensidad. Los costos de producción del litro de leche estuvieron entre 2.17 y 1.94 \$ L<sup>-1</sup>, para 75 y 150 UGM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, respectivamente.

### Agradecimientos

Se agradece el apoyo brindado por los obreros de la vaquería A del Instituto de Ciencia Animal, así como al personal técnico del grupo de Biomatemática de dicha institución.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses

#### Contribucion de los autores

J.J. Reyes: Idea original, diseño de la investigación, análisis de datos, escritura del manuscrito

Yordaine Ibarra: Diseño de la investigación, análisis de datos y escritura del manuscrito

Ana V. Enríquez: Conducción de la investigación, análisis de datos, escritura del manuscrito

Sara Rey: Análisis económico, diseño de la investigación, escritura del manuscrito

Verena Torres: Análisis estadístico, escritura del manuscrito

## References

- Arias-Gamboa, L.M., Alpízar-Naranjo, A., Castillo-Umaña, M.A., Camacho-Cascante, M.I., Arronis-Díaz, V. & Padilla-Fallas, J.E. 2018. "Milk production and bromatological quality and costs of supplementation with *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, in Jersey cows". *Pastos y Forrajes*, 41(4): 248-253, ISSN: 2078-8452.
- Bargo, F. 2008. Conferencia. 31er Congreso Argentino de Producción Animal. 15-17 de Octubre. Potrero de los Funes, San Luis, Argentina, Available: <http://www.produccion-animal.com.ar>, [Consulted: September 05, 2019].
- Bargo, F. 2014. Eficiencia de utilización del nitrógeno en sistemas lecheros pastoriles. Conferencia. 38vo Congreso Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. 23-25 de Octubre. Frutillar, Los Lagos, Chile, Available: <http://www.sochipa.cl>, [Consulted: August 1st, 2016].
- Cardona-Iglesias, J.L., Mahecha-Ledesma, L. & Angulo-Arizala, J. 2016. "Arbustivas forrajeras y ácidos grasos: estrategias para disminuir la producción de metano entérico en bovinos". *Agronomía Mesoamericana*, 28(1): 273-288, ISSN: 2215-3608, DOI: <http://doi.org/10.15517/am.v28i1.21466>.
- Davis, K. & Matamoros, I. 2016. Producción de leche bajo sistemas pastoriles. Available: <https://www.zamorano.edu/2016/08/11/produccion-leche-sistemas-pastoriles/>, [Consulted: August 31st, 2018].
- Delagarde, R. 2019. Consumo de materia seca de vacas lecheras en sistemas que combinan pastoreo, concentrados y forrajes conservados: tasa de sustitución y respuesta en producción. XLVII Jornadas Uruguayas Buiatría. Centro Médico Veterinario de Paysandú, Paysandú, Uruguay.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C.W. 2012. InfoStat. Version 2012 [Windows]. Grupo InfoStat, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Available: <http://www.infostat.com.ar>.
- Duncan, D.B. 1955. "Multiple Range and Multiple F Tests". *Biometrics*, 11(1): 1-42, ISSN: 0006-341X, DOI: <https://doi.org/10.2307/3001478>.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. Composición de la leche. In: Portal Lácteo. Available: <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-de-la-leche/es/>, [Consulted: August 31st, 2018].
- Gavelán, J. 2017. "Bases para implementar los costos agrícolas". *Quipukamayoc*, 5(10): 83-96, ISSN: 1609-8196, DOI: <https://doi.org/10.15381/quipu.v5i10.5977>.
- Guiot, J.D. 2017. Pasto Mulato II (*Brachiaria* Híbrido): excelente alternativa para producción de carne y leche en zonas tropicales. Available: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/pasto-mulato-brachiaria-hibrido-t41327.htm>, [Consulted: October 2017].
- Haydock, K.P. & Shaw, N.H. 1975. "The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture". *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 15(76): 663-670, ISSN: 1446-5574, DOI: <https://doi.org/10.1071/ea9750663>.
