

Performance of replacement Cuban Charolais females in a silvopastoral system compared to a monoculture

Comportamiento de hembras de reemplazo Charolais de Cuba en un sistema silvopastoril con respecto a un monocultivo

Ana M. Vega¹, R. S. Herrera², Verena Torres², L. Lamela³, I. Montejo³, A. Santana¹
and Delia M. Cino²

¹Universidad de Granma, Apartado Postal 21, Bayamo, Granma. C.P. 85 100

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

³Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", España Republicana, Perico, Matanzas

Email: avegaa@udg.co.cu

The productive performance of growing females of the Cuban Charolais breed under a silvopastoral system with *Leucaena leucocephala* cv. Peru, in a 3 x 5 sowing frame, associated with an improved grass (*Cynodon nlemfuensis*) was studied compared to a monoculture. The experiment was conducted at the Empresa de Genética y Cría "Manuel Fajardo", Granma province, Cuba. Thirty animals per cycle were used and the experiment lasted three years. Data were processed through a multivariate analysis and measurement of the impact index. The best live weights gains with 0.55 kg.animal.d⁻¹ and age at incorporation to reproduction of the females of 19 months of age were obtained in the leucaena silvopastoral system. The best gain and the lowest cost per animals were recorded in the silvopastoral system. It is recommended using this leucaena sowing density for maintaining favorable total pasture productions, live weight gains and adequate weight for age relationship at the incorporation in rearing systems of replacement Cuban Charolais growing females.

Key words: *Charolais*, age at incorporation, live weight gain, silvopastoral system, monoculture.

Introduction

The bovine breed Charolais is multipurpose (meat, milk and work), very useful for crossings in view of its capacity for adaptation, precocity, rusticity, robustness and tendency to gain weight at any age, traits which are determined by its effectiveness in the use of nutrients, excellent feed conversion, reproductive efficacy, maternal ability and efficient assimilation of great variety of forage and native flora of poor nutritional content (Díaz 2008 y Vega *et al.* 2013).

Data from the Empresa de Genética y Cría "Manuel Fajardo" in Granma province, Cuba indicate that under the present production conditions, live weight gains of the Charolais do not surpass 200 g.animal⁻¹ and ages at incorporation are superior to 20 months. Therefore, the need of the integrated evaluation with growing Charolais females in grass-legume grazing systems due to the advantages presented by the inclusion of legume trees for the efficient and friendly with the environment livestock exploitation, implicating improvements in the weight for age relationship at incorporation, in the replacement

Se estudió el comportamiento productivo de hembras en crecimiento de la raza Charolais de Cuba en silvopastoreo con *Leucaena leucocephala* vc. Perú, en marco de siembra 3 x 5, asociada a gramínea mejorada (*Cynodon nlemfuensis*), con respecto a un monocultivo. La investigación se realizó en la Empresa de Genética y Cría "Manuel Fajardo", Granma, Cuba. Se utilizaron 30 animales por ciclo y el experimento duró tres años. La información se procesó mediante análisis multivariado y medición del índice de impacto. Las mejores ganancias de peso vivo, con 0.55 kg.animal.d⁻¹ y edad de incorporación a la reproducción de las hembras de 19 meses se obtuvieron en el silvopastoreo con leucaena. La mayor ganancia y el menor costo por animal se registraron en el silvopastoreo. Se recomienda utilizar esta densidad de siembra de leucaena para sostener favorables producciones totales de pasto, ganancias de peso vivo y adecuada relación de peso por edad a la incorporación en sistemas de crianza de hembras bovinas en crecimiento Charolais de Cuba, destinadas al reemplazo.

Palabras clave: *Charolais*, edad de incorporación, ganancia de peso, silvopastoreo, monocultivo.

Introducción

La Charolais es la raza bovina multipropósito (carne, leche y trabajo), muy útil para cruzamientos por su capacidad de adaptación, precocidad, rusticidad, robustez y propensión a ganar peso a cualquier edad, rasgos que están determinados por su eficiencia en el uso de los nutrientes, excelente conversión alimentaria, eficacia reproductiva, habilidad materna y eficiente asimilación de gran variedad de forrajes y floras nativas de pobre contenido nutricional (Díaz 2008 y Vega *et al.* 2013)

Los datos de la Empresa de Genética y Cría "Manuel Fajardo", en Granma, Cuba, señalan que en las condiciones actuales de producción, las ganancias de peso vivo de la Charolais no sobrepasan los 200 g.animal⁻¹.d⁻¹ y las edades de incorporación son superiores a los 20 meses. Por ello, es necesaria la evaluación integrada con hembras Charolais en desarrollo en sistemas de pastoreo gramíneas-leguminosas, debido a las ventajas que presenta la inclusión de árboles leguminosos para la explotación ganadera, eficiente y amigable con el ambiente, que implican mejoras en la relación peso por

index and in the better use of the beneficial life of the females besides guaranteeing the needed animals for the growth of the cattle mass.

The objective of this paper was to study the productive performance of replacement Cuban Charolais females under a silvopastoral system with *Leucaena leucocephala*-*Cynodon nlemfuensis* and *Cynodon nlemfuensis* grazing.

Materials and Methods

The study was carried out for three years at the "San José del Retiro" farm belonging to the Empresa de Genética y Cría "Manuel Fajardo" in Jiguaní municipality, Granma province, Cuba, located at 115 m a.s.l. in a brown soil with carbonates (Hernández *et al.* 2015) and slightly flat relief.

