

Analysis of factors influencing productivity of two dairy farms in Sancti Spiritus, Cuba

Análisis de los factores que influyen en la productividad de dos unidades lecheras en Sancti Spiritus, Cuba

J. J. Reyes¹, Verena Torres¹, J. M. March² and Y. Hernández³

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

²*Delegación Provincial del Ministerio de la Agricultura (MINAG). Sancti Spiritus, Cuba*

³*Departamento de Veterinaria. Facultad Agropecuaria. Universidad de Sancti Spiritus (UNISS) José Martí Pérez*

Email: jreyes@ica.co.cu

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

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

Y. Hernández: <https://orcid.org/0000-0002-7390-986X>

The study was carried out in two dairy farms of Dos Ríos enterprise, during 2015 and 2016, in order to identify the main factors that influence dairy production. In the analysis, ten variables with the highest preponderance were identified, grouped into four principal components (PC), which explained 79.6 % of the variance. As a result of cluster analysis, four groups were formed, which respond, in a general sense, to each dairy farm at every season. Impact factors of each combination, principal component vs. group, were identified. The production (PC1) in dry period showed values of -0.257 and -0.815, for farms 16 and 17, respectively, related to the high stocking rate and low proportion of biomass bank in dairy 17. Herd (PC2) showed a negative impact on farm 16, due to the low number of animals that it uses with respect to dairy 17. Reproduction (PC3) presented a negative impact in both units, which was very similar during rainy season. This phenomenon indicates a greater number of births in dry season, which is not suitable in tropical exploitation systems based on pastures and forages. Milk quality (PC4) showed negative values in farm 16 during rainy season, due to mastitis. The results allowed to assess the factors with the greatest impact, average by groups and PC, and made it possible to identify, with certainty, the difficulties in the production system, so that strategies could be implemented to minimize or eliminate them.

Keywords: *forage balance, impact, intake, pasture*

Milk, due to its nutritional balance, is a very complete essential food for human nutrition (FAO 2018 and FEPALE 2018). Dairy industry focuses its attention on the valorization and innovation of its products, because of the properties of some dairy components for therapeutic purposes (Bauman *et al.* 2006).

Livestock is responsible for most of the global usage of lands. Grasslands and croplands dedicated to production of cattle feed represent approximately 80 % of agricultural land in the world (Friedrich 2014). Forage crops are sown on one third of the cultivated land, while the total area of pastures is equivalent to 26% of the ice-free land area (FAO 2015).

Bovine milk production, based on pastures and forages, may be profitable in tropical areas, if pastures

El estudio se realizó en dos lecherías de la unidad empresarial de base Dos Ríos, durante 2015 y 2016, con el propósito de identificar los principales factores que influyen en la producción láctea. En el análisis se identificaron diez variables con mayor preponderancia, agrupadas en cuatro componentes principales (CP), que explicaron 79.6 % de la varianza. Como resultado del análisis de cluster, se conformaron cuatro grupos, que responden en sentido general a cada vaquería en cada época del año. Se identificaron los factores de impacto de cada combinación, componente principal vs grupo. La producción (CP1) en el período poco lluvioso mostró valores de -0.257 y -0.815, para las unidades 16 y 17, respectivamente, relacionados con la alta carga y baja proporción del banco de biomasa en la vaquería 17. El rebaño (CP2) mostró impacto negativo en la unidad 16, por el menor número de animales que explota con respecto a la vaquería 17. La reproducción (CP3) presentó en ambas unidades impacto negativo, que fue muy similar en el período lluvioso. Este fenómeno indica mayor cantidad de nacimientos en la época poco lluviosa, lo que no es conveniente en los sistemas de explotación tropical basados en pastos y forrajes. La calidad láctea (CP4) mostró valores negativos en la unidad 16 en la época lluviosa, debido a las situaciones de mastitis. Los resultados permitieron valorar los factores de mayor impacto, promedio por grupos y CP, y posibilitaron identificar con certeza las dificultades en el sistema productivo, de modo que se puedan trazar estrategias que las minimicen o eliminen.

Palabras clave: *balance forrajero, impacto, consumo, pasto.*

La leche, por su balance nutricional, es un alimento esencial muy completo para la alimentación humana (FAO 2018 y FEPALE 2018). La industria láctea focaliza su atención en la valorización e innovación de sus productos, lo que obedece a las propiedades que tienen algunos componentes lácteos para fines terapéuticos (Bauman *et al.* 2006).

La ganadería es responsable de la mayor parte del uso mundial de tierras. Los pastizales y tierras de cultivo que se dedican a la producción de alimento para el ganado representan en el mundo, aproximadamente, 80 % de las tierras agrícolas (Friedrich 2014). Los cultivos forrajeros se siembran en un tercio de las tierras cultivadas, mientras que la superficie total de tierra ocupada por pastos equivale a 26 % de la superficie terrestre libre de hielo (FAO 2015).

La producción de leche bovina, basada en pastos y

are intensively used and an adequate management of the system is ensured. For this, pastures and forages that adapt the best to the edaphoclimatic conditions must be selected, as well as animals with the best adaptability to the challenges imposed by the tropics and climate change (Davis and Matamoros 2016). The objective of this study was to analyze the main factors that influence on dairy productivity of two dairy farms of Dos Ríos enterprise (UEB, initials in Spanish), of Manguaco agricultural enterprise.

Materials and Methods

This research was carried out in the UEB Dos Ríos, of Managuaco agricultural enterprise, located at 210 56' 01.2" N and 790 20' 43.8" W, in Sancti Spíritus municipality, Cuba. Livestock control data (white papers), corresponding to 2015 and 2016, from dairy farms 16 and 17, were collected. Siboney de Cuba (dairy 17) and tropical Holstein (dairy 16) were the main evaluated breeds. DeLaval mechanical milking was used in both farms.

The information was collected each month, for two years, and the following aspects were analyzed:

- Total and milking cows
 - Milk production per milking group, monthly and seasons
 - Area of each pasture and forage species established at the beginning
 - Botanical composition was determined at the beginning of the study, according to dry weight range method (Mannetje and Haydock 1963)
 - Availability was monthly registered, at the entry and exit of the animals, according to the method described by Haydock and Shaw (1975). Cutting height was 10 cm from the ground. Between 80 and 100 observations hectare⁻¹ were taken
 - Pasture intake was monthly estimated from the difference between the entry and exit availabilities of animals
 - Food intake in feeders, as well as supplements and complements, was registered every 15 days, weighing food offer without rejection
 - Number and size of paddocks
 - The control of reproductive status included the number of fresh cow, inseminated, pregnant and open cows, according to reproduction cards
 - Lost and affected quarters by mastitis were analyzed every 15 days by sampling the California animals in milking
 - Quality of milk in cooling tanks was daily sampled, as well as density, presence of mastitis and acidity. Percentage of fat and reductase were analyzed twice a month, according to sampling
- The predominant soil in the farms under study is carbonate soft brown (Hernández *et al.* 2015).

