

Milk production with Criollo crossbreed animals, supplemented with fresh semi-integral diet under restricted grazing conditions

Producción de leche con animales mestizos Criollo, complementados con dieta semintegral fresca en condiciones de pastoreo restringido

J.J. Reyes¹, E. Rebolgar², Carmen Redilla², Sara Rey¹, Aida Noda¹, María R. González¹ and F. Alfonso¹

¹Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque

²Empresa Agropecuaria "Bacauranao", Carretera Campo Florido, km 15, Guanabacoa. La Habana

Email: jreyes@ica.co.cu

During two years, the fractionation, one or four times a day, of the supplementation with fresh semi-integral diet was evaluated in dairy cattle with a restricted grazing management. A total of 54 Criollo crossbreed cows were randomly distributed in two treatments: I) supply of the fresh semi-integral diet once a day and II) supply of the diet four times a day. The results showed that when the semi-integral diet was offered four times a day, the total dry matter intake increased ($P < 0.05$) in 8.1 and 9.3 %, in relation to the supply once a day in the rainy and dry season, respectively. This increase in the total dry matter intake is directly related to the increase ($P < 0.05$) of the semi-integral diet, which does not differ in its intake in the rainy season, but this increased in 15.4 % in the dry season, 7.12 vs. 8.22 kg DM diet cow⁻¹ day⁻¹. The milk production increased ($P < 0.01$) in 4.5 and 8.6 %, when supplying the diet four times a day in the rainy and dry season, respectively (7.76 vs. 8.11 and 6.07 vs. 6.59 kg cow⁻¹ day⁻¹, for one and four times the supply in the rainy and dry season, respectively). Similarly, the milk quality improved in the studied components. The study shows that the fractionation of the supplementation with fresh semi-integral diet increases the milk productivity and improves the milk quality, without showing effect on the body condition of the animals.

Key words: *fractionation, intake, milk, quality, body condition*

In the world there are different strategies of food management for milk production, from systems based only on grazing to those developed under stabulation conditions, based on the use of silage and concentrates (Ferris *et al.* 2011) or under tropical conditions with fresh forages and supplements (Reyes *et al.* 2015). These systems differ in the costs, complexity of labors, food management, obtained productions and environmental effect produced in the environment (Senra 2005 and Ferris *et al.* 2011).

The effects of the most intensive systems on animal productivity have been studied mainly in animals of European origin, which do not have the possibility to carry out high intakes of coarse feeds of medium to low quality (Dillon *et al.* 2006). Therefore, under tropics conditions it is necessary to combine both management and feeding systems (grazing plus supplements and low supplements levels), using animals genetically adapted to these conditions, with which it is possible to obtain high dairy production at acceptable costs

Durante dos años, se evaluó el fraccionamiento, una o cuatro veces al día, de la complementación con dieta semintegral fresca a vacunos lecheros con un manejo de pastoreo restringido. Se utilizaron 54 vacas mestizas Criollo, distribuidas aleatoriamente, en dos tratamientos: I) suministro de la dieta semintegral fresca una vez al día y II) suministro de la dieta cuatro veces al día. Los resultados demostraron que al ofertar la dieta semintegral cuatro veces al día, se incrementó ($P < 0.05$) el consumo de materia seca total en 8.1 y 9.3 %, en relación con el suministro una sola vez al día en las épocas de lluvia y poco lluviosa, respectivamente. Este incremento en el consumo total de materia seca está relacionado directamente con el incremento ($P < 0.05$) de la dieta semintegral propiamente dicha, que no difiere en su consumo en la época lluviosa, pero este se incrementó en 15.4 % en la poca lluviosa, 7.12 vs. 8.22 kg MS dieta vaca⁻¹ día⁻¹. La producción de leche se incrementó ($P < 0.01$) en 4.5 y 8.6 %, al suministrar la dieta cuatro veces al día en la época de lluvia y poca lluviosa, respectivamente (7.76 vs 8.11 y 6.07 vs. 6.59 kg vaca⁻¹ día⁻¹, para una y cuatro veces el suministro en el período lluvioso y poco lluvioso, respectivamente). De igual forma, mejoró la calidad de la leche en los componentes estudiados. El trabajo demuestra que el fraccionamiento de la complementación con dieta semintegral fresca incrementa la productividad láctea y mejora la calidad de la leche, sin mostrar efecto en la condición corporal de los animales.

Palabras clave: *fraccionamiento, consumo, leche, calidad, condición corporal*

En el mundo existen diferentes estrategias del manejo de los alimentos para la producción de leche, desde los sistemas basados en el pastoreo solamente hasta los que se desarrollan en condiciones de estabulación, basados en la utilización de ensilajes y concentrados (Ferris *et al.* 2011) o en las condiciones del trópico con forrajes frescos y suplementos (Reyes *et al.* 2015). Estos sistemas difieren en los costos, complejidad de las labores, manejo del alimento, producciones obtenidas y efecto ambiental que producen en el medio (Senra 2005 y Ferris *et al.* 2011).

Los efectos de los sistemas más intensivos en la productividad animal se han estudiado mayormente en animales de origen europeo, que no tienen la posibilidad de realizar altos consumos de alimentos voluminosos de mediana a baja calidad (Dillon *et al.* 2006). Por ello, en las condiciones del trópico se hace necesario combinar ambos sistemas de manejo y alimentación (pastoreo más complementos y bajos niveles de suplementos), utilizando animales genéticamente más adaptados a estas condiciones, con los que se pueden obtener

(Roca-Fernández *et al.* 2011, 2012). The objective of this study was to evaluate the fractionation of the supplementation with fresh semi-integral diet in cows in restricted grazing, in the production and quality of bovine milk.