The annual mean temperature was of 25.4°C with means of 23.9°C and 26.8°C in the dry and rainy periods, respectively. Throughout the experiment the annual mean rainfall was of 939 mm, 225.7 mm corresponded to the dry period. Relative humidity was of 81.7 % with values of 81 and 82 % in the dry and rainy periods, respectively.

Two treatments were established: *Leucaena leucocephala*-*Cynodon nlemfuensis* silvopastoral system and *Cynodon nlemfuensis* monoculture. The total area was of 26.40 ha distributed in 24 paddocks of similar size, 12 for each treatment. Thirty Cuban Charolais were used, 15 animals per treatment. The experiment was replicated during two successive grazing cycles for three years, for a total of 60 animals.

Females were grouped in homogenous lots according to live weight (168 kg in cycle I and 155 in cycle II) and 8 months of age in both cycles. Animals had free access to mineral salt, grazed 14 h daily and were maintained in a corral during the night with water, but without feeds. A stocking rate of 1.10 animals.ha⁻¹ was used with resting times of 77 and 110 d per paddock in the rainy and dry periods, respectively. No fertilization or irrigation was applied.

Life weight was established by weighing all animals on fast every 28 d for calculating average daily gain (ADG) and accumulated in the period, length of the stage until the incorporation and age at the start of incorporation (Preston and Willis 1970) and biomass availability, according to Martínez *et al.* (1990). In addition, data on rainfall, temperature and evaporation were taken from the meteorological station of the Instituto de Recursos Hidráulicos of the municipality of Jiguaní, Granma.

For the economic analysis of the growing cattle rearing (females), a herd of 120 animals was taken as scale, simulating a productive herd with a stocking rate of 1.10 animal.ha⁻¹. Primary data were the starting point for assessing the two productive alternatives. Index cards were prepared of the cost.treatment⁻¹ and the fixed expenses were considered (depreciation of pastures,

edad a la incorporación, en el índice de reemplazo y en el aprovechamiento de la vida útil de las hembras; además de garantizar los vientres necesarios para el crecimiento de la masa ganadera.

El objetivo de este trabajo fue estudiar el comportamiento productivo de hembras de reemplazo Charolais de Cuba en silvopastoreo con *Leucaena leucocephala*-*Cynodon nlemfuensis* y pastoreo de *Cynodon nlemfuensis*.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó durante tres años en la finca "San José del Retiro", perteneciente a la Empresa de Genética y Cría "Manuel Fajardo" en el municipio Jiguaní, provincia Granma, Cuba, ubicada a 115 m sobre el nivel del mar, en un suelo pardo con carbonatos (Hernández *et al.* 2015) y relieve ligeramente llano.

La temperatura media anual fue de 25.4°C, con media de 23.9 °C y 26.8 °C, en el período poco lluvioso y lluvioso, respectivamente. Durante el experimento, la precipitación media anual fue de 939 mm, 225.7 mm correspondieron al período poco lluvioso. La humedad relativa fue de 81.7 %, con valores de 81 y 82 % en el período poco lluvioso y lluvioso, respectivamente.

Se establecieron dos tratamientos: silvopastoreo de *Leucaena leucocephala*-*Cynodon nlemfuensis* y monocultivo de *Cynodon nlemfuensis*. El área total fue de 26.40 ha, distribuida en 24 cuartones de tamaño similar, 12 para cada tratamiento. Se emplearon 30 novillas Charolais de Cuba, 15 animales por tratamiento. El experimento se replicó durante dos ciclos de pastoreo sucesivo por tres años, para 60 animales en total.

Los animales se agruparon en lotes homogéneos, según peso vivo (168 kg en el ciclo I y 155 kg en el ciclo II) y edad de ocho meses en ambos ciclos. Tuvieron libre acceso a la sal mineral, pastaron 14 h diarias y se mantuvieron en una corraleta durante la noche, con agua, pero sin alimentos. Se utilizó carga de 1.10 animales.ha⁻¹, con tiempos de reposo de 77 y 110 d por cuartón en el período lluvioso y poco lluvioso, respectivamente. No se utilizó fertilización ni riego.

Se cuantificó el peso vivo, mediante el pesaje de todos los animales en ayuno cada 28 d, para calcular la ganancia media diaria (GMD) y acumulada en el período, duración de las etapas hasta la incorporación y edad de inicio de incorporación (Preston y Willis 1970) y disponibilidad de biomasa, según Martínez *et al.* (1990). Además, se recopiló la información de las precipitaciones, temperatura y evaporación, según datos de la Estación Meteorológica del Instituto de Recursos Hidráulicos, del municipio Jiguaní, Granma.

Para el análisis económico de la crianza de ganado en desarrollo (hembras), se tomó como escala un rebaño de 120 animales, simulando un rebaño productivo con carga de 1.10 animal.ha⁻¹. Se partió de datos primarios para evaluar las dos alternativas productivas. Se confeccionaron fichas de costo.tratamiento⁻¹ y se

equipments and facilities) and the variables (feeding, salaries and veterinary expenses, among others), involved in the rearing process of the growing cattle, according the price list of 2012 (Consejo de Ministros 2015). The methodology for the determination of the impact index (MEMI), developed by Torres *et al.* (2007) was applied for the statistical analysis.