For the analysis, estimates of the potential production curve of each farm were conducted by evaluating the

forrajes, puede ser rentable en el trópico, si se hace un uso intensivo de las pasturas y se asegura el manejo adecuado del sistema. Para ello se deben seleccionar los pastos y forrajes que mejor se adaptan a las condiciones edafoclimáticas, así como los animales con mejor capacidad de adaptación ante los retos que impone el trópico y el cambio climático (Davis y Matamoros 2016). El objetivo de este trabajo fue analizar los principales factores que influyen en la productividad láctea de dos unidades lecheras de la unidad empresarial de base (UEB) Dos Ríos, de la empresa agropecuaria Manguaco.

Materiales y Métodos

El trabajo se desarrolló en la UEB Dos Ríos, de la empresa agropecuaria Managuaco, ubicada en los 210 56' 01.2" N y 790 20' 43.8" W, en el municipio Sancti Spíritus, Cuba. Se recopilaron los datos del control pecuario (libros blancos), correspondientes a 2015 y 2016, procedentes de las unidades lecheras 16 y 17. Como razas fundamentales se evaluaron la Siboney de Cuba (vaquería 17) y la Holstein tropical (vaquería 16). En ambas unidades se utilizó el ordeño mecánico DeLaval.

Cada mes se recopiló la información durante dos años y se analizaron los siguientes aspectos:

- Vacas totales y en ordeño
- Producción de leche por grupo de ordeño, mensual y épocas del año
- Área de cada especie de pastos y forrajes establecidos al inicio
- La composición botánica se determinó al inicio del trabajo, según el método rango en peso seco (Mannetje y Haydock 1963)
- La disponibilidad se registró mensualmente, a la entrada y 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 hectárea⁻¹
- El consumo de pasto se estimó mensualmente a partir de la diferencia entre las disponibilidades de entrada y salida de los animales
- El consumo de alimento en canoa, así como de suplementos y complementos, se registró quincenalmente al pesar oferta menos rechazo
- Número y tamaño de los cuartos
- El control del estado reproductivo comprendió el número de vacas recentinas, inseminadas, gestantes y vacías, según tarjetas de la reproducción
- Los cuartos perdidos y afectados por mastitis se analizaron quincenalmente por el muestreo a los animales California en ordeño
- La calidad de la leche en tanques de enfriamiento se muestreó diariamente, así como la densidad, presencia de mastitis y acidez. El porcentaje de grasa y reductasa se analizaron dos veces al mes, según contratación del muestreo.

El suelo que predominó en las unidades en estudio es pardo mullido carbonatado (Hernández *et al.* 2015).

efficiency of milk production, according to days of real lactation per months.

Likewise, forage balances were carried out by year, season and month, according to estimated intakes for each species of grass and forage and used supplements.

For the statistical analysis, the model of principal components, proposed by Torres *et al.* (2008), was applied.

The database, organized as a matrix, included the information on 21 variables, presented in columns and scenarios or studied months (48 in total, two units for two years), which corresponded to rows. Thus, the premise that the number of variables is lower than scenarios was fulfilled.

For the selection of principal components, the one that was higher than the unit was taken as eigenvalue. Each component was labeled with a name and the variables that best explained its performance were selected, considering preponderance values superior to 0.60.

With the selected principal components, factorial points were calculated, which can be used as an absolute measure of impact or performance (positive or negative) of the variables of the greatest importance in each farm. This allowed to classify the units using cluster analysis, which enables the selection of groups of similar units by using the dissimilarity coefficient.

The statistical package IBM SPSS (2013) was used for processing information.

Results and Discussion

Analyzes of feeding base, in both units (table 1), indicate that 85.6 % of the areas dedicated to livestock activity in farm 16, are used for grazing. Out of these, 25.8 % is established with Cuba CT-115 clone (*Cenchrus purpureus* cv. Cuba CT-115) as a biomass bank strategy. This percentage is very similar to that

Para el análisis se realizaron las estimaciones de la curva de producción potencial de cada unidad mediante la evaluación de la eficiencia de la producción láctea, según días de lactancia real por meses.

Igualmente, se llevaron a cabo los balances forrajeros por año, época y mes, según los consumos estimados para cada especie de pasto y forraje y los suplementos utilizados.

Para el análisis estadístico se aplicó el modelo de componentes principales, propuesto por Torres *et al.* (2008).

La base de datos, organizada como una matriz, incluyó la información de 21 variables, presentadas en columnas y los escenarios o meses estudiados (48 en total, dos unidades por dos años), que correspondieron a las filas. Se cumplió así con la premisa de que el número de variables es menor que los escenarios.

Para la selección de las componentes principales, se tomó como valor propio aquel que fue mayor a la unidad. Cada componente se etiquetó con un nombre y se seleccionaron las variables que mejor explicaron su comportamiento, al considerar valores de preponderancia superiores a 0.60.

Con las componentes principales seleccionadas se calcularon las puntuaciones factoriales, que se pueden utilizar como una medida absoluta del impacto o el comportamiento (positivo o negativo) de las variables de mayor importancia en cada unidad. Esto permitió clasificar las unidades mediante el análisis de conglomerados, que posibilita la selección de los grupos de unidades similares mediante la utilización del coeficiente de disimilitud.

Para el procesamiento de la información, se empleó el paquete estadístico IBM SPSS (2013).

Resultados y Discusión

Los análisis de la base alimentaria en ambas unidades (tabla 1) indican que de las áreas dedicadas a la actividad pecuaria en la unidad 16, 85.6% se dedican al pastoreo. De estas, 25.8 % se halla establecida con el clon Cuba CT-115 (*Cenchrus purpureus* vc. Cuba CT-115) como estrategia

Table 1. Structure of feeding base of dairy farms under study for two years

Areas	Unit	Dairy farm 16	Dairy farm 17
Total livestock area	Hectares	76.9	62.4
Total grazing area	Hectares	65.8	37.9
Bahia grass (<i>Paspalum notatum</i>) and star grass (<i>Cynodon nlemfuensis</i>)	Hectares	48.8	31.4
CT 115 (<i>Cenchrus purpureus</i> cv Cuba CT115)	Hectares	17.0	6.5
Percentage of grazing area as biomass bank	%	25.8	17.2
Total paddocks	Number	27	41
Average paddock area	Hectares	2.44	0.92
Total forages	Hectares	11.1	24.5
Sugar cane (<i>Saccharum officinarum</i>)	Hectares	6.1	15.2
King grass (<i>Cenchrus purpureus</i>)	Hectares	5	9.3
Average cows	Number	84	107
Total stocking rate	Cows/ha	1.09	1.71
Grazing stocking rate	Cows/ha	1.28	2.82

proposed by Martínez *et al.* (2012) for this technology, which is 30 %. Meanwhile, farm 17 only dedicates 60.2 % to grazing its livestock areas. Out of them, the areas with Cuba CT-115 clone represent 17.2 % of the pasture.