Materials and Methods

The studies were carried out for two years in a unit of the "Bacuranao" agricultural enterprise, located at 23 °08' 44.9 North latitude and 82 °17' 23.1 West longitude, in Habana del Este municipality, Havana province. Its general weather conditions are: annual rainfall of 1309 mm, relative humidity of 80.2 % and average temperature that varies between 26.6 °C in the rainy months and 22.3 °C in the dry ones.

A total of 54 cows from the crossbred Criollas genotype were used, with a stocking rate of 2.8 UGM ha⁻¹. At the beginning of the experiment they showed body condition of 2.77 ± 0.14 and 3.1 average lactations. They were randomly distributed in two treatments, taking into account the milk production of the previous lactation, body condition and the days of lactation:

I. Restricted grazing plus semi-integral diet supplied once a day (11:30 am)

I. Restricted grazing plus semi-integral diet divided into four equal parts per day (11:30 a.m., 8:00 p.m., 11:00 p.m. and 2:00 a.m.).

The cows were in a restricted grazing system all year. The grazing was done all together (54 animals from the two treatments), from 7:00 a.m. to 11:00 a.m. and from 4:30 p.m. to 7:30 p.m. The grass used consisted of a mixture of grasses with a floristic composition of 32.5 % of star grass (*Cynodon nlemfuensis*), 37.1 % of bluestem (*Dichantium caricosum*), 26.7% of marvel grass (*Andropogon annulatus*) and 3.7 % of guinea grass (*Megathyrsus maximum*), established in a red ferrallitic soil (Hernández *et al.* (2015).

In the hours between 11:30 a.m. and 2:30 p.m. and from 8:00 p.m. to 4:00 a.m., the animals remained in the shade building separated by treatments, in which the semi-integral diet was offered to both groups, approximately 10% higher than the average intake of each group, in concrete feeders. They had water and mineral salts *ad libitum*. The fresh semi-integral diet consisted of a mixture of tropical forages: sugar cane (*Saccharum officinarum*) of 35.0 to 40.0 percent; Cuba CT 169 (*Cenchrus purpureus* cv. Cuba CT-169) 45.0 to 55.0 %; leucaena (*Leucaena leucocephala*) 10.0 to 15.0 %. It also had 1.0% urea and 0.5 % mineral salts.

The supplementation carried out during the study was concentrated at a rate of 0.4 kg of fresh matter per kilogram of milk⁻¹ produced from the third kilogram of milk (average of the two experimental groups), which was offered in equal parts in both milking (5:00 a.m. and 3:00 p.m.).

altas producciones lácteas a costos aceptables (Roca-Fernández *et al.* 2011, 2012). El objetivo de este estudio fue evaluar el fraccionamiento de la complementación con dieta semintegral fresca en vacas en pastoreo restringido, en la producción y calidad de leche bovina.

Materiales y Métodos

Los estudios se realizaron durante dos años, en una unidad de la empresa agropecuaria "Bacuranao", ubicada a los 23° 08' 44.9" de latitud Norte y los 82 °17' 23.1" de longitud Oeste, en el municipio Habana del Este, provincia La Habana. Sus condiciones climatológicas generales son: precipitación anual de 1309 mm, humedad relativa de 80.2 % y temperatura media que oscila entre 26.6 °C en los meses lluviosos y 22.3 °C en los poco lluviosos.

Se utilizaron 54 vacas totales del genotipo mestizas Criollas, con carga global de 2.8 UGM ha⁻¹. Al inicio del experimento presentaron condición corporal de 2.77 ± 0.14 y 3.1 lactancias promedio. Se distribuyeron aleatoriamente en dos tratamientos, tomando en cuenta la producción de leche de la lactancia anterior, condición corporal y los días de lactancia:

I. Pastoreo restringido más dieta semintegral suministrada una vez al día (11:30 am)

II. Pastoreo restringido más dieta semintegral fraccionada en cuatro partes iguales al día (11:30 a.m., 8:00 p.m., 11:00 p.m. y 2:00 a.m.).

Las vacas se mantuvieron en un sistema de pastoreo restringido todo el año. El pastoreo lo realizaban todas juntas (54 animales de los dos tratamientos), de 7:00 a.m. a 11:00 a.m. y de 4:30 p.m. a 7:30 p.m. El pasto utilizado estaba compuesto por una mezcla de gramíneas con una composición florística del 32.5 % de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), 37.1 % de jiribillas (*Dichantium caricosum*), 26.7 % de pitilla (*Andropogon annulatus*) y 3.7% de guinea (*Megathyrsus maximum*), establecidos en un suelo ferralítico rojo (Hernández *et al.* (2015).

En los horarios comprendidos entre 11:30 a.m. y 2:30 p.m. y de 8:00 p.m. a 4:00 a.m., los animales permanecieron en las naves de sombra separados por tratamientos, en los que se les ofreció la dieta semintegral a ambos grupos, aproximadamente en 10 % superior al consumo promedio de cada grupo, en comederos de concreto. Contaban con agua y sales minerales a voluntad. La dieta semintegral fresca estaba compuesta por una mezcla de forrajes tropicales: caña de azúcar (*Saccharum officinarum* de 35.0 a 40.0 por ciento; Cuba CT 169 (*Cenchrus purpureus* vc. Cuba CT-169) 45.0 a 55.0 %; leucaena (*Leucaena leucocephala*) 10.0 a 15.0 %. Presentaba además 1.0 % de urea y 0.5 % de sales minerales.