Results and Discussion

The analysis of the main component (MC) evidenced the presence of four components with eigenvalues higher than the unit accounting for 82.22 % of the variability in the systems. MC1 was designated as animal component, since it represented the weight and weight gains. MC2 was assigned to the feed-age, because it consisted of the availability and age at incorporation. MC3, climate, it was constituted by the temperature and rainfall. MC4 was represented as initial age since it included that variable (table 1).

In MC1, gains per animal and weight were the

consideraron los gastos fijos (depreciación de pastos, equipos e instalaciones) y los variables (alimentación, salarios y gastos veterinarios, entre otros), involucrados en el proceso de cría del ganado en desarrollo, según el listado de precios de 2012 (Consejo de Ministros 2015). Se aplicó la metodología de determinación del índice de impacto (MEMI), desarrollada por Torres *et al.* (2008) para el análisis estadístico.

Resultados y Discusión

El análisis de componente principal (CP) evidenció la presencia de cuatro componentes con valores propios mayores que la unidad, que explicaron 82.22 % de la variabilidad en los sistemas. A la CP1 se le denominó componente animal por representar el peso y las ganancias de peso. A la CP2 se le llamó alimento-edad, por estar compuesta por la disponibilidad y la edad de incorporación. A la CP3, clima, por estar conformada por la temperatura y las lluvias. La CP4 se representó como edad inicial por contener dicha variable (tabla 1).

Table 1. Matrix of rotated components

Variables	Components			
	MC1 Animal	MC2 Feed-age	MC3 Climate	MC4 Initial age
Weight	0.67	-0.13	-0.39	-0.06
Gain, kg.animal ⁻¹	0.93	0.28	0.02	-0.02
Gain, kg.animal.d ⁻¹	0.92	0.28	0.01	-0.02
Availability, kg	0.17	0.95	0.03	0.15
Initial age, months	0.01	-0.17	0.24	0.89
Age at incorporation, months	-0.20	-0.92	0.07	0.22
Rainfall, mm	-0.03	0.00	0.71	-0.06
Temperature, ° C	-0.17	-0.02	0.89	0.22
Evaporation, mm	0.13	-0.28	0.51	-0.64
Eigenvalue	3.05	1.68	1.42	1.25
Variance, %	33.83	18.72	15.81	13.86
Accumulated variance	33.83	52.56	68.37	82.22

variables with important preponderance factors, accounting for 33.83 % of the variability of the systems. This indicated its importance in technologies relating the female Charolais incorporation.

The MC2 feed-age showed a positive relationship for the availability and an inverse relationship for the age at incorporation of the Charolais female: This accounted for 18.72 % of the variability and the relationship between feed availability and age at incorporation of the female: greater availability will decrease age at incorporation and vice versa. Also, together to MC1 this relationship contributed to account for 52.56 % of the variability.

MC3 climate, rainfall and temperature outstood as of highest preponderance in a direct relationship and accounted for 15.81 % of the variability. The magnitude

En la CP1, las ganancias por animal y el peso fueron las variables con cargas factoriales de importancia, que contribuyeron a explicar 33.83 % de la variabilidad de los sistemas. Esto indicó la importancia que ellas ocupan en tecnologías relacionadas con la incorporación de la hembra Charolais.

La CP2 alimento-edad mostró la relación positiva de la disponibilidad e inversa de la edad de incorporación de la hembra Charolais. Esto explicó 18.72 % de la variabilidad y la relación entre disponibilidad de alimento y edad de incorporación de la hembra: a mayor disponibilidad disminuiría la edad de incorporación y viceversa. Además, unida a la CP1, esta relación contribuyó a la explicación de 52.56 % de la variabilidad.

En la CP3 clima, las precipitaciones y temperatura se destacaron como las de mayor preponderancia en una

of these variables is determined by its influence on biomass availability and animal welfare.

The fourth component, age at starting, accounted for 13.86 % of the variability, linked to the growth processes of the animals which are determined by the performance of the variables integrating the above described components.

Regarding the animal impact, the most represented variables were weight gain ($\text{kg}\cdot\text{animal}^{-1}$ and $\text{kg}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$) and weight that attained values of 0.93, 0.92 and 0.67, respectively. The introduction of the silvopastoral system only reached values lower to zero (figure 1) from April to July, period coinciding with the lack of water supply in cycle 1 (silvopastoral system and monoculture). However, it must be highlighted that the highest impact indexes obtained coincide with the rainy period and beginning of the dry in both cycles of the introduction of the technology.

The monoculture presented variables with similar situation in the weight and gains, although it was not superior to the cycles of the silvopastoral system. The highest values were obtained in both cycles in the silvopastoral system agreeing with the highest feed availability.

In spite of the above mentioned, weight gains

relación directa, y explicaron 15.81 % de la variabilidad. La importancia de estas variables está determinada por su influencia en la disponibilidad de biomasa y en el bienestar animal.

La cuarta componente, edad de inicio, explicó 13.86 % de la variabilidad, vinculada a los procesos de crecimiento de los animales que están determinados por el comportamiento de las variables que integran las componentes antes descritas.

En cuanto al impacto animal, las variables más representadas fueron ganancia de peso ($\text{kg}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{mes}^{-1}$ y $\text{kg}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$) y peso, que alcanzaron valores de 0.93, 0.92 y 0.67, respectivamente. La introducción del sistema silvopastoril solo alcanzó valores inferiores a cero (figura 1) de abril a julio, período que coincidió con la falta de abasto de agua en el ciclo I (silvopastoreo y monocultivo). Sin embargo, se debe destacar que los mayores índices de impacto obtenidos coinciden con el período lluvioso y comienzo del poco lluvioso, en ambos ciclos de la introducción de la tecnología.