The rest of the areas corresponding to farms are dedicated to permanent forages, such as sugar cane (*Saccharum officinarum*) and king grass (*Cenchrus purpureus*). Stocking rate and grazing areas of dairy 17 are relatively high for the current use conditions of the farm, while, in 16, they are slightly superior for these conditions (1.71 and 2.82 vs 1.09 and 1.28 LAU ha⁻¹, for units 17 and 16 in global stocking rate and per grazing area, respectively).

Total stocking rate of dairy farm 17 leads to having 39.8 % of its livestock areas as permanent forages, which determines higher expenses on dairy production due to the dependence on workers for the cultivation, cutting, carrying and processing of food in the trough. This result differs from that obtained by Martínez *et al.* (2012) in an experiment, in which the animal obtained food directly from pasture.

Figure 1 shows the results of forage balances per seasons and years in both dairy farms. As a consequence of the above described in the feeding base (table 1), only positive DM balances are presented in rainy season of both years, which were between 6.8 and 11.7 t DM, for dairies 16 and 17, respectively. Meanwhile, in dry season of both years, a deficit between 6.5 and 28.7 t DM was indicated, for dairy farms 16 and 17, respectively.

de banco de biomasa. Este porcentaje es muy similar al que proponen Martínez *et al.* (2012) para esta tecnología, que es del 30 %. Mientras, la unidad 17 solo dedica 60.2 % al pastoreo de sus áreas pecuarias. De estas, las áreas con el clon Cuba CT-115 representan 17.2 % del pasto.

El resto de las áreas correspondientes a las unidades se dedican a forrajes permanentes, como la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y el king grass (*Cenchrus purpureus*) propiamente dicho. La carga global y de las áreas de pastoreo de la vaquería 17 son relativamente altas para las condiciones de explotación actual de la unidad, mientras que en la 16, son ligeramente superiores para estas condiciones (1.71 y 2.82 vs 1.09 y 1.28 UGM ha⁻¹, para las unidades 17 y 16 en carga global y por área de pastoreo, respectivamente).

La carga global de la unidad 17 conlleva a tener 39.8 % de sus áreas pecuarias como forrajes permanentes, lo que determina mayor gasto en la producción láctea por la dependencia de hombres para el cultivo, corte, acarreo y procesamiento del alimento en el comedero. Este resultado difiere de lo obtenido por Martínez *et al.* (2012) en un experimento, donde el animal obtuvo directamente el alimento en el pastoreo.

En la figura 1 se muestran los resultados de los balances forrajeros por épocas y años en ambas unidades. Como consecuencia de lo antes descrito en la base alimentaria (tabla 1), solo se presentan balances positivos de MS en la época lluviosa de ambos años, que estuvieron entre 6.8 y 11.7 t MS, para las unidades 16 y 17, respectivamente. Mientras, en la época poco lluviosa, en ambos años, se indicó déficit entre 6.5 y 28.7 t MS,

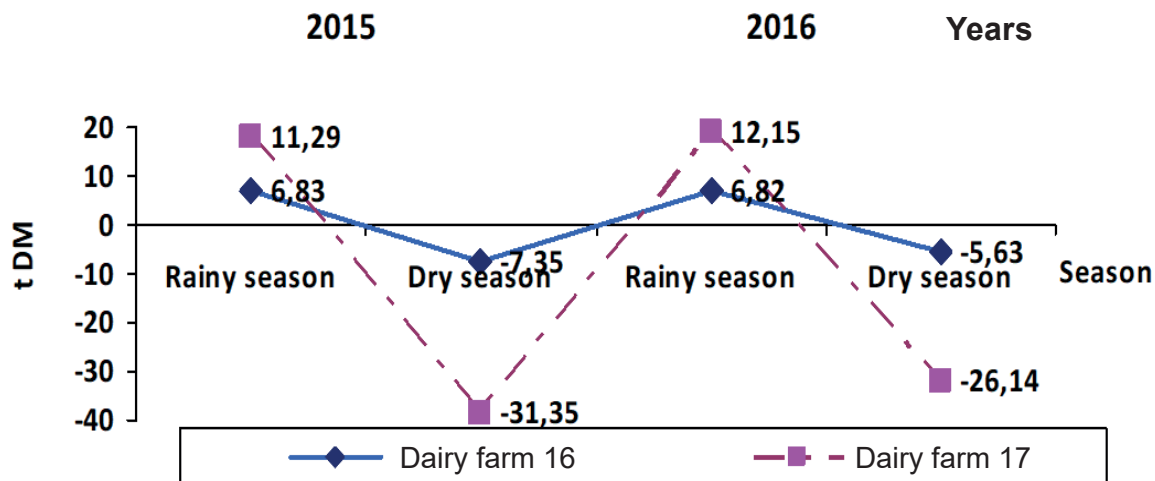


Figure 1. Balance of dry matter per dairy farm, season and year (t DM)

These aspects are features of milk production systems based on pastures and forages under tropical conditions (Davis and Matamoros 2016). They indicate the need to establish more productive pastures and forages, and better adapted to exploitation conditions, and to strategically use complementary foods in dry season, such as those that are conserved in the form of silage or hay, and the agro-industrial by-products of the locality (Salado 2012 and Calderón

para las vaquerías 16 y 17, respectivamente.

Estos aspectos son característicos de los sistemas de producción de leche basados en pastos y forrajes en las condiciones del trópico (Davis y Matamoros 2016). Indican la necesidad de establecer pastos y forrajes más productivos y mejor adaptados a las condiciones de explotación, y de usar estratégicamente alimentos complementarios en el período poco lluvioso, como son los que se conservan en forma de ensilaje o heno, y los

et al. 2017).