La suplementación realizada durante el trabajo fue con concentrado a razón de 0.4 kg de materia fresca por kilogramo de leche⁻¹ producido a partir del tercer kilogramo de leche (promedio de los dos grupos experimentales), que se ofreció en partes iguales en

During the study, the following measurements were taken:

1. The intake of the semi-integral diet by the animals was estimated every two weeks (supply minus rejection).

2. The grass intake was estimated every month (difference between input and output availability). Grass availability was calculated by the method described by Haydock and Shaw (1975). From 80 to 100 ha⁻¹ samples were taken. The cutting height of the grass was approximately 10.0 cm from the soil.

3. The concentrate intake was monthly fitted, according to production.

4. The bromatological composition of foods was calculated each month (a representative sample of 200 g fresh of each food was taken separately). It was analyzed according to AOAC (2016) techniques. The ME was determined according to the formula:

$ME (MJ \text{ kg DM}^{-1}) = (2.66 - 0.0199 \% \text{ CF}) * 4.187$ (Martín 1982).

5. The production and milk quality was calculated each month, individually, in both milking.

6. Milk components (fat, protein, lactose, non-fat and total solids, g 100 mL milk⁻¹) were determined on a MilkoScan Minus 6 infrared device from FOSS.

7. Body condition (BC) was estimated according to the scale from 1 to 5, proposed by Edmonson *et al.* (1989), where 1 = very thin and 5 = very fat.

Analysis of variance was applied to determine milk production and quality, according to multiplicative model (Menchaca 1978). The data were transformed according to LN (x). For the rest of the measurements, analysis of variance was used according to one-way model with factorial arrangement between treatments (2) and seasons (2). Possible interactions were analyzed. For the difference between means, Kramer (1956) test was used.

Results and Discussion

The total availability of foods offered in both seasons was 26.34 and 15.47 kg dry matter cow⁻¹ d⁻¹, for the rainy and dry seasons, respectively. This allows an acceptable intake and adequate selection of this, mainly in the rainy season (Senra 2005). However, the coarse feeds (grasses and semi-integral diet) used showed lower quality in the dry season ($P < 0.001$), in regard, mainly, to crude protein concentration (table 1). In the case of the semi-integral diet, this result is due to the participation of sugar cane forage, which increased from 19.22 % in the rainy season to 42.00 % in the dry season. Given this situation, the supplementation represents an opportunity to cover the deficit between nutrient input and the cattle demand (Rotger *et al.* 2006).

In average low-quality diets, the main limitation in effective use of the fiber at rumen level was the

ambos ordeños (5:00 a.m. y 3:00 p.m.).

Durante el trabajo, se realizaron las siguientes mediciones:

1. El consumo de la dieta semintegral por parte de los animales se estimó quincenalmente (oferta menos rechazo).

2. El consumo de pasto se estimó cada mes (diferencia entre la disponibilidad de entrada y salida). La disponibilidad del pasto se calculó por el método descrito por Haydock y Shaw (1975). Se tomaron de 80 a 100 muestras ha⁻¹. La altura de corte del pasto fue, aproximadamente, a los 10.0 cm del suelo.

3. El consumo de concentrado se ajustó mensualmente, según producción.

4. La composición bromatológica de los alimentos se determinó cada mes (se tomó una muestra representativa de 200 g fresco de cada alimento por separado). Se analizó según las técnicas del AOAC (2016). La EM se determinó según la fórmula:

$EM (MJ \text{ kg MS}^{-1}) = (2.66 - 0.0199 \% \text{ FB}) * 4.187$ (Martín 1982).

5. La producción y calidad de la leche se calculó cada mes, de manera individual, en ambos ordeños.

6. Los componentes lácteos (grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y totales, g 100 mL de leche⁻¹), se determinaron en un equipo infrarojo MilkoScan Minus 6 de la firma FOSS.

7. La condición corporal (CC) se estimó según la escala del 1 al 5, propuesta por Edmonson *et al.* (1989), donde 1 = muy flaco y 5 = muy gorda.

Se aplicó análisis de varianza para determinar la producción y calidad de la leche, según modelo multiplicativo (Menchaca 1978). Los datos se transformaron según LN (x). Para el resto de las medidas, se utilizó análisis de varianza según modelo de clasificación simple con arreglo factorial entre tratamientos (2) y épocas (2). Se analizaron las posibles interacciones. Para la diferencia entre medias, se utilizó la dócima de Kramer (1956).

Resultados y Discusión

La disponibilidad total de los alimentos ofertados en ambas épocas fue de 26.34 y 15.47 kg materia seca vaca⁻¹ d⁻¹, para las épocas lluviosa y poco lluviosa, respectivamente. Esto posibilita un consumo aceptado y selección adecuada de este, fundamentalmente en la época lluviosa (Senra 2005). Sin embargo, los alimentos voluminosos (pastos y dieta semintegral) utilizados mostraron más baja calidad en la época poco lluviosa ($P < 0.001$), en lo que respecta fundamentalmente a la concentración de proteína bruta (tabla 1). En el caso de la dieta semintegral, este resultado está dado por la participación del forraje de caña de azúcar, que se incrementó desde 19.22 % en la lluvia hasta 42.00 % en la época poco lluviosa. Ante esta situación, la suplementación representa una oportunidad para cubrir el déficit entre el aporte de nutrientes y la demanda de los bovinos (Rotger *et al.* 2006).

available nitrogen (Drissler *et al.* 2005). In these results, the low crude protein level contributed by grass in the rainy season is compensated by the inclusion of the fresh semi-integral diet and the concentrate, which together bring the crude protein concentration into the total supply of dry matter on the order of 77.9 g kg of dry matter⁻¹. However, these values are below 110 g of crude protein per kilogram of dry matter⁻¹, level in which the microbial growth in the rumen is maximized (Garriz and López 2002), without affecting these protein values the growth of microorganisms, specifically those of cellulolytic actions (Rodríguez *et al.* 2006).