El monocultivo presentó variables con similar situación en el peso y las ganancias, aunque no fue superior a los ciclos del silvopastoreo. Los mayores valores se obtuvieron en ambos ciclos en el silvopastoreo, que coincidió con mayor disponibilidad de alimento.

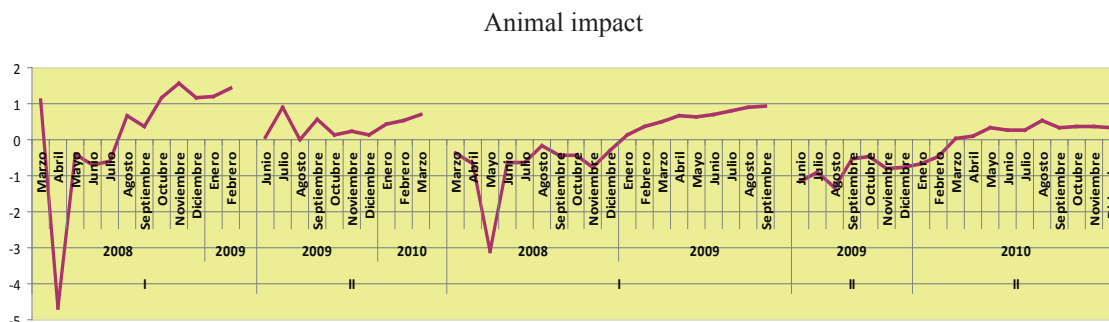


Figure 1. Index of animal impact on each cycle of both treatments

increased favoring the silvopastoral system in both cycles and highest values were found where the tree was present. However, the high temperature during the rainy and part of the dry periods probably influenced on these results, considering that consumption and animal welfare could have been affected to a lesser extent, in the silvopastoral system compared to the monoculture of improved pasture (Álvarez and Milera 2014).

The water stress could have also affected the weight gain results, since water is a vital element, and in very few opportunities its importance is considered. By its nature this resource is one of the most important for the development and success of the productive processes, since it fulfills fundamental physiological functions in the animal's organism. Depending from the type of feed, the objective of production and the climate, water consumption varies, although it can be considered that is equal to 10 % of live weight. It is known that for the

A pesar de lo anterior, las ganancias de peso se incrementaron a favor del silvopastoreo en ambos ciclos y los valores superiores se encontraron donde estuvo presente la arbórea. No obstante, es probable que la alta temperatura, durante el período lluvioso y parte del poco lluvioso, influyera en estos resultados, al considerar que puede haber afectado el consumo y el bienestar animal, en menor medida, en el sistema silvopastoril con respecto al monocultivo de pasto mejorado (Álvarez y Milera 2014).

El estrés hídrico también pudo afectar los resultados de la ganancia de peso, ya que el agua es un elemento vital, y en muy pocas oportunidades se considera la importancia que tiene. Por su naturaleza, este recurso es uno de las más importantes para el desarrollo y éxito de los procesos productivos, pues cumple funciones fisiológicas fundamentales en el organismo animal. En dependencia del tipo de alimento, el objetivo

heifer category is $38 \text{ L}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ (García 2011). Hence, the lack of water can explain the negative values during the assessment, which were higher in cycle 1 of the silvopastoral system, due to the higher bromatological composition of the diet by the presence of leucaena.

If considered that animals could have been submitted to a certain lack of water, the analysis carried out demonstrated the impact that this could have had on live weight and gains, in both cycles, with the different treatments. However, it would be imperative to realize future experiments in which it would be possible determining, under these same conditions, the effect of the lack of water on the studied indicators.

Figure 2 shows the effect of the feed and age at incorporation. These latter performed above zero only when the silvopastoral technique was introduced, even in the dry period, due to the fact that feed availability was increased with the legume inclusion that improved the quality of the diet. Nonetheless, in both cycles, animals grazed in the monoculture and only October occupied a value of 0.09. The rest of the months showed negative values. In the same way performed age at incorporation in both treatments. This demonstrated that feeding has impact on age at incorporation to reproduction of the replacement female, since on existing higher availability and quality of the feed, ages at incorporation could decrease or vice versa, as evidenced in the evaluation of the Charolais replacement females (Iglesias *et al.* 2012).

In animals of the cycles corresponding to monoculture, which consumed only pastures and

de producción y el clima, el consumo de agua varía, aunque se puede considerar que equivale a 10 % del peso vivo. Se conoce que en la categoría novilla es de $38 \text{ L}\cdot\text{animal}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$. (Vega 2012). Por tanto, la falta de agua pudiera explicar los valores negativos durante la evaluación, que fueron superiores en el silvopastoreo ciclo I, debido a la composición bromatológica superior de la dieta por la presencia de la leucaena.

Si se considera que los animales pudieron estar sometidos a cierta carencia de agua, el análisis realizado demostró el impacto que esto pudo tener en el peso vivo y en las ganancias, en ambos ciclos, con los diferentes tratamientos. No obstante, sería importante realizar investigaciones futuras, en las que se pudiera determinar, en estas mismas condiciones, el efecto de la carencia de agua en los indicadores estudiados.

