

## Improved management of *Panicum maximum* cv. Likoni. Its effect on the productive and economic response of Siboney heifers (5/8 Holstein and 3/8 Cebu)

### Manejo mejorado del *Panicum maximum* vc. Likoni. Su efecto en la respuesta productiva y económica de novillas de raza Siboney (5/8 Holstein y 3/8 Cebú)

A. E. Fernández Mayer<sup>1</sup>, A. Zamora<sup>2</sup>, R. Mejias<sup>2</sup>, Verena Torres Cárdenas<sup>2</sup>, and P.C. Martín Méndez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Bordenave, Buenos Aires, Argentina  
Ruta Pcial. 76 km. 36.5 (8187) Bordenave. Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup>Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana, Cuba  
Email: afmayer56@yahoo.com.ar

Livestock production takes place in Cuba and in the rest of Latin America and the Caribbean, especially in adverse regions (climate and soil) to produce forage, displaced by agriculture. In tropical and subtropical regions, it is generally sought; higher forage production per hectare, regardless of its quality. Hence, the objectives of this study were to evaluate the production and quality of *Panicum maximum* cv. Likoni in different stages of maturity and determine management strategies that allow producing more meat at the lowest possible cost. For this, traditional management with respect to improved management was evaluated. Traditional management is the grazing of tropical forages, without eliminating the old grass from the previous season (dry season); on a plot for several days (moderate to low stocking rate); at the start of grazing from 1.0 to 1.2 m in height, with additional supplementation low or no. The improved management proposes to cut the old forage from the previous season ( $\pm$  40-50 % dead) up to 20-25 cm in height, at 45-60 d before the start of the new season, with a mower or with the animal's teeth, to facilitate a healthy and good quality regrowth from 0.40 to 1.0 m in height with cutting the remaining forage, if necessary, high stocking rate and low proportion of an additional protein concentrate or without it, with soybean expeller. The experiment was conducted at the Instituto de Ciencia Animal (ICA) from the Republic of Cuba, with heifers from Siboney breed. The production and quality of the forage, the production of individual meat per hectare and the production cost were evaluated. It is concluded that the results of the nutritional, productive and economic analyzes of the test were in favor of improved management with respect to the traditional one. It is recommended to deepen these lines of research, with the purpose of improving the obtained results.

Key words: *Panicum maximum* vc. Likoni, quality, meat production, improved and traditional management

In tropical and subtropical countries, the production of meat and milk is basically supported by C<sub>4</sub> grasses, accompanied by legumes typical of warm areas (forage, shrubs and tree). These fresh forages, especially grasses, are exposed to stressful environmental conditions, typical of those regions: high temperatures, radiation and humidity that vary the different chemical indicators (values of crude protein from moderate to low, digestibility, soluble carbohydrates and starch, and values of NDF, ADF

La producción ganadera se desarrolla en Cuba y en el resto de América Latina y el Caribe, especialmente, en regiones adversas (clima y suelo) para producir forrajes, desplazada por la agricultura. En las regiones tropicales y subtropicales, se busca, generalmente, mayor producción de forraje por hectárea, independientemente de su calidad. De ahí que, los objetivos de este estudio sean evaluar la producción y calidad de *Panicum maximum* vc. Likoni en diferentes estados de madurez y determinar estrategias de manejo que permitan producir más carne con el menor costo posible. Para ello, se evaluó el manejo tradicional con respecto al manejo mejorado. Se entiende por manejo tradicional el pastoreo de los forrajes tropicales, sin eliminar el pasto viejo de la campaña anterior (época de sequía); en parcela para varios días de duración (moderada a baja carga animal); en inicio del pastoreo desde 1.0 a 1.2 m de altura, con suplementación adicional baja o sin ella. El manejo mejorado propone cortar el forraje viejo de la campaña anterior ( $\pm$  40-50 % muerto) hasta 20-25 cm de altura, a los 45-60 d previos al inicio de la nueva campaña, con chapeadora o con los dientes del animal, para facilitar un rebrote sano y de buena calidad desde 0.40 hasta 1.0 m de altura con chapeado del forraje remanente, en caso de ser necesario, alta carga animal y baja proporción de un concentrado proteico adicional o sin ella, con expeller de soya. El experimento se realizó en el Instituto de Ciencia Animal (ICA) de la República de Cuba, con novillas de la raza Siboney. Se evaluó la producción y calidad del forraje, la producción de carne individual y por hectárea y el costo de producción. Se concluye que los resultados de los análisis nutricionales, productivos y económicos del ensayo estuvieron a favor del manejo mejorado con respecto al tradicional. Se recomienda profundizar estas líneas de investigación, con el propósito de mejorar aún más los resultados obtenidos.

Palabras clave: *Panicum maximum* vc. Likoni, calidad, producción de carne, manejo mejorado y tradicional.

En los países tropicales y subtropicales, la producción de carne y leche se sustenta, básicamente, con gramíneas C<sub>4</sub>, acompañadas por leguminosas típicas de zonas cálidas (forrajeras, arbustivas y arbóreas). Estos forrajes frescos, especialmente las gramíneas, están expuestos a condiciones ambientales estresantes, propias de esas regiones: altas temperaturas, radiación y humedad que varían los diferentes indicadores químicos (valores de proteína bruta de moderados a bajos, digestibilidad, carbohidratos solubles y almidón, y valores de FDN,

lignin from moderate to high) (Del Pozo 2004 and van Soest 2012). This affects, significantly, the productive and economic indicators of livestock systems (Rearte 2010).

In general, tropical grasses ( $C_4$ ) are used in two different ways: for cutting or direct grazing. The traditional management (TM) of these forages, for direct grazing as for cutting, is composed of three basic principles: 1) the old material from the previous vegetative cycle (dry season or cold season with frosts) is not removed with a mower; 2) begins to graze or cut with machines, when the plants reach more than 1.20 m in height; 3) normally, intensive grazing (3-7 d of interval) is not done with electric fences, without weeds or with opportune cut. Nor is intensive or periodic cuts made when mechanical grazing is used.

With TM, tropical plants ( $C_4$ ) have very unbalanced the energy-protein indicators. Under these conditions, the quality of forage is not adequate to reach high productions of meat or milk ( $>0.500\text{kg}$  of meat/animal/d or  $> 12\text{ L}$  of milk /cow/ d, respectively).

The objective of this study was to evaluate the productive and economic response of Siboney heifers in direct grazing of Guinea Likoni with traditional management (TM) with respect to improved management (IM), with the addition or not of a protein concentrate (soybean expeller) and in low proportions (700 to 800 g CP/animal/d).