Results of estimating the relative minimum potential production in both farms (figure 2) demonstrate that farm 16 presented greater potential in 7.61 % with respect to dairy 17 (3 154 and 2 931 liters of milk per lactation of 305 days, for 16 and 17, respectively). This may be due to superior feeding conditions (figure 1) and to the genotype used in dairy 16, which is tropical Holstein. This breed shows more dairy potential than mestizo Siboney breed, although it requires greater demands regarding feeding and management (Roca *et al.* 2013, Coffey *et al.* 2016 and Vite *et al.* 2017).

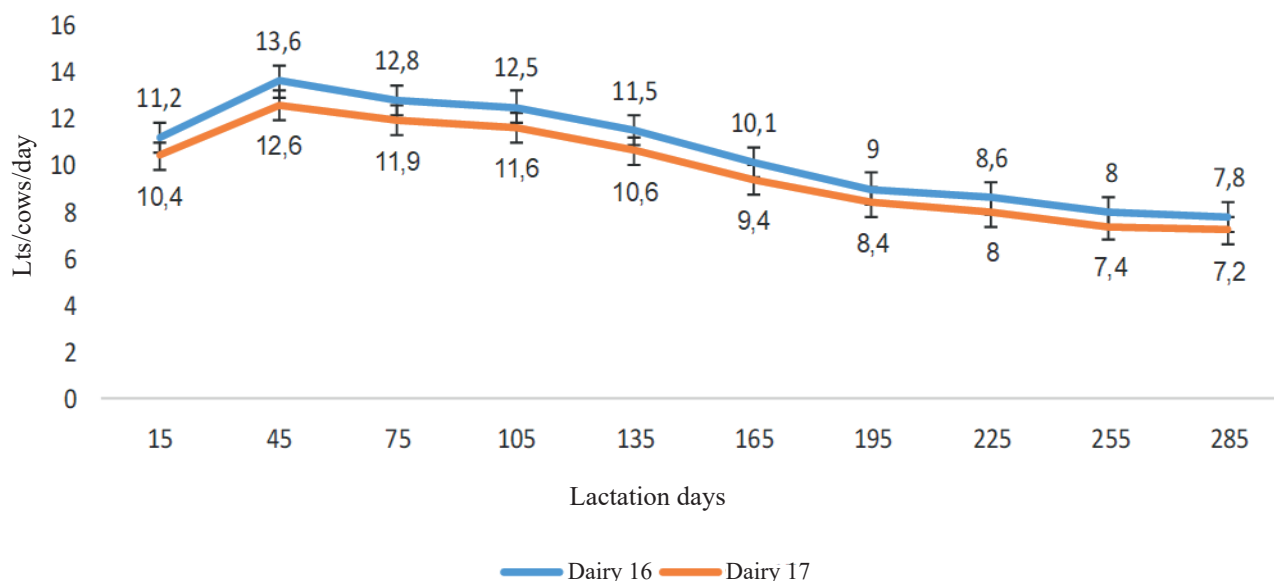


Figure 2. Curves of relative minimum potential of dairies 16 and 17

The estimate of potential vs. real production efficiency, according to real lactation days per months, seasons and years, in the analyzed periods did not exceed 85 %. This shows the existence of feeding and managing problems in these two herds in the analyzed periods, resulting in difficulties in reproductive aspects (Meikle *et al.* 2013 and Rojas *et al.* 2019) and in the compositional quality of milk (Hernández and Ponce 2006). Therefore, the general efficiency of the production system decreases (Senra 2011).

Results of the principal component analysis (PCA) (table 2) indicated that, out of the 21 initially studied variables, 10 were the ones with the highest factor loading in the study. These were grouped into four PCs, labeled according to the factorial loading of the variables that comprise them: PC1) productivity, with variance of 30.75 %, PC2) herd, with 21.94 %, PC3) reproduction, with 16.39 % and PC4) milk quality, with 10.52 %. Together, the four PCs explained 79.6 % of total variability of the system.

In the case of productivity (PC1), variables total milk production and exploitation efficiency potential presented high positive values of preponderance. Meanwhile, the intake of bulky food showed high negative values. This

subproductos agroindustriales de la localidad (Salado 2012 y Calderón *et al.* 2017).

Los resultados de estimar la producción potencial mínima relativa en ambas unidades (figura 2) demuestran que la unidad 16 presentó mayor potencial en 7.61 % con respecto a la vaquería 17 (3154 y 2931 litros de leche por lactancia de 305 días, para la 16 y 17, respectivamente). Lo anterior se puede deber a condiciones superiores en la alimentación (figura 1) y al genotipo que se explota en la unidad 16, que es el Holstein tropical. Este presenta más potencial lácteo que el mestizo Siboney, aunque requiere mayor exigencia en lo que respecta a la alimentación y el manejo (Roca *et al.* 2013, Coffey *et al.* 2016 y Vite

et al. 2017).

El estimado de la eficiencia de producción real vs la potencial, según días de lactancia real por meses, épocas y años, en los períodos analizados no superó 85 %. Esto demuestra la existencia de problemas en la alimentación y el manejo de estos dos rebaños en los períodos analizados, lo que trae consigo dificultades en los aspectos reproductivos (Meikle *et al.* 2013 y Rojas *et al.* 2019) y en la calidad composicional de la leche (Hernández y Ponce, 2006). Por tanto, disminuye la eficiencia del sistema productivo en general (Senra 2011).

Los resultados del análisis de componentes principales (CP) (tabla 2) indicaron que, de las 21 variables estudiadas inicialmente, 10 fueron las de mayor carga factorial en el estudio. Estas se agruparon en cuatro CP, etiquetados según la carga factorial de las variables que los conforman: CP1) productividad, con varianza de 30.75 %; CP2) rebaño, con 21.94 %; CP3) reproducción, con 16.39 % y CP 4) calidad de la leche, con 10.52 %. En su conjunto, los cuatro CP explicaron 79.6 % de la variabilidad total del sistema.

En el caso de la productividad (CP1), las variables producción láctea total y eficiencia de explotación del potencial presentaron altos valores positivos de preponderancia. Mientras, el consumo de alimento

Table 2. Matrix of monthly rotated components

	Principal components			
	Productivity	Herd	Reproduction	Quality
Accumulated total cows (head)	0.099	0.884	0.284	0.193
Accumulated milking cows (head)	0.456	0.815	0.096	0.052
Births (number)	0.058	0.099	0.889	0.123
Total production (kg milk)	0.861	0.331	0.198	0.216
Lactation (days)	0.051	-0.013	-0.204	-0.791
Efficiency percentage (%)	0.868	-0.105	0.188	-0.035
Fresh cow percentage	0.089	0.023	0.896	0.131
Pregnant cow percentage	-0.253	0.712	-0.276	-0.289
Density (g liter ⁻¹)	-0.011	0.022	0.033	0.854
Forage intake (kg cow ⁻¹ day ⁻¹)	-0.676	-0.096	0.245	0.351
Total	3.075	2.194	1.639	1.052
Eigen variance, %	30.747	21.940	16.391	10.521
Accumulated variance, %	30.747	52.687	69.078	79.599

is due to the fact that the highest forage intake occurred during dry season, because there is low availability of grass. This makes the quality of the base diet to be low, which brings about a decrease of dairy productivity, due to a low nutrient intake (Reyes *et al.* 2012 and Pineda *et al.* 2016).