La figura 2 muestra el efecto del alimento y la edad de incorporación. Esta última se comportó por encima de cero, solo cuando se introdujo la tecnología silvopastoral, aun en el período poco lluvioso, debido a que la disponibilidad de alimento se incrementó con la inclusión de la leguminosa, lo que mejoró la calidad de la dieta. Sin embargo, en ambos ciclos, los animales pastorearon en el monocultivo, y solo octubre ocupó un valor de 0.09. El resto de los meses mostró valores negativos. De igual manera se comportó la edad de incorporación en ambos tratamientos. Esto demostró que la alimentación tiene impacto en la edad de incorporación a la reproducción de la hembra de reemplazo, ya que al existir mayor disponibilidad y calidad del alimento, las edades de incorporación pudieran disminuir o viceversa, como se evidenció en la evaluación de hembras de reemplazo Charolais (Iglesias *et al.* 2012).

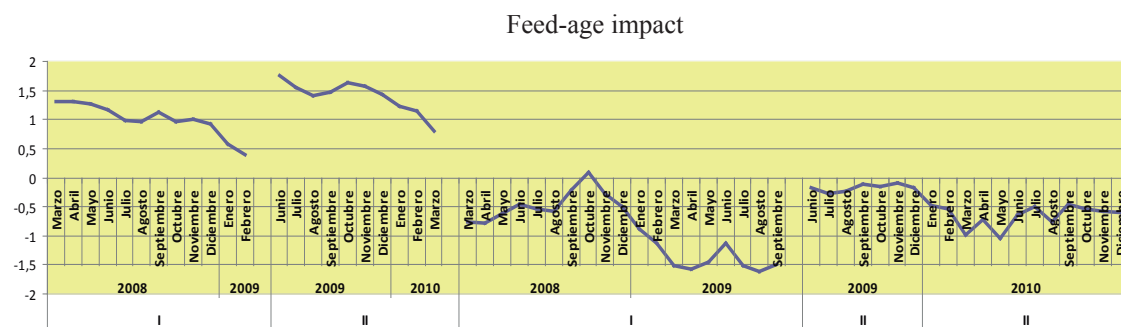


Figure 2. Index of feed-age impact

mineral salts, the first only contributed with 8 to 8.7 % of protein. These animals did not receive the benefits of the legume trees that contribute to the fixation of atmospheric nitrogen what justify values attained (Murgueito 2011 and Fernández *et al.* 2014).

The agronomic-productive performance in the areas evolved with the stability in the time and attained high biomass production in the cycles represented by the silvopastoral technology (Uribe *et al.* 2011), which was of special importance, since it was attained under totally natural conditions, without the application of any type of

En los animales de los ciclos correspondientes al monocultivo, que consumieron solo pasto y sales minerales, el primero solo aportó de 8 a 8.7 % de proteína. Estos animales no recibieron los beneficios de los árboles leguminosos que contribuyen a la fijación del nitrógeno atmosférico, lo que justifica los valores alcanzados (Murgueito 2011 y Fernández *et al.* 2014).

El comportamiento agronómico-productivo en las áreas evolucionó con estabilidad en el tiempo y alcanzó alta producción de biomasa en los ciclos representados por la tecnología silvopastoral (Uribe *et al.* 2011), lo

fertilizer or irrigation. Probably, this biomass production in the system did not limit animal consumption however this did not occur in the monoculture where the yield in the dry period was low, less than 20 % of its annual yield.

The climatic variables that were represented by rainfall, temperature and evaporation, in both cycles, demonstrated their effect on the rainy period as in the dry, although the evaporation had lower significance (figure 3). Rainfall occurrence propitiated higher feed availability (biomass). Especially in the case of the silvopastoral system, it also increased the protein contents and digestibility of the grass and the legume (Molina *et al.* 2009).

The highest feed availability in the rainy period regarding the dry which marks the seasonal nature of the biomass production is related to the age at incorporation and weight, according to Milera *et al.*

que resultó de singular importancia, ya que se logró en condiciones totalmente naturales, sin la aplicación de ningún tipo de fertilizante ni riego. Esta producción de biomasa en el sistema no limitó, probablemente, el consumo de los animales, lo que no ocurrió en el monocultivo, donde el rendimiento en el período poco lluvioso fue bajo, menos del 20 % de su rendimiento anual.

Las variables climáticas que estuvieron representadas por las precipitaciones, temperatura y evaporación, en ambos ciclos, demostraron su efecto en el período lluvioso como en el poco lluvioso, aunque la evaporación tuvo menor significación (figura 3). La ocurrencia de precipitaciones propició mayor disponibilidad de alimento (biomasa). Especialmente, en el caso del silvopastoreo, incrementó además el tenor proteico y digestibilidad de la gramínea y la leguminosa (Molina *et al.* 2009).

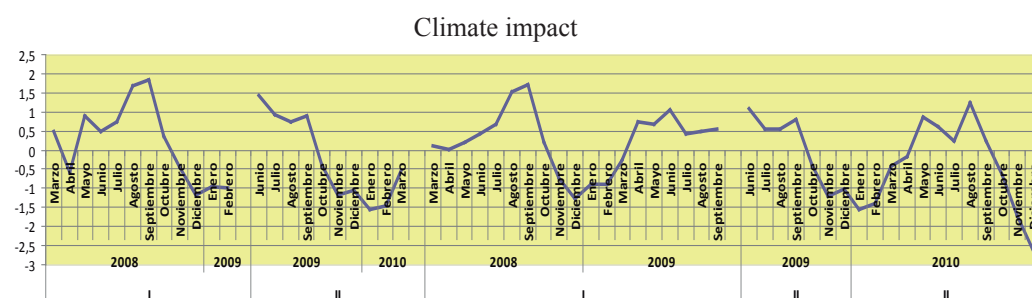


Figure 3. Index of the climate impact

(2012). However, the genotype used in this study is expressed in animals which are high feed converters, which allows obtaining higher weight, especially in the silvopastoral system compared to the monoculture, in spite of being both under similar climatic conditions during the experimental period. Animal incorporated to the silvopastoral technology could not be exposed, in a direct form, to the high temperatures of the evaluated period, due to the shade projected by the trees. This supplied a favorable environment, greater welfare and stress decrease, allowing higher intake (Álvarez and Milera 2014), since shade is one of the mildness offered by trees in the cattle productive systems.