### Materials and Methods

The Instituto de Ciencia Animal (ICA) is located at  $22^{\circ}53'$  north latitude and  $82^{\circ}02'$  east longitude, in Mayabeque province, at an altitude of 80 m o.s.l, 60 km from the Havana City, Cuba.

Tables 1 and 2 show the physical-chemical characteristics of the soil and the climatic variables (rainfalls and temperatures) during the test.

In this experiment ten heifers from Siboney breed (5/8 Holstein and 3/8 Cebu) were used in direct grazing of *Panicum maximum* cv. Guinea Likoni, in monoculture located in the development area of ICA.

The grass was sowed in 2000, with sowing density of 7 kg/ha. It did not receive fertilizer or complementary irrigation. The surface of *Panicum maximum* cv. Guinea

FDA y lignina de moderados a altos) (Del Pozo 2004 y van Soest 2012). Esto afecta, significativamente, los indicadores productivos y económicos de los sistemas ganaderos (Rearte 2010).

En general, los pastos tropicales ( $C_4$ ) se utilizan de dos formas diferentes: para corte o en pastoreo directo. El manejo tradicional (MT) de estos forrajes, para pastoreo directo como para corte, se compone de tres principios básicos: 1) el material viejo del ciclo vegetativo anterior (época de sequía o fríos con heladas) no se elimina con desmalezadora o chapeadora; 2) se comienza a pastorear o cortar con máquinas, cuando las plantas alcanzan más de 1.20 m de altura; 3) normalmente, no se hace pastoreo intensivo (3-7 d de intervalo) con cercas eléctricas, sin malezas o con chapeo oportuno. Tampoco se realiza cortes intensivo o periódico, cuando se emplea pastoreo mecánico.

Con el MT, las plantas tropicales ( $C_4$ ) tienen los indicadores energéticos-proteicos muy desbalanceados. En estas condiciones, la calidad del forraje no es adecuada para alcanzar altas producciones de carne o leche ( $>0.500\text{ kg}$  de carne/animal/d o  $> 12\text{ L}$  de leche/vaca/d, respectivamente).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta productiva y económica de novillas Siboney en pastoreo directo de Guinea Likoni con manejo tradicional (MT) con respecto al manejo mejorado (MM), con la adición o no de un concentrado proteico (expeller de soya) y en bajas proporciones (700 a 800 g de PB/animal/ d).

### Materiales y Métodos

El Instituto de Ciencia Animal (ICA) se encuentra ubicado en los  $22^{\circ}53'$  de latitud norte y  $82^{\circ}02'$  de longitud este, en la provincia Mayabeque, a una altura de 80 msnm, a 60 km de la Ciudad de La Habana, Cuba.

En las tablas 1 y 2 se presentan las características físico-químicas del suelo y las variables climáticas (precipitaciones y temperaturas) presentes durante el ensayo.

En este experimento se utilizaron diez novillas de la raza Siboney (5/8 Holstein y 3/8 Cebú) en pastoreo directo de *Panicum maximum* vc. Guinea Likoni, en monocultivo ubicado en el área de desarrollo del ICA.

El pasto se sembró en el 2000, con densidad de siembra de 7 kg/ha. No recibió fertilizante ni riego complementario. La superficie de *Panicum maximum*

Table 1. Meteorological data of the experimental area

Average temperature, °C	Maximum temperature, °C	Minimum temperature, °C	Precipitations, mm
25.3	31.6	21.9	959

Table 2. Soil characteristics of the experimental area

Depth	OM (%)	pH	$P_2O_5$ (mg/100g)	Cations (cmol/kg)			
				Ca	Mg	K	Na
0-20 cm	3.8	6.05	12.0	18.0	2.65	0.19	0.61

Likoni was 22 ha, distributed in three treatments with 30 Siboney heifers (5/8 Holstein and 3/8 Cebu) of  $187.67 \pm 11.66$  kg LW initial/animal. The experiment was extended for 91 d, from May 30 to August 29, 2014 (rainy season). The experimental unit was the animal.

The following treatments were evaluated: T1) traditional management without complementary protein concentrate (TMwc); T2) improved management without complementary protein concentrate (IMwc); T3 improved management with complementary protein concentrate (IMwsc).

*T1 (TMwc)*. It was not weeded or cut previous to the test. The allocated area was 9 ha. Extensive grazing was carried out without electric fence. The area was divided into two paddocks or plots of 4.5 ha each. The animals remained in each paddock for more than 30 d. The grazing range (height) was 1.0-1.2 m (initial) up to 1.6-1.8 m (final); the average live weight, of 221.5 kg / head, and the stocking rate of 1.1 heads/ha (243.7 kg LW / ha, average test).

*T2 (IMwc)*. The weeds were removed or cutted at 45 d previous to the start of the test. The allocated area was 6 ha. Intensive grazing was carried out with electric fence with weekly rotation (7 d). The grazing range was 0.4 m (initial) to 0.8-1.0 m (final); the average live weight, of 221.1 kg/head and the stocking rate, of 1.67 heads/ha (equivalent to 369.24 kg LW/ ha, average test).

*T3 (IMwsc)*. It was weeded or cutted at 45 d previous to the start of the test. The allocated area was 5 ha. Intensive grazing was carried out with electric fence with weekly rotation (7 d). It was supplemented with soybean expeller ( $\pm 0.5\%$  of LW) as a complementary protein concentrate. The grazing range was from 0.4 m (initial) to 0.8-1.0 m (final); the average live weight of 225.4 kg / head and the stocking rate of 2.0 head/ha (equivalent to 450.8 kg LW / ha, average test).

All three treatments were supplied with a base ration to ensure a minimum level of protein, energy and minerals, due to the use of newly weaned and fully growing animals (pre-fattening).

The base ration was composed of a mixture of expeller or soybean cake, sugarcane molasses and minerals. It was supplied at a rate of 1 kg ration/head/d ( $\pm 0.5\%$  of the LW). The chemical composition was 19.2 % CP; 2.78 Mcal ME/kg DM and 76.8 % digestibility. In turn, the third treatment was supplied additionally, at a rate of 1 kg of soybean expeller ( $\pm 0.5\%$  of the LW) (47.5 % CP, 2.93 ME/kg DM and 81 % digestibility) as a complementary protein concentrate.