Regarding herd (PC2), all the variables with high values of positive preponderance indicate that with the increment of the number of total animals, there will be more milking cows and also the percentage of pregnant cows increases, which favors milk production.

In the analysis of reproduction (PC3), the two variables with the greatest weight in the preponderance are positive, and are related to each other. As births increase, reproductive indicators improve and percentage of fresh cows also increases, which can directly influence on milk production increases.

Regarding milk quality (PC4), the variable days of lactation presented a negative preponderance value, as it was negatively correlated with milk density. At the beginning of lactation, milk density decreases, as a consequence of the greater volume of milk produced (Hernández and Ponce 2006 and Castillo *et al.* 2019).

In order to identify the variables with the greatest impact on dairy productivity, these PC analyzes have been used in Cuba with satisfactory results in several livestock enterprises in Mayabeque province (Torres *et al.* 2008 and Rodríguez *et al.* 2013) and Villa Clara (Martínez *et al.* 2012). They have also been applied to the characterization of the factors that influence milk production on cooperative farms (CCS, initials in Spanish) in Ciego de Ávila province (Martínez *et al.* 2013).

When applying cluster analysis to achieve the grouping of 48 scenarios by similarity, groups I, II, III, IV

voluminoso dejó ver altos valores negativos. Esto se debe a que el mayor consumo de forraje es en la época poco lluviosa, por la menor disponibilidad de pasto que existe. Lo anterior hace que la calidad de la dieta base sea menor, lo que trae consigo una disminución de la productividad láctea, debido a una menor ingestión de nutrientes (Reyes *et al.* 2012 y Pineda *et al.* 2016).

En cuanto al rebaño (CP2), todas las variables con altos valores de preponderancia positiva indican que a mayor cantidad de animales totales, existen más vacas en ordeño e igualmente se incrementa el porcentaje de vacas gestantes, lo que favorece la producción de leche.

En el análisis de la reproducción (CP3), las dos variables con mayor peso en la preponderancia son positivas, y están relacionadas entre sí. Al aumentar los nacimientos, mejoran los indicadores reproductivos e igualmente se incrementa el porcentaje de vacas recentinas, lo que puede influir directamente en los incrementos de la producción láctea.

En lo que respecta a la calidad láctea (CP4), la variable días de lactancia presentó valor de preponderancia negativo, por estar correlacionado negativamente con la densidad de la leche. A inicios de la lactancia disminuye la densidad láctea, como consecuencia del mayor volumen de leche producido (Hernández y Ponce 2006 y Castillo *et al.* 2019).

Con el propósito de identificar las variables que tienen mayor impacto en la productividad láctea, estos análisis de CP se han utilizado en Cuba con resultados satisfactorios en varias empresas ganaderas de la provincia Mayabeque (Torres *et al.* 2008 y Rodríguez *et al.* 2013) y Villa Clara (Martínez *et al.* 2012). También se han aplicado a la caracterización de los factores que influyen en la producción de leche en fincas de las cooperativas de créditos y servicios (CCS) de la provincia Ciego de Ávila (Martínez *et al.* 2013).

Al aplicar el análisis de cluster para lograr la agrupación de los 48 escenarios por similitud, se conformaron

were formed, composed by 14, 10, 11 and 13 individuals, respectively (figure 3). These four groups respond, in a general sense, to each dairy (16 and 17) in each season

los grupos I, II, III, IV, integrados por 14, 10, 11 y 13 individuos, respectivamente (figura 3). Estos cuatro grupos responden, en sentido general, a cada vaquería (16 y 17) en

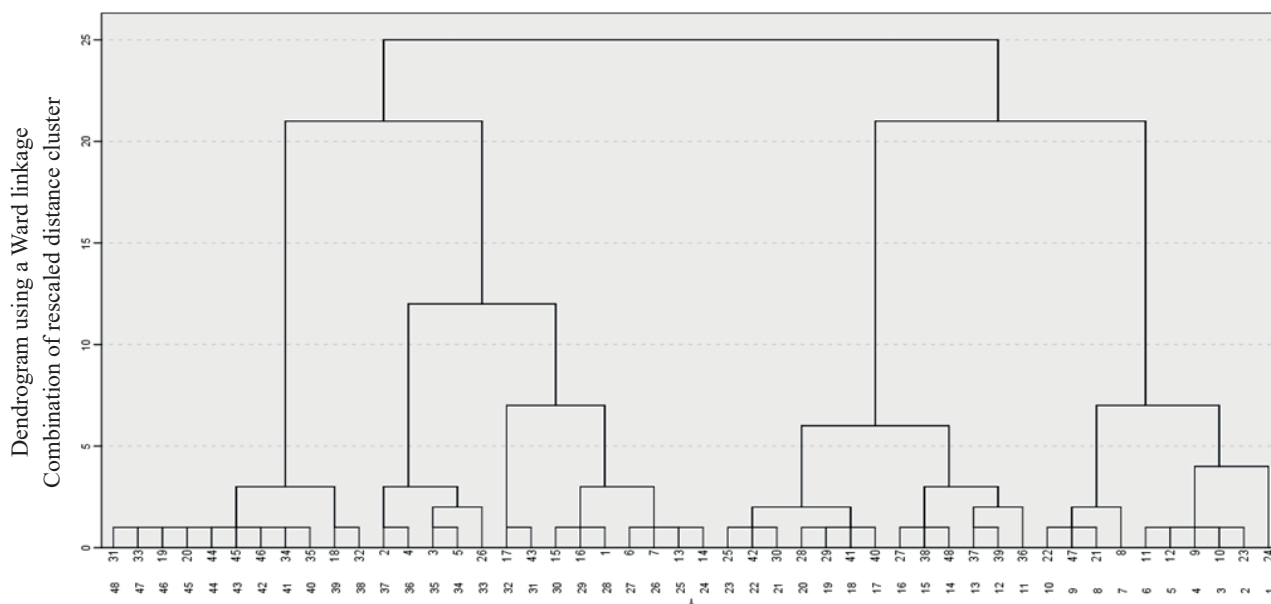


Figure 3. Formed groups, according to rescaled distance clusters

of the year (rainy and dry).