The results obtained in the dry matter intake per

En dietas de baja calidad promedio, la limitación principal en la utilización efectiva de la fibra a nivel ruminal fue el nitrógeno disponible (Drissler *et al.* 2005). En estos resultados, se compensa el bajo nivel de proteína bruta, que aporta el pasto en la época lluviosa, con la inclusión de la dieta semintegral fresca y el concentrado, que en su conjunto logran llevar la concentración de proteína bruta en la oferta total de materia seca al orden de los 77.9 g kg de materia seca⁻¹. Sin embargo, estos valores quedan por debajo de los 110 g de proteína bruta por kilogramo de materia seca⁻¹, nivel en que se maximiza el crecimiento microbiano en el rumen (Garriz y López 2002), sin afectar estos valores de proteína el crecimiento de los microorganismos, específicamente los de acciones

Table 1. Bromatological quality and availability of used foods

Foods	Quality Season	Availability (kg DMcow ⁻¹ day ⁻¹)	DM (%)	CP (%)	ME (MJ kgDM ⁻¹)
Grasses	Rainy	18.98	24.53	8.25	9.12
	±SE	1.05	1.04	0.67	0.13
	Dry	4.93	30.62	6.36	8.46
	±SE	1.02	0.96	0.53	0.12
	Sign.	***	***	***	***
Semi-integral diet	Rainy	5.49	25.64	9.74	9.09
	±SE	1.41	0.91	0.53	0.12
	Dry	8.88	28.93	7.89	8.71
	±SE	1.19	0.87	0.52	0.11
	Sign.	***	***	***	***
Supplement	Rainy	1.87	85.31	15.96	11.07
	±SE	0.19	0.46	0.34	0.12
	Dry	1.66	86.25	16.11	10.94
	±SE	0.17	0.42	0.31	0.12

*** P<0.001

cows showed that there was interaction (P <0.05) between treatments and time for total intake and of the semi-integral diet itself. When the semi-integral diet was distributed in a fractional way four times a day, the total dry matter intake increased (P < 0.05) in 8.1 and 9.3% in relation to the once supply for rainy and dry seasons, respectively. Similarly, in the rainy season, the total dry matter intake improved (P <0.05) in 9.8 vs. 11.1%, for diet supply one and four times a day respectively, relative to the dry season (table 2).

The dry matter intake of the semi-integral diet did not differ between treatments during the rainy season. However, in the dry season it increased in 1.10 kg of dry matter cow⁻¹ day⁻¹ (15.4 percent), when it was offered four times a day with respect to a single daily supply. The intakes of the supplement did not show differences in the studied variables; while the grasses intake increased (P <0.01) in 4.52 kg of dry matter cow⁻¹ day⁻¹, in the rainy season in relation to the dry season.

Under tropics conditions, grasses and forages have

celulolíticas (Rodríguez *et al.* 2006).

Los resultados obtenidos en los consumo de materia seca por vacas indicaron que existió interacción (P <0.05) entre tratamientos y época para el consumo total y de la dieta semintegral propiamente dicha. Al ofertar la dieta semintegral de forma fraccionada cuatro veces al día, se incrementó (P <0.05) el consumo de materia seca total en 8.1 y 9.3 % en relación con el suministro de una vez, para las épocas de lluvia y poco lluviosa, respectivamente. De igual forma, en la época lluviosa, mejoró (P < 0.05) el consumo total de materia seca en 9.8 vs 11.1 %, para el suministro de la dieta una y cuatro veces al día respectivamente, en relación con el período poco lluvioso (tabla 2).

El consumo de materia seca de la dieta semintegral propiamente dicha no difirió entre tratamientos en la época lluviosa. Sin embargo, en el período poco lluvioso se incrementó en 1.10 kg de materia seca vaca⁻¹ d⁻¹ (15.4 por ciento), cuando se ofertó cuatro veces al día con respecto a una sola oferta diaria. Los consumos del suplemento no mostraron diferencias en las variables estudiadas; mientras que el consumo del pasto se incrementó (P <0.01) en 4.52 kg de materia seca vaca⁻¹ d⁻¹, en la época lluviosa con relación a la poco lluviosa.

Table 2. Dry matter intake per dairy cows, under restricted grazing conditions, supplemented with fresh semi-integral diet, fractionated or not.

Intake measurements (kg DM animal ⁻¹ day ⁻¹)	Treatments Seasons	Once	Four times	Sign.	
Supplement	Seasons	Rainy	1.74	-	
		±SE	0.12		
	Treatments	Dry	1.61	-	
		±SE	0.11		
Grass	Seasons	Once	1.70	-	
		±SE	0.12		
	Treatments	Four times	1.68	-	
		±SE	0.12		
Semi-integral diet	Seasons	Rainy	6.71	**	
		±SE	1.09		
	Treatments	Dry	2.19	*	
		±SE	1.07		
Total of the diet	Rainy	3.87 ^a	4.35 ^a	*	
		±SE	0.28		0.27
	Treatments	Dry	7.12 ^b	8.22 ^c	*
		±SE	0.28	0.27	
Total of the diet	Rainy	12.01 ^b	12.98 ^c	*	
		±SE	0.32		0.31
	Treatments	Dry	10.81 ^a	11.86 ^b	*
		±SE	0.31	0.31	

^{a,b,c,d}Means with different superscripts differ at P<0.05 Kramer (1956).