The analyzed indicators were crude protein (CP), neutral and acid detergent fiber (NDF and ADF), NDF digestibility, acid detergent lignin (ADL). The chemical analysis of the different samples was performed in the ICA laboratory. The techniques used were: DM (drying at 60 °C constant weight), CP (AOAC 2005), NDF and ADF (Van Soest 1994 with ANKOM equipment) and

vc. Guinea Likoni fue de 22 ha, distribuidas en tres tratamientos con 30 novillas de raza Siboney (5/8 Holstein y 3/8 Cebú) de  $187.67 \pm 11.66$  kg PV inicial/animal. El experimento se extendió durante 91 d, desde el 30 de mayo al 29 de agosto de 2014 (temporada de lluvias). La unidad experimental fue el animal.

Se evaluaron los tratamientos siguientes: T1) manejo tradicional sin concentrado proteico complementario (MTsc); T2) manejo mejorado sin concentrado proteico complementario (MMsc); T3 manejo mejorado con concentrado proteico complementario (MMcS).

*T1 (MTsc)*. No se desmalezó ni chapeó previo al ensayo. La superficie asignada fue de 9 ha. Se realizó pastoreo extensivo sin cerca eléctrica. La superficie se dividió en dos cuartos o parcelas de 4.5 ha c/u. Los animales permanecieron en cada cuartón más de 30 d. El rango de pastoreo (altura) fue de 1.0-1.2 m (inicial) hasta 1.6-1.8 m (final); el peso vivo promedio, de 221.5 kg/cabeza, y la carga animal de 1.1 cabezas/ha (243.7 kg PV/ha, promedio ensayo).

*T2 (MMsc)*. Se eliminaron las malezas o se chapeó a los 45 d previos al inicio del ensayo. La superficie asignada fue de 6 ha. Se realizó pastoreo intensivo con cerca eléctrica con rotación semanal (7 d). El rango de pastoreo fue de 0.4 m (inicial) hasta 0.8-1.0 m (final); el peso vivo promedio, de 221.1 kg/cabeza y la carga animal, de 1.67 cabezas/ha (equivalente a 369.24 kg PV/ha, promedio ensayo).

*T3 (MMcS)*. Se desmalezó o chapeó a los 45 d previos al inicio del ensayo. La superficie asignada fue de 5 ha. Se realizó pastoreo intensivo con cerca eléctrica con rotación semanal (7 d). Se suplementó con expeller de soya ( $\pm 0.5\%$  del PV) como concentrado proteico complementario. El rango de pastoreo fue desde 0.4 m (inicial) hasta 0.8-1.0 m (final); el peso vivo promedio de 225.4 kg/cabeza y la carga animal de 2.0 cabezas/ha (equivalente a 450.8 kg PV/ha, promedio ensayo).

A los tres tratamientos se les suministró una ración base para asegurar un nivel mínimo proteico, energético y de minerales, debido a que se utilizaron animales recién destetados y en pleno crecimiento (pre-ceba).

La ración base estuvo compuesta por una mezcla de expeller o torta de soya, miel de caña de azúcar y minerales. Se suministró a razón de 1 kg ración/cabeza/d ( $\pm 0.5\%$  del PV). La composición química fue de 19.2 % PB; 2.78 Mcal EM/kg MS y 76.8 % de digestibilidad. A su vez, al tercer tratamiento se suministró de forma adicional, a razón de 1 kg de expeller de soya ( $\pm 0.5\%$  del PV) (47.5% PB, 2.93 EM/kg MS y 81% de digestibilidad) como concentrado proteico complementario.

Los indicadores analizados fueron la proteína bruta (PB), fibra detergente neutra y ácida (FDN y FDA), digestibilidad de la FDN, lignina detergente ácido (LDA). El análisis químico de las diferentes muestras se realizó en el laboratorio de ICA. Las técnicas utilizadas fueron: MS (secado a 60°C peso constante), PB (AOAC 2005), FDN y FDA (Van Soest 1994 con equipo

ADL (Goering and Van Soest 1970).

To determine the quality of the forage intake by the animals, the manual cutting sampling technique was used in each treatment. The manual cutting was performed simulating the cut made by the animals (Gallegos 2010). The interval between cuts was every  $\pm 30$  d, on the same day that supply and rejection was measured. This technique consists of cutting the forage with the hand to the height that the animals intake it, respecting the remnant left by them. In each plot (treatment) and every four weeks, six sub-samples cut with the hand were extracted. These were divided into two groups, composed of three subsamples composite /group/treatment.

Each of these compound samples (minimum  $\pm 200$  grams MV/treatment/repetition/sampling) were weighed in fresh (MV). Then, they were dried in an oven at  $60^\circ\text{C}$  until reaching constant weight (DM). Subsequently, they were taken to the laboratory in identified nylon bags (date of sampling, treatment and repetition) to proceed to the different chemical analyzes.

The forage supply was measured (kg DM/ha), which was determined by cutting, every 30 d, from the moment in which the animals entered the test until its end. To do this, 10 frames of  $1\text{ m}^2$  each were randomly thrown per treatment on the day of weighing the animals, following a transect in the grazing strip, previous to the entry of the animals.

In order not to affect the availability of grass in the next plot where the animals were, it was cut with a knife 10 cm height from the soil in a strip located further on. The grass (fresh), as obtained, was weighed in the same experimental site. This data showed the supply of forage measured in kg MV/ ha/ treatment/sampling. A portion of grass was taken ( $\pm 200$  grams of MV/repetition) and was dried in an oven at  $60^\circ\text{C}$ , until reaching constant weight to determine the DM percentage. In this way, the forage supply was obtained, but measured in kg DM/ha/treatment/sampling.

For the rejected forage the previous methodology was used. It was try to measure the offer on the same day, on a new plot, and the rejected forage on the last grazed plot. For this, it was cut 10 cm from the soil in the ten frames thrown at random, following a transect.

The forage was weighed in the same place and taken to the laboratory to make DM. In this way, the data of the kg DM/ha/treatment/sampling of the forage rejected by the animals was obtained by means of the following formula:

$$DMI = \frac{(\text{Supply kg DM/ha} - \text{Rejected kg DM/ha}) \times \text{Allocated area (m}^2/\text{head/d)}}{10.000 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}}$$

*Forage intake per animal (DMI)*. It was determined by the difference between supply and rejection (kg DM/ha), multiplied by the allocated area per animal and per day. The result was divided by the square meters of one hectare. It was expressed in kg DM/head/d.

ANKOM) y LDA (Goering y Van Soest 1970).