These results correspond to milk production systems based on pastures and forages under tropical conditions (Roca-Fernández *et al.* 2013 and Davis and Matamoros 2016). In this type of system, the influence of climatic conditions, fundamentally of precipitations, in both seasons, allows a marked difference in the availability and quality of basic food, in favor of rainy season. This brings about greater intake of animals (Reyes *et al.* 2012), greater fermentative activity at ruminal level and superior total VFA production (López *et al.* 2016 and Restrepo *et al.* 2016), which leads to an increase of milk production (Roncallo *et al.* 2012 and Davis and Matamoros 2016).

In the typifications of the four groups (table 3), composed by the ten studied variables, which had the highest preponderance in the analyzed systems, it is demonstrated that milk production (kg month^{-1}) and efficiency with which the dairy potential of each farm (%) was exploited (%), as well as forage intake of cows ($\text{kg cow}^{-1} \text{day}^{-1}$), were the most significant variables among the groups. The rest showed a very similar typification in each group.

Monthly milk production, as an average per season, showed no variation in dairy 16, only 0.38 % during dry season. However, in dairy farm 17, it decreased 30.48 % in dry season compared to the rainy period. The performance of use efficiency of dairy potential was similar in dairy 16, with similar values in both seasons (71.6 and 71.7% for rainy and dry seasons, respectively). However, dairy 17 showed a marked difference of 17.8 % between periods (83.7 and 65.9 % for rainy and dry periods, respectively).

cada época del año (lluviosa y poco lluviosa).

Estos resultados se corresponden con los sistemas de producción de leche que tienen como base los pastos y forrajes en las condiciones del trópico (Roca-Fernández *et al.* 2013 y Davis y Matamoros 2016). En este tipo de sistema, la influencia de las condiciones climáticas, fundamentalmente de las precipitaciones, en ambas épocas, posibilita una marcada diferencia en la disponibilidad y calidad del alimento base, a favor del período lluvioso. Esto trae consigo mayor consumo por parte de los animales (Reyes *et al.* 2012), mayor actividad fermentativa a nivel ruminal y producción de AGV totales superior (López *et al.* 2016 y Restrepo *et al.* 2016), lo que conlleva al incremento de la producción láctea (Roncallo *et al.* 2012 y Davis y Matamoros 2016).

En las tipificaciones de los cuatro grupos (tabla 3), conformados por las diez variables estudiadas, que tuvieron mayor preponderancia en los sistemas analizados, se puede ver que la producción de leche (kg mes^{-1}) y la eficiencia con que se logró explotar el potencial lechero de cada unidad (%), así como el consumo de forraje por las vacas ($\text{kg vaca}^{-1} \text{día}^{-1}$), fueron las variables de mayor significación entre los grupos. El resto presentó una tipificación muy similar en cada grupo.

La producción de leche mensual, como promedio por época del año, no mostró apenas variación en la vaquería 16, solo 0.38 % a favor de la época poco lluviosa. Sin embargo, en la unidad 17, disminuyó 30.48 % en el período poco lluvioso con respecto al lluvioso. De igual forma se comportó la eficiencia de explotación del potencial lácteo en la vaquería 16, con valores que fueron similares en ambas épocas (71.6 y 71.7 % para la lluviosa y poco lluviosa, respectivamente). Sin embargo, la unidad 17 mostró una diferencia marcada

Table 3. Typification of variables in the four groups

Variables	Measures	Dairy farm 16 Dry period		Dairy farm 16 Rainy period		Dairy farm 17 Rainy period		Dairy farm 17 Dry period	
		Group I (14 individuals)		Group II (10 individuals)		Group III (11 individuals)		Group IV (13 individuals)	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Total cows	Heads	2587.8	285.0	2644.1	288.2	3163.9	224.3	3268.5	117.6
Milking cows	Heads	1306.4	176.6	1467.5	232.1	1848.2	92.6	1683.5	161.1
Births	Heads	7.1	3.4	6.0	2.9	7.1	2.7	8.5	3.2
Milk production	kg month ⁻¹	10704.1	327.1	10663.1	116.0	16581.0	200.3	11527.1	230.1
Lactation days	days	134.5	18.3	165.0	11.1	137.8	12.7	141.1	15.4
Use efficiency of the potential	%	71.6	16.9	71.7	9.0	83.7	7.8	65.9	10.8
Fresh cows	%	9.6	3.2	8.0	4.1	9.4	2.1	10.2	2.5
Pregnant cows	%	32.1	4.4	38.6	4.1	36.0	3.4	42.6	3.7
Density	g liter ⁻¹	1032	13.5	1031	12.8	1032	14.2	1032	13.6
Forage intake	kg cow ⁻¹ day ⁻¹	21.7	5.4	17.6	5.0	15.7	5.5	29.2	5.1

Forage intake of cows in dairy 16 during dry season was 23.3 %, higher than intake during rainy season. However, in dairy 17, this intake increased by 86.0 %, compared to the same periods.

This could be caused by the high proportion of areas established with CT-115 as biomass bank in dairy 16, which favored its efficient use in dry season. Hence, the need for bulky food in animal feeders was less during this period, and stability in feeding was achieved (Martínez *et al.* 2012). Regarding dairy 17, the high global stocking rate that it showed did not allow the existence of a balance in the system in general, mainly in dry season (Lok *et al.* 2013).

When relating PC impacts with the formed groups (table 4), in the case of production (PC1), in both dairy farms, in dry season, its expression was negative, with a higher value in dairy 17 (-0.815). Meanwhile, in rainy period, impact values were positive, with a higher expression in dairy 17 (1.259). This performance of PC1 is typical of dairies with complex situations in base feeding, mainly during dry season (Motta *et al.* 2019).

Regarding herd (PC2), obtained values were in accordance with the highest number of animals and,

de 17.8 % entre períodos (83.7 y 65.9 % para el lluvioso y poco lluvioso, respectivamente).

El consumo de forraje por las vacas en la vaquería 16 durante el período poco lluvioso fue de 23.3 %, superior con respecto al consumo en el lluvioso. Sin embargo, en la unidad 17 dicho consumo se incrementó en 86.0 % en comparación con iguales períodos.