In this region during the greatest part of the year, and in some hours of the day, the climatic conditions are adverse for the implantation of cattle systems with specialized breeds where the presence of trees is not included. The indices of temperature and relative humidity, for example, exhibit extreme values throughout almost all the year and influence on the reproductive performance of the breeds. This was demonstrated by Benítez *et al.* (2009) who indicated that the Charolais breed had better performance than the Zebu and the Criolla.

As last impact variable in the silvopastoral technology, the initial age coincides with weaning of the Charolais females. Animals weaned at nine

La mayor disponibilidad de alimento en el período lluvioso con respecto al poco lluvioso, que marca la estacionalidad de la producción de biomasa, está relacionada con la edad de incorporación y el peso, según lo señalado por Milera *et al.* (2012). No obstante, el genotipo utilizado en este estudio se expresa en animales que son altos convertidores de alimento, lo que permite obtener mayor peso, en especial en el sistema silvopastoral con respecto al monocultivo, a pesar de estar ambos en similares condiciones climáticas durante el período experimental.

Los animales que se incorporaron a la tecnología silvopastoral pudieron no estar expuestos, de forma directa, a las altas temperaturas del período evaluado, debido a la sombra que proyectaban los árboles. Esto proporcionó un ambiente favorable, mayor bienestar y disminución del estrés, lo que permitió mayor consumo (Álvarez y Milera 2014), pues es la sombra una de las bondades que manifiestan los árboles en los sistemas productivos ganaderos.

En esta región, durante la mayor parte del año, y en algunas horas del día, las condiciones climáticas resultan adversas para la implantación de sistemas ganaderos con razas especializadas, donde no se incluya la presencia de árboles. Los índices de temperatura y humedad relativa, por ejemplo, presentan valores extremos durante casi todo el año e influyen en el comportamiento reproductivo de las razas. Esto fue demostrado por Benítez *et al.* (2009), quienes señalaron que la raza Charolais tuvo

months, approximately attained positive values in both treatments, which were higher where trees were incorporated demonstrating the impact at the animals in this stage (figure 4). This variable, although was the last regarding to its impact was determinant in the age to incorporation, gain and weight of the animals, since it was demonstrated that when the requirements of the animals are covered, better productive indicators can be attained (Iglesias *et al.* 2012). It is necessary to restate that with the introduction of the silvopastoral technology, daily gains and weight were higher and, thus, age at incorporation was optimized.

Cost index cards of these systems are shown in table 2 and were prepared based on a herd of 120 animals. The comparative analysis of cycles I and II of the introduction of the silvopastoral technology indicated increase in the total incomes, as consequence of the weight gain

mejor comportamiento que la Cebú y la Criolla.

Como última variable de impacto en la tecnología silvopastoral, la edad inicial coincide con el destete de las hembras Charolais. Los animales que se destetaron a los nueve meses, aproximadamente, alcanzaron valores positivos en ambos tratamientos, que fueron superiores donde se incorporaron árboles, lo que demuestra el impacto en los animales en esta etapa (figura 4). Esta variable, aunque fue la última en cuanto a su impacto, fue determinante en la edad de incorporación, ganancia y peso de los animales, pues se demostró que cuando los requerimientos de los animales son cubiertos, se pueden alcanzar mejores indicadores productivos (Iglesias *et al.* 2012). Es preciso reiterar que con la introducción de la tecnología silvopastoral, las ganancias diarias y el peso fueron superiores y por tanto, se optimizó la edad de incorporación.

Las fichas de costo de estos sistemas se muestran en

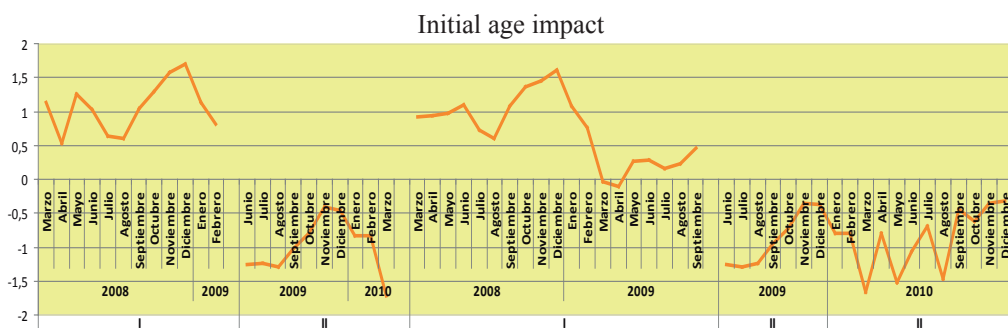


Figure 4. Index of initial age impact

increase. In cycle I, as in II, economic incomes improved by 5.6 %, which was favorable.