Para determinar la calidad del forraje consumido por los animales se utilizó la técnica de muestreo de corte manual en cada tratamiento. El corte manual se realizó simulando el corte que hacen los animales (Gallegos 2010). El intervalo entre corte fue cada  $\pm 30$  d, en el mismo día que se midió oferta y rechazo. Esta técnica consiste en cortar el forraje con la mano a la altura que consumen los animales, respetando el remanente dejado por ellos. En cada parcela (tratamiento) y cada cuatro semanas, se extrajeron seis submuestras cortadas con la mano. Estas se dividieron en dos grupos, integrados por tres submuestras compuestas/grupo/tratamiento.

Cada una de estas muestras compuestas (mínimo  $\pm 200$  gramos de MV/tratamiento/ repetición/muestreo) se pesaron en fresco (MV). Luego, se secaron en estufa a  $60^\circ\text{C}$  hasta alcanzar peso constante (MS). Posteriormente, se llevaron al laboratorio en bolsas de nailon identificadas (fecha de muestreo, tratamiento y repetición) para proceder a los diferentes análisis químicos.

Se midió la oferta de forraje (kg MS/ha), que se determinó por corte, cada 30 d, desde el momento en que ingresaron los animales al ensayo hasta su finalización. Para ello se arrojaron al azar 10 marcos de  $1\text{ m}^2$  c/u por tratamiento el día de pesar los animales, siguiendo una transecta en la franja de pastoreo, previo al ingreso de los animales.

Para no afectar la disponibilidad de pasto en la parcela siguiente en que estuvieron los animales, se cortó con cuchillo a 10 cm de altura del suelo en una franja ubicada más adelante. El pasto (fresco), tal como se obtuvo, se pesó en el mismo sitio experimental. Este dato representó la oferta de forraje medido en kg MV/ha/tratamiento/muestreo. Se tomó una porción de pasto ( $\pm 200$  gramos de MV/repetición) y se secó en estufa a  $60^\circ\text{C}$ , hasta alcanzar peso constante para determinar el porcentaje de MS. De esta forma, se obtuvo la oferta de forraje, pero medido en kg de MS/ha/tratamiento/muestreo.

Para el forraje rechazado se empleó la metodología antes referida. Se trató de medir la oferta en el mismo día, en una parcela nueva, y el forraje rechazado en la última parcela pastoreada. Para ello, se cortó a 10 cm del suelo en los diez marcos arrojados al azar, siguiendo una transecta.

El forraje se pesó en el mismo sitio y se llevó al laboratorio para hacer MS. De esa forma, se obtuvo el dato de los kg MS/ha/tratamiento/muestreo del forraje rechazado por los animales mediante la fórmula siguiente:

$$CMS = \frac{(\text{Oferta kg MS/ha} - \text{Rechazado kg MS/ha}) \times \text{Superficie asignada (m}^2/\text{cab/d)}}{10.000 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}}$$

*Consumo de forraje por animal (CMS)*. Se determinó por diferencia entre oferta y rechazo (kg MS/ha), multiplicado por la superficie asignada por animal y por día. El resultado se dividió por los metros cuadrados que tiene una hectárea. Se expresó en kg MS/cabeza/d.



*Forage allocation and grass management.* The allocated area to each animal was based on the requirements and availability of grass. It was expressed in kg DM per 100 kg LW/d. The grass management was done with electric fence, with changes every 5 or 6 d.

*Conversion efficiency (Cv E).* It is the quotient between the daily DM intake and the daily weight gain, mean, expressed in kg of food/kg produced.

*Digestible and usable forage production and energy concentration.* With the intake and quality information of the intake grass, the production of digestible and usable forage was established (kg DM/usable digestible/ha and energy concentration of the DM-Mcal ME/kg DM) in the different evaluated periods.

*Daily weight gain (DWG).* The animals were weighed on an individual electronic scale, with an interval of  $\pm$  30 d.

*Meat production (MP).* It was expressed as kilogram produced per hectare during the experiment. The MP arises from the following equation:

$$MP = \frac{\text{stocking rate (head. ha}^{-1}) \times \text{DWG}}{(\text{kg. head}^{-1}\text{d}^{-1}) \times \text{test duration (d)}}$$

The direct production costs (PC) were determined, that is, the direct costs, exclusively, because the indirect costs (animal capital, land capital, maintenance, amortization, etc.) are specific to each livestock enterprise, and do not allow compare technologies with each other

The used values were:

Implementation of *Panicum maximum* (seed, labor, maintenance of machinery, weeding or cutting, etc.).

TM = 200 USD/ha (without removing weeds or without cutting), with division of the number of production years (for example, 20 years). The annual amortization is 10 USD/ha/year.

IM = 300 USD/ha (with weeding or cutting), with division of the number of production years (for example 20 years). The annual amortization is 15 USD/ha/year. It was considered, arbitrarily, a duration of 20 years, although there is a longer history of the *Panicum* under study.

Due to the 80 % of the production (kg DM) of these *Panicum* was concentrated in the production costs (PC), that same proportion of the repayment installment was considered. That is to say, the quota that was affected in the PC was 12 USD/ha (IM) and 8 USD/ha (TM).

*Employed staff.* One worker was contract every 500 ha during the three months of the test, which is equivalent to 8 USD/ha (32 USD/ha/year) (salary + social contributions + bonus). The proportional part of an employee affected to work represents 1,230 USD/employee/month.

*Concentrate.* Base ration (Cuba)=180 USD/t (0.18 USD/kg x 91 d x 1 kg/head (test) = 16.4 US/head

Soybean expeller (Cuba) = 200 USD/t (0.20 USD/kg x 91 d x 1 kg/head (test) = 18.2 USD/head)

*Asignación de forraje y manejo del pasto.* La superficie asignada a cada animal fue en función de los requerimientos y disponibilidad de pasto. Se expresó en kg MS cada 100 kg PV/d. El manejo del pasto se realizó con cerca eléctrica, con cambios cada 5 ó 6 d.

*Eficiencia de conversión (E Cv).* Es el cociente entre el consumo diario de MS y la ganancia diaria de peso, media, expresados en kg de alimento/kg producido.

*Producción de forraje digestible y aprovechable y concentración energética.* Con la información de consumo y calidad del pasto consumido, se estableció la producción de forraje digestible y aprovechable (kg MS/digestible aprovechable/ha y concentración energética de la MS-Mcal EM/kg MS) en los diferentes períodos evaluados.

*Ganancia diaria de peso (GDP).* Los animales se pesaron en una báscula electrónica individual, con intervalo de  $\pm$  30 d.