* P<0.05 ** P<0.01

more fiber, which could limit their voluntary intake (Zebeli *et al.* 2012) and therefore nutrient intake. Likewise, the performance in animal intake may be influenced by the food management system. It has been shown that in completely stabulated systems, the animals do not differ or can increase the intake between 1.8-2.2 kg DM cow⁻¹ day⁻¹ with respect to semi-stabulated plus grazing. However, in comparison with completely pastoral systems, this difference may be higher, and it affects the use or not of concentrates, reaching 5.0, and 4.5 to 6.8 kg DM cow⁻¹ day⁻¹ when is supplemented or not, respectively (Bretschneider and Salado 2010).

Under the conditions of this study, by offering the supplementation in a semi-integral diet, divided four times a day, stability in the ruminal environment was possible (Rotger *et al.* 2006) and, therefore, the increase in the effective degradation of the used coarse feeds (fiber). It also increased the nutrient supply to the lower parts of the digestive system, according to the reports of Galvis *et al.* (2007), and Roca-Fernández *et al.* (2013).

The improvement in the chemical composition of grasses and their availability in the rainy season (table 1) increase the intake by the animals. This increase determines a higher intake of total dry matter (table 2) and, therefore, of more nutritive fractions. As a consequence, the degradation of fibrous foods at the rumen level is superior (Reyes *et al.* 2012).

En las condiciones del trópico, los pastos y forrajes contienen más proporción de fibra, lo que podría limitar el consumo voluntario de los mismos (Zebeli *et al.* 2012) y por lo tanto, la ingestión de nutrientes. Igualmente, el comportamiento en el consumo animal puede estar influenciado por el sistema de manejo de los alimentos. Se ha demostrado que en sistemas completamente estabulados, los animales no difieren o pueden incrementar el consumo entre 1.8-2.2 kg MS vaca⁻¹ d⁻¹ con respecto a la semiestabulación más pastoreo. Sin embargo, en comparación con sistemas completamente pastoriles, esta diferencia puede ser mayor, y en ella influye el uso o no de concentrados, llegando a los 5.0, y de 4.5 a 6.8 kg MS vaca⁻¹ d⁻¹ cuando se suplementa o no, respectivamente (Bretschneider y Salado 2010).

En las condiciones de este estudio, al ofrecer la complementación en forma de dieta semintegral, fraccionada cuatro veces al día, se posibilitó la estabilidad en el ambiente ruminal (Rotger *et al.* 2006) y por tanto, el incremento en la degradación efectiva de los alimentos voluminosos utilizados (fibra). Aumentó además, el aporte de nutrientes a las partes baja del sistema digestivo, según los informes de Galvis *et al.* (2007), y Roca-Fernández *et al.* (2013).

La mejora en la composición química de los pastos y su disponibilidad en el período lluvioso (tabla 1) aumentan el consumo por parte de los animales. Este incremento determina mayor ingestión de materia seca total (tabla 2) y por ende, de fracciones más nutritivas. Como

The analysis of the interaction between milk production and season was positive ($P < 0.01$). In both periods, with the fractionation of the semi-integral diet, dairy production increased ($P < 0.01$) in 4.5 and 8.6 % as average, with respect to once a day supply, in the rainy season and dry season, respectively (8.11) vs 7.76 and 6.59 vs. 6.07 kg of milk cow⁻¹ d⁻¹, for diet supply four times vs. once, in rainy and dry seasons, respectively). While, in the rainy season, more milk ($P < 0.01$) was produced than in the dry season, in both treatments, in 27.8 and 23.1 % for the supply once and four times a day, respectively (table 3).

When supplementation was used in the form of a semi-integral diet in combination with grazing, the offered supplements may reduce the dry matter intake of the grass. However, in general, the revisions show an increase in the total dry matter intake and in milk production (Cangiano and Antonacci 2014). Therefore, in this study, the improvement in dairy production is associated with the increase of total dry matter intake that the animals showed and, therefore, to the higher nutrients intake, a difference that is more accentuated between the seasons (table 1), either in grass quantity or in quality of both fibrous components of the diet (grass and semi-integral diet). Similar results reported Batista *et al.* (2000), Bargo *et al.* (2002) and Bargo

consecuencia de ello, es superior la degradación de los alimentos fibrosos a nivel del rumen (Reyes *et al.* 2012).

El análisis de la interacción entre la producción de leche y época fue positiva ($P < 0.01$). En ambos períodos, con el fraccionamiento de la dieta semintegral se incrementó ($P < 0.01$) la producción láctea en 4.5 y 8.6 % como promedio, con respecto al suministro una vez al día, en el período de lluvia y poco lluvioso, respectivamente (8.11 vs 7.76 y 6.59 vs 6.07 kg de leche vaca⁻¹ d⁻¹, para el suministro de la dieta cuatro veces vs una vez, en las épocas de lluvia y poco lluviosa, respectivamente). Mientras, en el período lluvioso se produjo más leche ($P < 0.01$) que en el poco lluvioso, en ambos tratamientos, en 27.8 y 23.1 % para el suministro una vez y cuatro veces al día, respectivamente (tabla 3).

Cuando se empleó complementación en forma de dieta semintegral en combinación con el pastoreo, los suplementos ofrecidos pueden reducir el consumo de materia seca del pasto. Sin embargo, en sentido general, las revisiones indican aumento en el consumo total de materia seca y en la producción de leche (Cangiano y Antonacci 2014). Por ello, en este estudio, la mejora en la producción láctea se asocia al incremento del consumo total de materia seca que manifestaron los animales y por ende, mayor ingestión de nutrientes; diferencia que se acentúa más entre las épocas (tabla 1), sea en cantidad de pasto como en

Table 3. Milk production of cows managed under restricted grazing conditions, supplemented with fresh semi-integral diet fractionated four times or once a day.