In both treatments satisfactory economic indicators were registered. However, they were more favorable for females in the silvopastoral system, with costs. $\text{animal}^{-1} \cdot \text{kg}$ live weight and produced weight and higher benefit/cost relationship. In the silvopastoral treatment the importance of decreasing the duration of the rearing stage was verified, since in cycle II only 273 d were invested, regarding the 366 d of cycle I, being thus even more economic the performance of these indicators.

In this system (silvopastoral), feeding expenses did not surpass 10 % regarding the total, due that the diet of the animals improves the contribution of *L. leucocephala*. The most expensive element of the system was the purchase of animals which was higher to 80 % of the expenses. On the matter, Cino (2008) indicated that this aspect is the strongest element of the rearing and fattening cost of bovines, but it grants profitability to the system.

In cycle I as in II, the economic incomes improved (table 2), favoring the silvopastoral system by 5.92 and 0.94 %, respectively, which is considered an acceptable result (González and Alcaráz 2013).

Results obtained during three years of researchs evidenced that the advantages of the silvopastoral systems regarding the monoculture of star grass as for

la tabla 2 y se realizaron sobre la base de un rebaño de 120 animales. El análisis comparativo del ciclo I y II de la introducción de la tecnología silvopastoral indicó aumento en los ingresos totales, como consecuencia del incremento de la ganancia de peso. En el ciclo I, como en el II, mejoraron los ingresos económicos en 5.6 %, lo que resultó favorable.

En ambos tratamientos se registraron indicadores económicos satisfactorios. Sin embargo, resultaron más favorables para las hembras en silvopastoreo, con costos. animal^{-1} , kg de peso vivo y por peso producido inferiores, y mayor relación beneficio/costo. En el tratamiento silvopastoral se constató la importancia de disminuir la duración de la etapa de cría, ya que en el ciclo II se invirtieron solo 273 d, con respecto a los 366 del ciclo I, por lo que se hace aún más económico el comportamiento de esos indicadores.

En este sistema (silvopastoral), los gastos de alimentación no superaron el 10 % con respecto al total, debido a que la dieta de los animales mejora por el aporte de la *Leucaena leucocephala*. El elemento más costoso del sistema resultó la compra de los animales, que fue superior al 80 % de los gastos. Al respeto, Cino *et al.* (2014) señaló que este rublo es el elemento más fuerte del costo de la cría y la ceba de vacunos, pero le confiere rentabilidad al sistema.

En el ciclo I como en el II, se mejoraron los ingresos

Table 2. Cost index cards of each system

Indicators	Silvopastoral system		Cynodon (monoculture)	
	Cycle I (366 days)	Cycle II (273 days)	Cycle I (578 days)	Cycle II (548 days)
Fixed expenses				
Depreciation pastures	8424.00	6300.60	16569.60	15709.20
Perimeter fence	10194	7603.72	16142.82	15304.96
Electric fence	1843.20	1374.84	2533.96	2402.44
Water troughs	22.50	16.78	35.53	33.68
Canoes	84.24	62.83	133.03	126.15
Total fixed expenses	20567.94	15358.77	35414.94	33576.43
Variable expenses				
Salaries	6525.00	4893.75	10331.25	9787.50
Feeding (s.min)	558.50	416.56	881.38	835.66
Tick baths	157.10	130.90	261.82	288.00
Insemination	699.60	699.60	699.60	699.60
Worming	237.39	217.52	359.37	342.84
Leucaena pruning	456.30	456.30	-	-
Maintenance of fences and facilities	1529.00	1140.55	2414.80	2289.47
Material expenses	141.16	141.16	141.16	141.16
Transport expenses	138.00	138.00	138.00	138.00
Total variable expenses	10442.05	8234.34	128011.68	119504.87
Indirect expenses (5 %)	522.10	411.71	761.36	726.11
Animal purchase	78888.00	70680.00	76608.00	70680.00
Total expenses	110420.00	94684.82	128011.68	119504.87
Incomes (sale of animals)	261541.20	249240.00	246908.40	246908.40
Economic profit	151121.20	154555.18	118896.72	92596.47
Total kg produced	39036.0	37200,0	36852	36852
Cost/animal	920.16	789.04	1066.76	995.87

its productive and economic efficiency. For that, it is necessary to consider as main premise the adequate establishment of the system and strict fulfillment of the technological discipline requiring the exploitation of this system. It must be underlined that results were obtained under commercial production conditions and in soils under degradation process.

It is recommended to extend this system to other units of commercial production, as well as realizing future investigations involving the aspects related with the climate, soil and animal and plant nutrition.

Acknowledgements

Thanks are due to the Empresa de Genética y Cría "Manuel Fajardo", from Jiguaní municipality, Granma province, Cuba and to the workers for the help offered for conducting this investigation.

económicos (tabla 2), a favor del silvopastoreo en 5.92 y 0.94 %, respectivamente, lo que se considera un resultado aceptable (González y Alcaráz 2014).

Los resultados obtenidos durante tres años de investigación evidenciaron las ventajas del sistema silvopastoril con respecto al monocultivo de pasto estrella, en cuanto a su eficiencia productiva y económica. Para ello, es preciso considerar como premisa fundamental el adecuado establecimiento del sistema y el estricto cumplimiento de la disciplina tecnológica que requiere la explotación de este sistema. Se debe destacar que los resultados se obtuvieron en condiciones de producción comercial y en suelos en proceso de degradación.