*Producción de carne (PC).* Se expresó como kilogramo producido por hectárea durante el experimento. La PC surge de la siguiente ecuación:

$$PC = \frac{\text{carga animal (cab. ha}^{-1}) \times \text{GDP (kg. cab.}^{-1}\text{d}^{-1})}{\text{x duración del ensayo (d)}}$$

Se determinaron los costos directos de producción (CP), es decir, los costos directos, exclusivamente, debido a que los costos indirectos (capital animal, capital tierra, mantenimiento, amortizaciones, etc.) son propios de cada empresa ganadera, y no permiten comparar tecnologías entre sí.

Los valores utilizados fueron:

Implantación del *Panicum maximum* (semilla, labores, mantenimiento de maquinaria, desmalezado o chapeado, etc.).

MT = 200 USD/ha (sin eliminar malezas o sin chapear), con división del número de años de producción (por ejemplo 20 años). La cuota de amortización anual es de 10 USD/ha/año.

MM = 300 USD/ha (con desmalezado o chapeado), con división del número de años de producción (por ejemplo 20 años). La cuota de amortización anual es de 15 USD/ha/año. Se consideró, arbitrariamente, una duración de 20 años, aunque existen antecedentes de mayor duración de los *Panicum* en estudio.

Debido a que se concentró 80 % de la producción (kg MS) aprovechable de estos *Panicum* en los costos de producción (CP), se consideró esa misma proporción de la cuota de amortización. Es decir, la cuota que se afectó en los CP fue de 12 USD/ha (MM) y 8 USD/ha (MT).

*Personal empleado.* Se contrató un trabajador cada 500 ha durante los tres meses del ensayo, lo que equivale a 8 USD/ha (32 USD/ha/año) (salario + cargas sociales + aguinaldo). La parte proporcional de un empleado afectado al trabajo representa 1.230 USD/empleado/mes.

*Concentrado.* Ración base (Cuba)=180 USD/t (0.18 USD/kg x 91 d x 1 kg/cabeza (ensayo) = 16.4 USD/cab

Expeller de soya (Cuba) = 200 USD/t (0.20 USD/kg x 91 d x 1 kg/cabeza (ensayo) = 18.2 USD/cab)

Sanidad = 10 USD/cabeza (período del ensayo)

Health = 10 USD/head (test period)

Miscellaneous (expenses proportional to the duration of the test by input of the electric fence, maintenance of water, among others) = 5 USD/ha (test period)

The guidelines or principles that characterize the improved management (IM) are composed of four differential points:

1) Cleaning cut, from 45 to 60 d previous to the start of the next grazing season (wet season or spring-summer, depending on the hemisphere). The purpose of this cleaning cut is to remove the old material left over from the previous campaign. This cut can also be done with the animals teeth, especially if they are cows or bulls. The objective is to promote a healthy and high quality regrowth.

2) Intensive grazing (changes every 3 to 7 d per plot - maximum), with high stocking rate (fitted to forage production and category of animals) with range of use (grazing height) that should vary between 0.4 and 1.0 m of height (measured by stretching the upper leaves). The objective is for the animals to eat higher quality forage (high CP and digestibility and low fiber levels), typical of the grass with that range or grazing height.

3) Without weeds or with appropriate cutting, to standardize the stubble left after grazing when it is very irregular. Or when for one reason or another it cannot be intake at the appropriate height, either by an excess of volume or low stocking rate. In this case it can be used to make some type of forage reserve. The objective is always to eliminate stubbles or residues of lower quality (fibrous) or to prevent plants losing quality, when it exceeds 1.0 m in height. This will promote a new regrowth, with higher levels of protein and digestibility.

4) Additional protein concentrate, in low proportions (0.5 to 1 % LW), when looking for high weight gains (> 800 grams per day). The decision to use or not a protein concentrate will depend on the category of the animals and the costs of the concentrates.

### Results and Discussion

Tables 3, 4, 5, 6 and 7 show the forage production (supply and rejection), intake, forage allocation, the quality of Guinea and the intake diet and the nutritional balance.

Tables 8 and 9 show the productive results (weight gains), conversion efficiency and meat production for each treatment and production costs (USD / kg meat produced).

In order to make a deeper discussion, the information was divided into several items.

*Rate and growth curve.* The heifers from Siboney breed have the growth peak (start of the plateau or meseta) between 350 and 380 kg LW. From these live weights, weight gains diminished as the live weight

Varios (gastos proporcionales al tiempo de duración del ensayo por insumo de la cerca eléctrica, mantenimiento de aguadas, entre otros) = 5 USD/ha (período del ensayo)

Las pautas o principios que caracterizan el manejo mejorado (MM) se compone de cuatro puntos diferenciales:

1) Corte de limpieza, de 45 a 60 d previo al inicio de la próxima época de pastoreo (temporada húmeda o la primavera-verano, según el hemisferio). La finalidad de este corte de limpieza es extraer el material viejo que quedó remanente de la campaña anterior. Este corte se puede realizar también con los dientes de los animales, especialmente si son vacas o toros. El objetivo es promover un rebrote sano y de alta calidad.

2) Pastoreo intensivo (cambios cada 3 a 7 d por parcela – máximo), con alta carga animal (ajustada a la producción forrajera y categoría de los animales) con rango de aprovechamiento (altura de pastoreo) que debe variar entre 0.4 y 1.0 m de altura (medido estirando las hojas superiores). El objetivo es que los animales coman forraje de mayor calidad (alta PB y digestibilidad y bajos niveles de fibra), propio del pasto con ese rango o altura de pastoreo.

3) Sin maleza o con chapeo oportuno, para uniformar el rastrojo que haya quedado después del pastoreo cuando es muy disperejo. O bien cuando por un motivo u otro no se pueda consumir a la altura adecuada, sea por un exceso de volumen o por baja carga animal. En este caso se puede destinar para hacer algún tipo de reserva forrajera. El objetivo es siempre eliminar los rastrojos o residuos de menor calidad (fibroso) o evitar que las plantas pierdan calidad, cuando supera 1.0 m de altura. Se promoverá así un nuevo rebrote, con mayores niveles de proteína y digestibilidad.

4) Concentrado proteico adicional, en bajas proporciones (0.5 al 1% PV), cuando se busquen altas ganancias de peso (>800 gramos diarios). La decisión de utilizar o no un concentrado proteico estará en función de la categoría de los animales en cuestión y de los costos de los concentrados.

### Resultados y Discusión

En las tablas 3, 4, 5, 6 y 7 se muestra la producción forrajera (oferta y rechazo), los consumos, la asignación de forraje, la calidad del Guinea y la dieta consumida y el balance nutricional.