Measurements	Treatments Seasons	Once	Four times	Sign
Milk production (kg cow ⁻¹ day ⁻¹)	Rainy	1.89 ^b	1.97 ^a	**
	±SE	±0.046 (7.76)	±0.045 (8.11)	
	Dry	1.82 ^d	1.85 ^c	
	±SE	±0.046 (6.07)	±0.045 (6.59)	

^{a,b,c,d}Means with different superscripts differ at $P < 0.05$ Kramer (1956).

** $P < 0.01$ () real data

(2013).

The study of the milk composition of cows managed under experimental conditions showed significant interactions between treatments and seasons, in the cases of the variable fat percentage ($P < 0.01$) and the percentages of protein, non-fatty solids and total solids ($P < 0.05$). The improvements ($P < 0.01$) in the percent of milk fat in the rainy season were 2.8 and 2.7 % for the semi-integral diet offerings once and four times, respectively. While the percentages of protein, non-fatty and total solids, were increased ($P < 0.05$) in the rainy season in 3.5 vs. 2.6; 1.6 vs. 0.8 and 0.9 vs. 0.7 for diet supplies four times vs once daily, respectively. The lactose percentages did not show any variation in the studied effects (table 4).

The increases in milk composition improvement in the rainy season and, specifically, the higher fractionation of the fresh semi-integral diet in pen,

calidad de ambos componentes fibrosos de la dieta (pasto y dieta semintegral). Resultados similares informaron Batista *et al.* (2000), Bargo *et al.* (2002) y Bargo (2013).

El estudio de la composición láctea de las vacas manejadas en las condiciones experimentales evidenció interacciones significativas entre los efectos tratamientos y épocas, en los casos de la variable porcentaje de grasa ($P < 0.01$) y los porcentajes de proteína, sólidos no grasos y sólidos totales ($P < 0.05$). Las mejoras ($P < 0.01$) en el por ciento de la grasa láctea en la época lluviosa fueron de 2.8 y 2.7 % para las ofertas de la dieta semintegral una vez y cuatro veces, respectivamente. Mientras que los por cientos de proteína, sólidos no grasos y totales, se incrementaron ($P < 0.05$) en la época lluviosa en 3.5 vs. 2.6; 1.6 vs 0.8 y 0.9 vs 0.7 para los suministros de la dieta cuatro vs una vez al día, respectivamente. Los porcentajes de lactosa no mostraron variación en los efectos estudiados (tabla 4).

are associated to the increase in the total intake of dry matter and, specifically, to the grass intake. It is also related to the significant improvement in the quality of coarse feeds, more marked in the grass. Similar results with respect to improvement in nutrient intake and milk composition were reported by Galvis *et al.* (2007) and Schmidt *et al.* (2007).

This response in milk is directly related to the higher nutrients intake, when the supplementary diet is supplied four times a day, since there were not differences

Los incrementos en la mejora de la composición láctea en la época lluviosa y, específicamente, el mayor fraccionamiento de la dieta semintegral fresca en nave, se asocian al incremento en la ingestión total de materia seca y, específicamente, al consumo de pasto propiamente dicho. Además, se relaciona con la mejora significativa en la calidad de los alimentos voluminosos, más marcada en el pasto. Resultados similares con respecto a la mejora en la ingestión de nutrientes y la composición láctea fueron informados por Galvis *et al.* (2007) y Schmidt *et al.* (2007).

Table 4. Milk composition of cows managed under restricted grazing conditions, supplemented with fresh semi-integral diet fractionated four times or once a day.

Measurements	Treatments Seasons	Once	Four times	Sign
Milk composition, (g 100 mL of milk ⁻¹)				
Fat	Rainy	1.29 ^c	1.31 ^d	**
±SE	±SE	±0.04 (3.32)	±0.04 (3.36)	
	Dry	1.25 ^a	1.27 ^b	
	±SE	±0.04 (3.23)	±0.04 (3.27)	
Protein	Rainy	1.15 ^b	1.18 ^c	*
±SE	±SE	±0.03 (3.14)	±0.03 (3.26)	
	Dry	1.13 ^a	1.15 ^b	
	±SE	±0.03 (3.06)	±0.03 (3.15)	
Non- fatty solids	Rainy	2.16 ^b	2.21 ^c	*
±SE	±SE	±0.07 (8.72)	±0.07 (8.82)	
	Dry	2.09 ^a	2.12 ^{ab}	
	±SE	±0.08 (8.65)	±0.08 (8.68)	
Total solids	Rainy	2.49 ^b	2.55 ^c	*
±SE	±SE	±0.08 (12.16)	±0.08 (12.28)	
	Dry	2.43 ^a	2.50 ^b	
	±SE	±0.08 12.07	±0.08 12.17	
Lactose	Treatments	Once	1.53	-
±SE		±SE	±0.03 (4.72)	
		Four times	1.52	
		±SE	±0.02 (4.70)	
	Seasons	Rainy	1.54	-
		±SE	±0.03 (4.73)	
		Dry	1.52	
		±EE	±0.02 (4.71)	

^{a,b,c,d}Means with different superscripts differ at $P < 0.05$ Kramer (1956).

* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$ () real data.

between the body condition of the animals, neither between the seasons and treatments. This may indicate that no mobilizations of body tissue were made for milk production, nor any part of the food was deposited as adipose tissue. However, the body conditions showed by the animals on average were between 2.75 and 2.93 points (table 5). This shows that the cows were in an accepted nutritional plane, since the optimal body condition for lactating animals is considered between 3.0-3.5 for Holstein cows (Roche *et al.* 2009). However, Saborío-Montero and Sánchez (2014) reported average body condition in lactation from 2.76 to 2.96 in multiparous Jersey animals.