- Hernández, A., Ascanio, M., Morales, M. & León, A. 2015. Clasificación de suelos de Cuba. Ed. INCA. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, pp. 45-48, ISBN: 978-959-7023-77-7.
- Lascano, C., Plazas, R., Medrano, J. & Argel, P. 2002. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110): gramínea decrecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. Ed. Imágenes Gráficas S.A. Cali, Colombia, p. 16, DOI: <https://doi.org/10.13140/2.1.3614.592.7>.
- Low, S.G. 2015. "Signal Grass (*Brachiaria decumbens*) Toxicity in Grazing Ruminants". *Agriculture*, 5(4): 971-990, ISSN: 2077-0472, DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture5040971>.
- Madriz, J.A. 2017. Sector lácteo costarricense en el marco de la apertura comercial. 23er Congreso Nacional Lechero. Cámara Nacional de Productores de Leche. San José, Costa Rica, p. 75.
- Martín, P.C. & Rey, S. 1998. "Relación entre la tecnología y la economía en la producción de leche". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 32(4): 361-369, ISSN: 2079-3480.
- Merlo-Maydana, F., Ramírez-Avilés, L., Ayala-Burgos, A. & Ku-Vera, J. 2017. Efecto de la edad de corte y la época del año sobre el rendimiento y calidad de *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Staff en Yucatán, México". *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 4(2): 116-127, ISSN: 2311-2581.
- Milera, M.C., López, O. & Alonso, O. 2014. "Evolution of grazing management for dairy production in Cuba. Generated principles". *Pastos y Forrajes*, 37(4): 382-391, ISSN: 2078-8452.
- Mojica-Rodríguez, J.E., Castro-Rincón, E., Carulla-Fornaguera, J. & Lascano-Aguilar, C.E. 2017. "Efecto de la edad de rebrote sobre el perfil de ácidos grasos en gramíneas tropicales". *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(2): 217-232, ISSN: 2500-5308, DOI: [http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18\\_num2\\_art:623](http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:623).
- Reategui, K., Aguirre, N., Oliva, R. & Aguirre, E. 2019. "Grazing pressure on forage availability of *Brachiaria decumbens*". *Scientia Agropecuaria*, 10(2): 249-258, ISSN: 2077-9917, DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.10>.
- Reyes, J.J., Ibarra, Y., Enríquez, A.V. & Torres, V. 2019. Performance of *Brachiaria decumbens* vs. Basilisk, subjected to two grazing intensities in the rainy season". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(1): 21-28, ISSN: 2079-3480.
- Roca-Fernandez, A.I. 2020. La leche de vaca producida en base a pasto va a aumentar en el futuro. Available: <https://www.campogalego.es/la-leche-de-vaca-producida-en-base-pasto-va-aumentar-en-el-futuro/>, [Consulted: November 05, 2020].
- Roche, A., Larduet, R., Torres, V. & Ajete, A. 1999. CALRAC. "Programación de computación para el cálculo de raciones en rumiantes". *Cuban Journal of Agricultural Science*, 33(1): 13-21, ISSN: 2079-3480.
- Salado, E.E. 2012. Estrategias de alimentación en sistemas lecheros: Comparación de sistemas confinados vs. Pastoriles. 12mo Congreso Panamericano de la Leche. Available: <https://www.researchgate.net/publication/281116569>, [Consulted: May 07, 2017].
- Sejian, V., Gaughan, J., Baumgard, L. & Prasad, C. 2015. Climate Change Impact on Livestock: Adaptation and Mitigation.



Sejian, V., Gaughan, J., Baumgard, L. & Prasad, C. (eds.). Ed. Springer. New Delhi, India, ISBN: 978-81-322-2265-1, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2265-1>.

Urbano, D., Ciro, D., Homero, C., Fernando, C. & Pedro, M. 2004. Comparación del sistema silvopastoril y gramínea sobre la producción y calidad de leche en vacas criollo limonero. Available: [www.ceniap.gov.ve/pbd/Congresos/agroforesteria/resumenes/urbano\\_diannelis.pdf2004](http://www.ceniap.gov.ve/pbd/Congresos/agroforesteria/resumenes/urbano_diannelis.pdf2004), [Consultado: July, 2007].

**Received**  
**Accepted**