En las tablas 8 y 9 se presentan los resultados productivos (ganancias de peso), eficiencia de conversión y producción de carne para cada tratamiento y costos de producción (USD/kg carne producido).

Con el objetivo de hacer una discusión más profunda, se dividió la información en varios ítems.

*Tasa y curva de crecimiento.* Las novillas de la raza Siboney tienen el pico de crecimiento (inicio del plateau o meseta) entre 350 y 380 kg PV. A partir de estos pesos vivos, las ganancias de peso decaen según se incrementa

increases (Bavera 2005 and Agudelo Gómez 2010).

This physiological performance manifests itself, as long as the energy-protein quality of the diet is adequate. When this does not happen, the growth curve does not follow a definite pattern but is fitted to the quality of the ingested foods (Dimarco and Aello 2004 and Fernández Mayer 2012).

Due to Siboney heifers had a start live weight ( $\pm 188$  kg/head) and test ending ( $\pm 260$  kg/head), they

el peso vivo (Bavera 2005 y Agudelo Gómez 2010).

Este comportamiento fisiológico se manifiesta, siempre y cuando la calidad energética-proteica de la dieta sea adecuada. Cuando esto no ocurre, la curva de crecimiento no sigue un patrón definido sino se ajusta a la calidad de los alimentos ingeridos (Dimarco y Aello 2004 y Fernández Mayer 2012).

Debido a que las novillas Siboney tuvieron un peso vivo de inicio ( $\pm 188$  kg/cabeza) y de terminación del

Table 3. Offer, rejection and food intake of the entire test

Treatments	Offer <sup>1</sup> (kg DM/ha)	Rejection <sup>1</sup> (kg DM/ha)	Intake forage <sup>1</sup> (kg DM/ha)	Intake forage (% of total offered)	Guinea <sup>2</sup> intake (kg DM head./d) (% of LW)	Total <sup>2</sup> intake Guinea + basal and complementary concentrate (kg DM/head./day) (% of LW)
T <sub>1</sub> (TMwc)	22053.33 <sup>b</sup> ( $\pm 3525.06$ )	17.720 <sup>c</sup> ( $\pm 5314.25$ )	4333.33 <sup>b</sup> ( $\pm 1954.59$ )	19.65% ( $\pm 0.11$ )	4.76 ( $\pm 2.15$ ) 2.15 % LW	5.76 <sup>a</sup> 2.6% LW
T <sub>2</sub> (IMwc)	11276.67 <sup>a</sup> ( $\pm 4178.92$ )	6823.33 <sup>a</sup> ( $\pm 3631.18$ )	4453.33 <sup>b</sup> ( $\pm 856.41$ )	37.31% ( $\pm 0.12$ )	4.89 ( $\pm 0.94$ ) 2.21% LW	5.89 <sup>a</sup> 2.66% LW
T <sub>3</sub> (IMwsc)	12943.33 <sup>a</sup> ( $\pm 4254.67$ )	8833.33 <sup>b</sup> ( $\pm 2002.71$ )	4110.0 <sup>a</sup> ( $\pm 2252.09$ )	30.12% ( $\pm 0.07$ )	4.52 ( $\pm 2.47$ ) 2.3 % LW	6.52 <sup>b</sup> 2.89% LW

<sup>1</sup>Total forage production of the test (offer, rejection and intake)

<sup>2</sup>Average intake of the test

<sup>3</sup>Different letters indicate significant differences ( $P \leq 0.05$ )

<sup>4</sup>Standard deviations in parentheses

TMwc: traditional management without protein concentrate

IMwc: improved management without protein concentrate

IMwsc: improved management with protein concentrate

Table 4. Forage allocation (kg DM/100 kg LW)

Treatments	Forage production-offer- (monthly average) (kg DM/ha)	Stocking rate in (kg LW/ha) <sup>1</sup>	Forage allocation (kg DM/100 kg LW) <sup>2</sup>
T <sub>1</sub> (TMwc)	7.351	243.7	30.16
T <sub>2</sub> (IMwc)	3759.0	369.24	10.18
T <sub>3</sub> (IMwsc)	4.314	450.8	9.57
Average	5.141.33	354.58	16.64

<sup>1</sup>Stocking rate (heads/ha) x live weight (average) (kg LW/head)= stocking rate in kg LW/ha<sup>2</sup>)

<sup>2</sup>Forage production (kg DM/ha) / stocking rate (kg LW/ha)= forage allocation  
(1 g DM/100 kg LW)

Table 5. Nutritional quality of guinea intake (information from hand-plucking samples)

Treatments	DM (%)	CP (%)	DMD (%)	ME (Mcal ME/kg DM)	Intake ME (Mcal ME/head/d)	NDF (%)	ADL (%)	Dig.NDF (%)
T <sub>1</sub> (TMwc)	23.43 <sup>ab</sup> ( $\pm 5.03$ )	10.33 <sup>a</sup> ( $\pm 6.15$ )	59.95 <sup>a</sup> ( $\pm 8.5$ )	2.16 <sup>a</sup> ( $\pm 0.31$ )	10.28 <sup>a</sup>	71.8 <sup>a</sup> ( $\pm 6.38$ )	3.08 <sup>a</sup> ( $\pm 0.68$ )	47.2 <sup>c</sup> ( $\pm 1.22$ )
T <sub>2</sub> (IMwc)	25.03 <sup>b</sup> ( $\pm 5.8$ )	11.63 <sup>a</sup> ( $\pm 5.98$ )	63.59 <sup>b</sup> ( $\pm 9.34$ )	2.29 <sup>b</sup> ( $\pm 0.34$ )	11.20 <sup>b</sup>	70.43 <sup>a</sup> ( $\pm 6.41$ )	2.94 <sup>a</sup> ( $\pm 0.7$ )	43.18 <sup>b</sup> ( $\pm 1.89$ )
T <sub>3</sub> (IMwsc)	22.57 <sup>a</sup> ( $\pm 4.49$ )	10.12 <sup>a</sup> ( $\pm 6.15$ )	60.24 <sup>a</sup> ( $\pm 8.96$ )	2.17 <sup>a</sup> ( $\pm 0.32$ )	9.80 <sup>a</sup>	68.74 <sup>a</sup> ( $\pm 6.64$ )	3.6 <sup>b</sup> ( $\pm 0.72$ )	41.59 <sup>a</sup> ( $\pm 2.06$ )
SE ( $\pm$ )	1.85	1.54	1.88	0.09	0.27	2.08	0.12	0.68
Significance	P<0.05	NS	P<0.05	P<0.05	P<0.05	NS	P<0.05	P<0.05