Lo anterior pudo estar dado por la mayor proporción de las áreas establecidas con CT-115 como banco de biomasa en la vaquería 16, lo que posibilitó su utilización eficiente en la época poco lluviosa. De ahí que fuera menor la necesidad de alimentos voluminosos en los comederos para los animales durante este período, y que se lograra estabilidad en la alimentación (Martínez *et al.* 2012). En lo que respecta a la unidad 17, la alta carga global que mostró no permitió que existiera un equilibrio en el sistema en general, principalmente en el período poco lluvioso (Lok *et al.* 2013).

Al relacionar los impactos de las CP con los grupos conformados (tabla 4), en el caso de la producción (CP1), en ambas vaquerías, en la época poco lluviosa, su expresión fue negativa, con mayor valor en la unidad 17 (-0.815). Mientras, en la época lluviosa, los valores del impacto fueron positivos, con mayor expresión en

Table 4. Mean impact factors in each group per principal component (PC)

	PC1 Production		PC2 Herd		PC3 Reproduction		PC4 Milk quality	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
	Group 1 Dairy 16 Dry season	-0.257	0.900	^{-1.096}	0.576	0.024	1.081	0.536
Group 2 Dairy 16 Rainy season	0.035	0.395	-0.341	0.637	-0.273	1.811	^{-1.547}	0.378
Group 3 Dairy 17 Rainy season	1.259	0.360	0.556	0.3951	-0.256	0.633	0.587	0.416
Group 4 Dairy 17 Dry season	-0.815	0.659	1.022	0.422	0.401	0.819	0.025	0.489

therefore, with the biggest global stocking rate and per grazing area, of dairy 17 in both seasons of the year. This makes it difficult, to a great extent, to be able to achieve stability of the productive system and its self-sufficiency (Senra 2011).

Regarding reproduction (PC3), there was a negative impact in both dairies with respect to fresh cows and births, which was very similar in rainy season. This is an undesirable aspect in the exploitation systems based on pastures and forages, since it indicates that, in the studied cases, calvings and the proportion of fresh cows are higher in dry season. At this stage, there is less availability and quality of pasture and forages, which makes it difficult to express the productive potential of dairy cattle at the beginning of lactation, and later affects the poor reproductive performance of the herd (Roja *et al.* 2019).

Milk quality (PC4) presented a negative value in group 2, which corresponds to rainy period of dairy 16. This aspect is directly related to problems that exist in the correct functioning of the milking equipment. This situation caused an increase of the presence of subclinical and clinical mastitis, affecting milk quality at dairy level. In addition, Holstein animals are more susceptible to these technological effects (Serraino and Giacometti 2014, Zumbado and Romero 2015 and Vite *et al.* 2017).

Results of this research allowed to identify the variables with preponderance in the performance of milk production system under the study conditions. The analysis of average impact factors per groups and PC made it possible to identify with better certainty which were the difficulties in order to be able to draw up strategies for minimizing, as much as possible, or eliminating them.

Acknowledgements

Thanks to technicians and specialists of the UEB Dos Ríos, belonging to Managuaco enterprise, of Sancti Spiritus for the support, as well as to the technical staff of Biomathematics group of the Institute of Animal Science.

la unidad 17 (1.259). Este comportamiento de la CPI es típico de unidades con situaciones complejas en la alimentación base, fundamentalmente durante el período poco lluvioso (Motta *et al.* 2019).

En lo relativo al rebaño (CP2), los valores obtenidos estuvieron acorde con el mayor número de animales y, por ende, con la mayor carga, global y por área de pastoreo, de la unidad 17 en ambas épocas del año. Esto dificulta, en gran medida, poder lograr la estabilidad del sistema productivo y su autosuficiencia (Senra 2011).

En cuanto a la reproducción (CP3), en lo que respecta a las vacas recentinas y los nacimientos, hubo en ambas unidades un impacto negativo, que fue muy similar en el período lluvioso. Este es un aspecto no conveniente en los sistemas de explotación basados en pastos y forrajes, ya que indica que en los casos estudiados los partos y, por tanto, la proporción de vacas recentinas, son mayores en el período poco lluvioso. En esta etapa existe menor disponibilidad y calidad del pasto y los forrajes, por lo que se dificulta la expresión del potencial productivo del ganado lechero a inicios de lactancia, lo que repercute después en el pobre comportamiento reproductivo del rebaño (Roja *et al.* 2019).

La calidad de la leche (CP4) presentó valor negativo en el grupo 2, que corresponde al período lluvioso de la unidad 16, aspecto que se relaciona directamente con los problemas que existen en el funcionamiento correcto del equipo de ordeño. Esta situación provocó incremento en la presencia de mastitis subclínica y clínica, con afectación en la calidad láctea a nivel de unidad. A ello se adiciona que los animales Holstein son más susceptibles a estas afectaciones tecnológicas (Serraino y Giacometti 2014, Zumbado y Romero 2015 y Vite *et al.* 2017).

Los resultados de este trabajo permiten identificar las variables con preponderancia en el comportamiento del sistema de producción de leche bajo las condiciones de estudio. El análisis de los factores de impacto promedio por grupos y CP, posibilitó identificar con mayor certeza dónde radican las dificultades para poder trazar estrategias que permitan minimizarlas en lo posible o eliminarlas.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo de los técnicos y especialistas de la UEB Dos Ríos, pertenecientes a la empresa Managuaco, de Sancti Spiritus, así como al personal técnico del grupo de Biomatemática del Instituto de Ciencia Animal.

References

- Bauman, D.E., Mather, I.H., Wall, R.J. & Lock, A.L. 2006. "Major advances associated with the biosynthesis of milk". *Journal of Dairy Science*, 89(4): 1235-1243, ISSN: 0022-0302, DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72192-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72192-0).
- Calderón, P., Fabian, M., Bosa, P., Fernanda, L., Yasnó, C., Diego, J. & Yurany, L. 2017. "Relación nutrición-fertilidad en hembras bovinas en clima tropical". *REDVET Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(9): 1–19, ISSN: 1695-7504.
- Castillo, G., Vargas, B., Hueckmann, F. & Romero, J.J. 2019. "Factores que afectan la producción en primera lactancia de vacas lecheras de Costa Rica". *Agronomía Mesoamericana*, 30(1): 209-227, ISSN: 2215-3608.
- Coffey, E.L., Horan, B., Evans, R.D. & Berry, D.P. 2016. "Milk production and fertility performance of Holstein, Friesian, and Jersey purebred cows and their respective crosses in seasonal-calving commercial farms". *Journal of Dairy Science*, 99(7): 5681-5689, ISSN: 0022-0302, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10530>.
- 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 31th, 2018].