Se recomienda extender este sistema a otras unidades de producción comercial, así como realizar futuras investigaciones que involucren los aspectos relacionados con el clima, suelo y nutrición animal y vegetal.

Agradecimientos

Se agradece a la Empresa de Genética y Cría "Manuel Fajardo", del municipio Jiguaní, provincia Granma, Cuba, y a sus trabajadores por las facilidades brindadas para la realización de esta investigación.

References

- Álvarez A. 2014. "Contribución de los sistemas agroforestales a la mitigación y a la adaptación al cambio climático". In: III Convención Internacional Agrodesarrollo 2014, Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey 321–324, ISBN: 978-959-7138-18-1.
- Benítez D., Ricardo Y., Viamontes M. I., Romero A., Guevara O., Torres V., Miranda M., Guerra J. & Olivera C. 2009. "Alternativas tecnológicas para la hembra vacuna de reemplazo en el Valle del Cauto". Cuban Journal of Agricultural Science, 43 (4), Available: <<http://repositoriodigital.academica.mx/jspui/handle/987654321/387113>>, [Consulted: February 12, 2016].
- Cino D., Díaz A., Castillo E. & Vega A. 2014. "Sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala* en tecnologías vacunas: un análisis económico financiero". In: III Convención Internacional Agrodesarrollo 2014, Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey 993–998, ISBN: 978-959-7138-18-1.
- Consejo de Ministros. 2015. Precios máximos de acopio en pesos cubanos (CUP), para la contratación de los productos: arroz, frijol, tabaco, ganado bovino en pie y leche fresca por las entidades estatales. cod. 7734-2015.
- Díaz A. 2008. Producción de carne bovina en pastoreo con gramíneas y leguminosas. Ph.D. Thesis, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- Fernández L. A., Rodríguez H., Muñoz D., Rivero A., Canel J., Rivero L. E. & Cabrera Y. 2014. "Elaboración de un balance de nitrógeno en unidades de producción de leche". In: III Convención Internacional Agrodesarrollo 2014, Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey 1062–1067, ISBN: 978-959-7138-18-1.
- González P. J. M. & Alcaraz V. J. V. 2014. "Cultivo y costos de un sistema silvopastoril intensivo (sspi) a base de gramíneas y *Leucaena leucocephala* estudio de caso en tepalcatepec, michoacán, México". INCEPTUM Revista de Investigación en Ciencias de la Administración, 8 (15): 277–292, ISSN: 1870-526X, 2007-9494.
- Hernández A., Pérez J., Bosch D. & Castro N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA, 93 p., ISBN: 978-959-7023-77-7.
- Iglesias J. M., Simón L., Milera M. & Lamela L. 1997. "Sistemas de producción bovina a base de pastos y forrajes". Pastos y Forrajes, 20 (1): 73–100, ISSN: 2078-8452.
- Martínez J., Milera M., Remy V., Yepes I. & Hernández J. 1990. "Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial". Pastos y Forrajes, 14 (2): 101–112, ISSN: 2078-8452.
- Milera M., Remy V. A., Machado R., Martín G. J., Ojeda F., Pérez A., Wencome H. B., Toral O., Iglesias J. M. & López O. 2012. "Importancia de las plantas proteínicas para la producción animal en Cuba". In: II Convención Internacional Agrodesarrollo 2012, Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey 309–315, ISBN: 978-959-7138-12-9.
- Molina C. H., Molina C. H., Molina J. E. & Molina J. P. 2009. "Carne, leche y mejor ambiente en el sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit MIMOSACEAE". In: Murgueitio R. E., Naranjo R. J. F. & Cuartas C. C. A. (eds.), Ganadería del futuro: investigación para el desarrollo, Cali, Colombia: Fundación CIPAV 41–65, ISBN: 978-958-9386-58-3.
- Murgueitio E. 2011. "Ganadería del futuro". In: III Congreso sobre sistemas silvopastoriles intensivos para la ganadería sostenible del siglo XXI 1–7.
- Preston T. R. & Willis M. S. 1970. Intensive Beef Production. 1st ed., Oxford, New York: Pergamon Press, 536 p., ISBN: 978-0-08-015652-1.
- Torres V., Ramos N., Lizazo D., Monteagudo F. & Noda A. 2008. "Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria". Cuban Journal of Agricultural Science, 42, p. 133, ISSN: 2079-3480.
- Uribe F., Zuluaga A. F., Valencia L., Murgueitio E., Zapata A., Solarte L. & Soto R. B. 2011. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Proyecto ganadería colombiana sostenible, Bogotá, Colombia: GEF, Banco Mundial, FEDEGAN, CIPAV, Fondo Accion, TN, p. 78, ISBN: 978-958-8498-35-5, Available: <<http://www.cipav.org.co/pdf/1.Establecimiento.y.manejo.de.SSP.pdf>>, [Consulted: February 12, 2016].
- Vega A. 2012. Crianza de hembras de reemplazo Charolaise de Cuba, en silvopastoreo con *Leucaena leucocephala* y *Cynodon nlemfuensis*. Ph.D. Thesis, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- Vega A. M., Herrera R. S., Lamela L., Santana A. A. & Rodríguez G. A. 2013. "Evaluación en Silvopastoreo y monocultivo de hembras Charolaise en crecimiento en el oriente cubano". REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 14 (2): 1–10, ISSN: 1695-7504.

Received: November 3, 2015