NRC, 2012

Standard deviations are in parentheses. Different letters indicate significant differences ( $P \leq 0.05$ )

Table 6. Nutritional quality of the total diet intake per treatment

Treatments	Diet	DM (%)	CP (%)	DMD (%)	ME (Mcal ME/kg DM)	Intake ME (Mcal ME/head/d)	CP/ME	NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)
T <sub>1</sub> (TMwc)	Guinea	23.43	10.33	59.95	2.16	10.28 <sup>a</sup>	47.82	71.08	38.54	3.08
	Base ration	88.00	19.02	76.08	2.78	2.78	69.06	15.04	----	----
T <sub>2</sub> (IMwc)	Guinea	25.03	11.63	63.59	2.29	11.20 <sup>b</sup>	50.79	70.43	40.34	2.94
	Base ration	88.00	19.02	76.08	2.78	2.78	69.06	15.04	----	----
T <sub>3</sub> (IMwsc)	Guinea	22.57	10.12	60.24	2.17	9.80 <sup>a</sup>	46.63	68.74	40.77	3.06
	Base ration	88.00	19.02	76.08	2.78	2.78	69.06	15.04	----	----
	Soybean expeller	87.05	47.05	81.00	2.93	2.93	162.11	18.05	----	----

Table 7. Balance of diets

Treatments	Requirements and diets	DM intake (kgDM/head/d)	Crude protein (kgDM/head/d)	Metabolizable energy (Mcal ME/head/d)
T <sub>1</sub> (TMwc)	Requirement <sup>1</sup>	5.8	0.75	14.0
	Guinea	4.76	0.492	10.28
	Base ration	1.0	0.192	2.78
	Balance	-0.04	-0.066	-0.94
T <sub>2</sub> (IMwc)	Requirement <sup>1</sup>	5.8	0.75	14.0
	Guinea	4.89	0.569	11.20
	Base ration	1.0	0.192	2.78
	Balance	+0.09	+0.011	-0.02
T <sub>3</sub> (IMwsc)	Requirement <sup>2</sup>	6.10	0.90	15.2
	Guinea	4.52	0.457	9.80
	Base ration	1.0	0.192	2.78
	Soybean expeller	1.0	0.475	2.93
	Balance	+0.42	+0.224	+0.31

NRC (2012)

<sup>1</sup>Big biotype heifer 225 kg LW (average) for a daily weight gain 0.730 kg/head/d.<sup>2</sup>Big biotype heifer 225 kg LW (average) for a daily weight gain 0.830 kg/head/d.

Table 8. Daily weight gain, conversion efficiency and meat production

	T <sub>1</sub> (TMwc)	T <sub>2</sub> (IMwc)	T <sub>3</sub> (IMwsc)	SE (±)
Initial LW (kg LW/head)	188.1 <sup>a</sup> (±10.93)	187.4 <sup>a</sup> (±11.47)	187.5 <sup>a</sup> (±13.66)	3.127
Final LW (kg LW/head)	255.0 <sup>a</sup> (±16.55)	254.8 <sup>a</sup> (±14.63)	263.4 <sup>b</sup> (±15.21)	3.009
Daily weight gain (kg/head/d)	0.735 <sup>a</sup> (±0.133)	0.741 <sup>a</sup> (±0.242)	0.834 <sup>b</sup> (±0.083)	3.043
Conversion efficiency (kg food/kg meat)	7.84 <sup>a</sup>	7.95 <sup>a</sup>	7.82 <sup>a</sup>	2.127
Meat production/ha (kg meat/ha)	73.57 <sup>a</sup>	112.61 <sup>b</sup>	151.79 <sup>c</sup>	2.005

<sup>abc</sup>Different letters indicate significant differences (P<=0.05). Standard deviation between parentheses. SE: Standard error

TMwc: traditional management without protein concentrate

IMwc: improved management without protein concentrate

IMwsc: improved management with protein concentrate



Table 9. Direct production cost of each treatment

Supplies	Production cost (USD/ha)		
	T <sub>1</sub> (TMwe)	T <sub>2</sub> (IMwe)	T <sub>3</sub> (IMwsc)
Cost of Guinea ( <i>P. maximum</i> ) <sup>1</sup>	8.0	12.0	12.0
Cost of base ration <sup>2</sup>	18.0	23.4	27.4
Cost of soybean expeller <sup>3</sup>	0.0	0.0	30.4
Personal <sup>4</sup>	8.0	8.0	8.0
Health <sup>5</sup>	11.0	14.3	16.7
Various <sup>6</sup>	5.0	5.0	5.0
Total	50.0	62.7	99.5
Costs per kilo of meat (USD/kg meat)	0.68 (50.0 USD/73.57 kg meat/ha)	0.56 (62.7 USD/112.61 kg meat/ha)	0.65 (99.5 USD/151.79 kg meat/ha)

Stocking rate: T<sub>1</sub>: 1.1, T<sub>2</sub>: 1.67 and T<sub>3</sub>: 2.0 heads/ha.

<sup>1</sup>Implementation: a duration of 20 years was arbitrarily considered (repayment installment (T<sub>1</sub>: 10 USD/ha; T<sub>2</sub> and T<sub>3</sub>: 15 USD/ha, to each amortization cost, 80 % of the concentrated production must be multiplied during the test).

<sup>2</sup>Cost of base ration: 16.4 USD/head x stocking rate (head/ha) = USD/ha.

<sup>3</sup>Soybean expeller: 18.2 USD/head x stocking rate (head/ha) = USD/ha.

<sup>4</sup>Personal: 8.0 USD/ha.

<sup>5</sup>Health: 10.0 USD/head x stocking rate (head/ha) = USD/ha

<sup>6</sup>Various (5 USD/ha)

did not reach the peak (plateau) of the growth curve, they were always in the slope of maximum growth (higher efficiency of food transformation in meat) with adequate diet.

*Effects of the IM on production, forage quality and meat production.* In the *Panicum sp.*, among them the Guinea, the most digestible material are the leaves of the upper part (60-70 % of digestibility) and, in lower proportion, those of the lower portion (50-55 %) (Barahona Rosales and Sánchez Pinzón 2005 and van Soest 2014).

Similarly, the stem digestibility decreases from 45-55 % at the highest end, and from 35-45 % at the lowest end. In similar growth conditions, tropical plants have three times more variation in their digestibility than temperate grasses. This has a very important meaning in the management of these plants in the different regions (van Soest 2014).