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2015. El papel de la FAO en la producción animal. Available: <http://www.fao.org/animal-production/es/>, [Consulted: August 1st, 2017].
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2018. Composición de la leche en portal lácteo. Available: <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-de-la-leche/es/>, [Consulted: August 31th, 2018].
- FEPALE (Federación Panamericana de Lechería). 2018. El consumo de lácteos y de leche baja en grasa se asocia a un menor riesgo de desarrollar cáncer de colon. Available: <http://sialaleche.org/el-consumo-de-lacteos-y-de-leche-baja-en-grasa-se-asocia-a-un-menor-riesgo-de-desarrollar-cancer-de-colon/>, [Consulted: August 31th, 2018].
- Friedrich, T. 2014. "Production of animal origin feed. Current events and perspectives". Cuban Journal of Agricultural Science, 48(1): 5-6, ISSN: 2079-3480.
- Haydock, K.P. & Shaw, N.H. 1975. "The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture". Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 15(76): 663-670, ISSN: 0816-1089, DOI: <https://doi.org/10.1071/EA9750663>
- Hernández, J.A., Pérez, J.J.M., Bosch, I.D. & Castro, S.N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. González, O. (ed.). Ed. INCA. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, p. 93, ISBN: 978-959-7023-77-7.
- Hernández, R. & Ponce, P. 2006. "Relación entre desbalances nutricionales, el metabolismo y la composición de la leche en vacas Holstein friesian". Revista de Salud Animal, 28(1): 13-20, ISSN: 2224-4700.
- IBM Corp. 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. IBM Corp., Armonk, New York, USA.
- Lok, S., Fraga, S. & Noda, A. 2013. "Biomass bank with *Pennisetum purpureum* cv. CT-115. Its effects on the carbon storage in the soil". Cuban Journal of Agricultural Science, 47(3): 301-304, ISSN: 2079-3480.
- López, O., Sánchez, T., Iglesias, J., Lamela, L., Soca, M., Arece, J. & Milera, M. 2017. "Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical". Pastos y Forrajes, 40(2): 83-95, ISSN: 0864-0394.
- Mannetje, L. & Haydock, P.K. 1963. "The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture". Grass and Forage Science, 18(4): 268-275, ISSN: 1365-2494, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00362.x>.
- Martínez, R.O., Torres, V. & Aguilar, P.I. 2012. "Impact of biomass banks with *Pennisetum purpureum* (Cuba CT-115) on milk production". Cuban Journal of Agricultural Science, 46(3): 253-259, ISSN: 2079-3480.
- Martínez, J., Torres, V., Hernández, N. & Jordán, H. 2013. "Impact index for the characterization of factors affecting milk production in farms of Ciego de Ávila province, Cuba". Cuban Journal of Agricultural Science, 47(4): 367-373, ISSN: 2079-3480.
- Meikle, A., Cavestany, D., Carriquiry, M., Adrien, M., Artegoitia, V., Pereira, I., Rupprechter, G., Pessina, P., Rama, G., Fernández, A., Breijo, M., Laborde, D., Pritsch, O., Ramos, J.M., de Torres, E., Nicolini, P., Mendoza, A., Dutour, J., Fajardo, M., Astessiano, A.L., Olazábal, L., Mattiauda, D. & Chilbroste, P. 2013. "Advances in knowledge of the dairy cow during the transition period in Uruguay: a multidisciplinary approach". Agrocencia (Montevideo), 17(1): 141-152, ISSN: 1510-0839.
- Motta, P.A., Eduardo, H., Martínez, O. & Rojas, E.P. 2019. "Indicators associated to pastures sustainability: a review". Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 20(11): 387-408, ISSN: 2500-5308, DOI: <http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol20num2art:1464>.
- Pineda, L., Chacón, P. & Boschini, C. 2016. "Evaluación de la calidad del ensilado de pasto estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*) mezclado con tres diferentes aditivos". Agronomía Costarricense, 40(1): 11-27, ISSN: 0377-9424, DOI: <https://doi.org/10.15517/rac.v40i1.25315>.
- 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: <https://doi.org/10.5424/sjar/2013111-2682>.
- Rodríguez, I., Hernández, L., Crespo, G., Sandrino, B. & Fraga, S. 2013. "Performance of the below ground root biomass in different grasslands of Mayabeque province, Cuba". Cuban Journal of Agricultural Science, 47(2): 201-207, ISSN: 2079-3480.
- Rojas, E.P., Silva, E.D., Guillén, A.Y., Motta, P.A. & Herrera, W. 2019. "Carbono almacenado en estrato arbóreo de sistemas ganaderos y naturales del municipio de Albania, Caquetá, Colombia". Revista Ciencia y Agricultura, 16(3): 35-46, ISSN: 2539-0899, DOI: <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n3.2019.9515>.
- Roncallo, B., Milena, A. & Castro, E. 2012. "Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco". Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 13(1): 71-78, ISSN: 2500-5308, DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol13_num1_art:242.
- Salado, E. 2012. Estrategias de alimentación en sistemas lecheros: comparación de sistemas confinados vs. Pastoriles. 12mo Congreso Panamericano de la Leche. Asunción, Paraguay. Available: <https://www.researchgate.net/publication/281116569>, [Consulted: May 7, 2017].
- Senra, A. 2011. Aspectos fundamentales en la estrategia a seguir para el desarrollo de la ganadería, especialmente de los pequeños y medianos productores, en las condiciones de Cuba. In: Resúmenes del IV Encuentro de Agricultura Orgánica. La Habana, Cuba, p. 36.
- Serraino, A. & Giacometti, F. 2014. "Occurrence of *Arcobacter* species in industrial dairy plants". Journal of Dairy Science, 97(4): 2061-2065, ISSN: 0022-0302, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7682>.
- Torres, V., Ramos, N., Lizazo, D., Monteagudo, F. & Noda, A. 2008. "Statistical model for measuring the impact of innovation or technology transfer in agriculture". Cuban Journal of Agricultural Science, 42(2): 131-137, ISSN: 2079-3480.

- Vite, C., Purroy, R., Vilaboa, J. & Severino, V. 2017. Factores genéticos y no genéticos que afectan los índices productivos y reproductivos de vacas doble propósito en la huasteca veracruzana. Available: <https://www.engormix.com/ganaderia/leche/articulos/factores-geneticos-geneticos-afectan-t41081.htm>, [Consulted: October 26, 2017].
- Zumbado, L. & Romero, J.J. 2015. "Food Safety Concepts in Primary Production of Milk". *Revista Ciencias Veterinarias*, 33(2): 51-66, ISSN: 2215-4507, DOI: <https://doi.org/10.15359/rev.33-2.1>.

Received: June 6, 2020

Accepted: October 10, 2020