The study developed shows that the use of the

Esta respuesta en la leche está directamente relacionada con el mayor consumo de nutrientes, cuando se suministra cuatro veces al día la dieta complementaria, ya que no se encontró diferencia entre la condición corporal de los animales ni entre las épocas ni entre tratamientos. Esto puede indicar que no se realizaron movilizaciones de tejido corporal para la producción láctea, tampoco parte del alimento se depositó como tejido adiposo. Sin embargo, las condiciones corporales mostradas por los animales como promedio se encontraban entre los 2.75 a 2.93 puntos (tabla 5). Esto indica que las vacas se encontraban en un plano nutricional aceptado, pues la condición corporal óptima para animales en lactación se considera entre 3.0-3.5 para vacas Holstein (Roche *et al.*

Table 5. Body condition of cows managed under restricted grazing conditions, supplemented with fresh semi-integral diet fractionated four times or once a day.

Measurements	Seasons		Sign	Treatments		Sign
	Rainy	Dry		Once	Four times	
Body condition	2.93	2.75	-	2.78	2.91	-
±SE	±0.16	±0.17		±0.17	±0.16	

fresh semi-integral diet, fractionated four times a day in restricted grazing systems, increases the total dry matter intake in both seasons of the year (0.97 vs. 1.01 kg DM animal⁻¹ d⁻¹, for rainy season and dry season) and the semi-integral diet proper in the dry season (1.1 kg DM animal⁻¹ d⁻¹). It was shown higher milk productivity per cow in 0.35 and 0.52 kg of milk cow⁻¹d⁻¹, in the rainy season and dry season, respectively; also, an improvement in the milk quality of the them. There were no affectations in the body condition of cows.

2009). Sin embargo, Saborío-Montero y Sánchez (2014) informaron condición corporal promedio en la lactación de 2.76 a 2.96 en animales Jersey múltiparas.

El trabajo desarrollado demuestra que la utilización de la dieta semintegral fresca, fraccionada cuatro veces al día en sistemas de pastoreo restringido, incrementa el consumo total de materia seca en ambas época del año (0.97 vs 1.01 kg MS animal⁻¹ d⁻¹, para época de lluvia y poco lluviosa) y de la dieta semintegral propiamente dicha en la época poco lluviosa (1.1 kg MS animal⁻¹ d⁻¹). Se mostró mayor productividad láctea por vaca en 0.35 y 0.52 kg de leche vaca⁻¹d⁻¹, en la época de lluvia y poco lluviosa, respectivamente; además, una mejora en la calidad láctea de las mismas. No se mostraron afectaciones en la condición corporal de las vacas.

References

- AOAC, G. W. 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed., Rockville, MD: AOAC International, ISBN: 978-0-935584-87-5, Available: <<http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>>, [Consulted: September 22, 2016].
- Bargo, F. 2013. "Eficiencia de utilización del nitrógeno en sistemas lecheros pastoriles". In: XXXVIII Congreso Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal, Frutillar, Chile: INIA - SOCHIPA, Available: <http://www.sochipa.cl/index.php?id=26&tx_ttnews%5Btt_news%5D=37&cHash=ec9a28630ca6381563f7f1f247525cbc>, [Consulted: May 25, 2017].
- Bargo, F., Muller, L. D., Varga, G. A., Delahoy, J. E. & Cassidy, T. W. 2002. "Ruminal Digestion and Fermentation of High-Producing Dairy Cows with Three Different Feeding Systems Combining Pasture and Total Mixed Rations". *Journal of Dairy Science*, 85(11): 2964–2973, ISSN: 0022-0302, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74382-8.
- Batista, V. P., Guimarães, E., Motta, M. C. & de Oliveira, M. P. 2000. "Consumo voluntario de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastajeo". *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(6): 2200–2208, ISSN: 1806-9290.
- Bretschneider, G. & Salado, E. 2010. Sistemas confinados vs. pastoriles. Ventajas y desventajas. Ficha Técnica, no. 8, Santa Fe, Argentina: INTA, Available: <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-ficha_8-sistemas_confinados_vs_pastoriles.pdf>, [Consulted: May 25, 2017].
- Cangiano, C. A. & Antonacci, L. 2014. Vacas lecheras ¿alimentar en pastoreo o en confinamiento? Programa Ámbito Nacional Leches, Argentina: INTA, 119–123 p., Available: <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cangiano_vacas_lecheras.pdf>, [Consulted: May 25, 2017].
- Dillon, P., Berry, D. P., Evans, R. D., Buckley, F. & Horan, B. 2006. "Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production". *Livestock Science*, 99(2): 141–158, ISSN: 1871-1413, DOI: 10.1016/j.livprodsci.2005.06.011.
- Drissler, M., Gaworski, M., Tucker, C. B. & Weary, D. M. 2005. "Freestall Maintenance: Effects on Lying Behavior of Dairy Cattle". *Journal of Dairy Science*, 88(7): 2381–2387, ISSN: 0022-0302, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72916-7.
- Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T. & Webster, G. 1989. "A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows". *Journal of Dairy Science*, 72(1): 68–78, ISSN: 0022-0302, DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0.
- Ferris, C. P., Vance, E. R., Elliot, C. & Kilpatrick, D. 2011. Comparison of the performance of two cow genotypes within a total confinement and low input grazing system. Final Report, no. D-45-08, Ireland: Agri-Food and Bioscience Institute, Agriculture Branch, 101 p., Available: <<http://www.agri-search.org/dairy/completed-dairy/geneticsdairy-completed/158-comparison-of-the-performance-of-two-cow-genotypes-within-a-low-input-grazing-system-and-a-high-input-total-confinement-system-d-45-08%20%5b3>>, [Consulted: May 25, 2017].
- Galvis, R., Agudelo, D. & Saffon, A. 2007. "Condición corporal, perfil de lipoproteínas y actividad ovárica en vacas Holstein en lactancia temprana". *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(1): 16–29, ISSN: 0120-0690.
- Garriz, M. & López, A. 2002. Suplementación con nitrógeno no proteico en rumiantes. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires, 22 p., Available: <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/07-suplementacion_con_nitrogeno.pdf>, [Consulted: May 25, 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: 10.1071/ea9750663.
- Hernández, J. A., Pérez, J. J. M., Bosch, I. D. & Castro, S. N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA, 93 p., ISBN: 978-959-7023-77-7.
- Kramer, C. Y. 1956. “Extension of Multiple Range Tests to Group Means with Unequal Numbers of Replications”. *Biometrics*, 12(3): 307–310, ISSN: 0006-341X, DOI: 10.2307/3001469.
- Martín, P. C. 1982. “Relationships between nutrient content, digestibility and energy concentration in tropical grasses”. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 16(2): 153–157, ISSN: 2079-3480.
- Menchaca, M. 1978. Modelo multiplicativo con efectos de curva de lactancias controlada para el análisis estadístico de experimentos con vacas lecheras. Ph.D. Thesis, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 134 p.
- Reyes, J. J., Martín, P. C., Gálvez, M., Rey, S., Capdevila, J., Noda, A. & Redilla, C. 2015. “Comportamiento productivo de vacas mestizas Siboney, en condiciones de estabulación en el trópico”. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 19 (1): 41–52, ISSN: 0188-7890.
- Reyes, O., Murillo, M., Herrera, E., Gutiérrez, E., Juárez, A. S. & Cerrillo, A. 2012. “Influence of the season on nutritional and metabolic indicators of grazing cattle in the North of Mexico”. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 46(4): 375–380, ISSN: 2079-3480.
- Roca-Fernández, A. I., Ferris, C. P. & González-Rodríguez, A. 2013. “Short communication. Behavioural activities of two dairy cow genotypes (Holstein-Friesian vs. Jersey x Holstein-Friesian) in two milk production systems (grazing vs. confinement)”. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(1): 120–126, ISSN: 2171-9292, DOI: 10.5424/sjar/2013111-2682.
- Roca-Fernández, A. I., González-Rodríguez, A. & Vázquez-Yáñez, O. P. 2012. “Effect of pasture allowance and cows’ lactation stage on perennial ryegrass sward quality, pasture dry matter intake and milk performance of Holstein-Friesian cows”. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10(2): 393–408, ISSN: 2171-9292, DOI: 10.5424/sjar/2012102-123-11.
- Roca-Fernández, A. I., O’Donovan, M. A., Curran, J. & González-Rodríguez, A. 2011. “Effect of pre-grazing herbage mass and daily herbage allowance on perennial ryegrass swards structure, pasture dry matter intake and milk performance of Holstein-Friesian dairy cows”. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(1): 86–99, ISSN: 2171-9292, DOI: 10.5424/sjar/20110901-126-10.
- Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J. & Berry, D. P. 2009. “Invited Review: Body condition score and its associations with dairy cow productivity, health, and welfare”. *Journal of Dairy Science*, 92(12): 5769–5801, ISSN: 0022-0302, DOI: 10.3168/jds.2009-2431.
- Rodríguez, D., Marrero, Y., Martín, P. C., Alfonso, F., Vera, A. M., Moreira, O. & Noda, A. 2006. “Effect of different forms of supplementation on the microbial population in rumen of cattle fed sugarcane (*Saccharum officinarum*) forage”. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 40(3): 273–280, ISSN: 2079-3480.
- Rotger, A., Ferret, A., Manteca, X., Ruiz de la Torre, J. L. & Calsamiglia, S. 2006. “Effects of dietary nonstructural carbohydrates and protein sources on feeding behavior of tethered heifers fed high-concentrate diets”. *Journal of Animal Science*, 84(5): 1197–1204, ISSN: 1525-3163, DOI: 10.2527/2006.8451197x.
- Saborío-Montero, A. & Sánchez, J. M. 2014. “Evaluación de la condición corporal en un hato de vacas Jersey en pastoreo de la zona alta de Cartago: Variaciones durante el ciclo productivo”. *Agronomía Costarricense*, 38(1): 55–65, ISSN: 0377-9424.
- Schmidt, P., Nussio, L. G., Zopollatto, M., Ribeiro, J. L., dos Santos, V. P. & Pires, A. V. 2007. “Aditivos químicos ou biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar: 2. parâmetros ruminais e degradabilidade da matéria seca e das frações fibrosas”. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(5): 1676–1684, ISSN: 1516-3598, DOI: 10.1590/S1516-35982007000700028.
- Senra, A. 2005. “Indices to monitor the efficiency and sustainability of the grassland ecosystem in cattle rearing”. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 39(1): 13–21, ISSN: 2079-3480.
- Zebeli, Q., Aschenbach, J. R., Tafaj, M., Boguhn, J., Ametaj, B. N. & Drochner, W. 2012. “Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle”. *Journal of Dairy Science*, 95 (3): 1041–1056, ISSN: 0022-0302, DOI: 10.3168/jds.2011-4421.

Received: February 2, 2017