The defoliation and the intense use of the forage that characterizes the improved management (IM) increase the protein levels and the plants digestibility. In particular, those of tropical origin or C<sub>4</sub>. Due to a better quality forage is offered, the digestible DM intake increases, and with it the production of meat or milk, although the total DM production per hectare and root development is lower (Yrausquín *et al.* 1995, Bernal and Espinosa 2003 and van Soest 2014).

When the animal performance is analyzed through the DM intake, and the level of use of fresh forage is also considered, it would be necessary to analyze what is the objective of the productive system, if more grass or more meat or milk is sought (Santini 2004).

The average forage allocated per animal was

ensayo ( $\pm 260$  kg/cabeza), no llegaron a la cúspide (plateau) de la curva de crecimiento, siempre estuvieron en la pendiente de máximo crecimiento (mayor eficiencia de transformación de alimento en carne) con dieta adecuada.

*Efectos del MM en la producción, calidad forrajera y producción de carne.* En los *Panicum sp.*, entre ellos la Guinea, el material más digestible son las hojas de la parte superior (60-70 % de digestibilidad) y, en menor proporción, las de la porción inferior (50-55 %) (Barahona Rosales y Sánchez Pinzón 2005 y van Soest 2014).

De igual modo, la digestibilidad del tallo disminuye de 45-55 % en el extremo más alto, y de 35-45 % en el más bajo. En condiciones similares de crecimiento, las plantas tropicales tienen tres veces más variación en su digestibilidad que los pastos de clima templado. Esto tiene un significado muy importante en el manejo de estas plantas en las diferentes regiones (van Soest 2014).

La defoliación y el aprovechamiento intenso del forraje que caracteriza al manejo mejorado (MM) incrementan los niveles de proteína y la digestibilidad de las plantas. En especial, las de origen tropical o C<sub>4</sub>. Debido a que se ofrece un forraje de mejor calidad, aumenta el consumo de MS digestible, y con él la producción de carne o leche, aunque la producción de MS total por hectárea y el desarrollo radicular sea menor (Yrausquín *et al.* 1995, Bernal y Espinosa 2003 y van Soest 2014).

Cuando se analiza el comportamiento animal mediante los consumos de MS, y se considera también el nivel de aprovechamiento del forraje fresco, habría que analizar cuál es el objetivo del sistema productivo, si se busca más pasto o más carne o leche (Santini 2004).

El promedio de forraje asignado por animal fue de 16.64 kg MS/100 kg PV. Hubo excesiva disponibilidad

16.64 kg DM/100 kg LW. There was excessive availability of forage. Meanwhile, the DM concentration of Guinea Likoni was  $23.68 \pm 0.31$  % DM.

In order to achieve the maximum DM intake, in addition to an energy-protein balanced forage, an amount of forage should be assigned not less than 3.50 kg DM per 100 kg LW/d, with DM concentration between 22 and 24 %, at a grazing height between 25 and 30 cm (Cangiano 1997 and Romera *et al.* 2008). In this way, the maintenance energy expenditure for forage intake is reduced, and a higher percentage of energy for meat production is left (Dimarco 1998 and Dimarco and Aello 2004).

However, the high forage allocation and grass quality in TM treatments were adequate, although some values were slightly lower than those of IM. This explains why high gains (0.7-0.8 kg/head/d) were obtained with TM, especially when compared to other studies, such as Miranda Mejía and Osorio Aparicio (2012), who obtained <500 g daily, without the addition of concentrate. The high weight gains, obtained with TM, were the product of a higher selection of forage by the animals, due to the effect of the low stocking rate (Ferragine 2009).

This higher selection resulted in the intake of better quality forage, which is clearly observed in the balance of the diets, which corresponded to the obtained weight gains. In all cases, the energy and protein contributions of diets perfectly covered the requirements of the animals.

If the stocking rate were increased to improve the use of grass, especially in TM treatments, and with animals of the same weight and breed, weight gains would be reduced proportionally to the quality of the intake forage. However, it would improve, in certain limits, the meat production per hectare (kg of meat/ha) and reduce the production cost (Rearte 2010). Although the decision to increase the stocking rate in an excessive way, by thinking only of better forage use, can cause significant deterioration of profits and the general condition of the animals, affecting the fattening and consequent reduction of meat production per hectare instead of increasing it (Fernández Mayer *et al.* 2012). Therefore, the stocking rate must always be fitted according to the category of the animals, the speed of fattening and the supply and quality of the available forage. Based on these factors, the most appropriate management criteria are adopted.

When the ME intakes are analyzed and compared with the corresponding requirements, they perfectly cover the energy demands of the different treatments, being in few cases slightly negative. This shows that the weight gains were consistent with the energy contribution of diets, without requiring any tissue mobilization (Dimarco and Aello 2004).

The production, such as the quality of guinea grass in this study, agrees with those reported by De León (2008),

de forraje. En tanto, la concentración de MS del Guinea Likoni fue  $23.68 \pm 0.31$  % MS.

Para alcanzar los máximos consumos de MS, además de un forraje balanceado en energía-proteína, se debe asignar una cantidad de forraje no inferior a 3.50 kg MS cada 100 kg PV/d, con concentración de MS entre 22 y 24%, a altura de pastoreo entre 25 y 30 cm (Cangiano 1997 y Romera *et al.* 2008). De esta forma, se reduce el gasto energético de mantenimiento destinado al consumo de forraje, y queda mayor porcentaje de energía para la producción de carne (Dimarco 1998 y Dimarco y Aello 2004).

No obstante, la elevada asignación de forraje y la calidad del pasto en los tratamientos con MT fueron adecuadas, a pesar de que algunos valores resultaron ligeramente menores a los de MM. Esto explica por qué se obtuvieron altas ganancias (0.7-0.8 kg/cabeza/d) con MT, en especial si se les compara con otros trabajos, como el de Miranda Mejía y Osorio Aparicio (2012), quienes obtuvieron < 500 g diarios, sin la adición de concentrado. Las altas ganancias de peso, obtenidas con MT, fueron producto de una mayor selección del forraje por los animales, debido al efecto de la baja carga animal (Ferragine 2009).

Esa mayor selección redundó en el consumo de forraje de mejor calidad, lo que se constata, claramente, en el balance de las dietas, que se correspondió con las ganancias de peso obtenidas. En todos los casos, los aportes energéticos y proteicos de las dietas cubrieron perfectamente los requerimientos de los animales.

Si se llegase a incrementar la carga animal para mejorar el aprovechamiento del pasto, especialmente en los tratamientos con MT, y con animales del mismo peso y raza, se reducirían las ganancias de peso en forma proporcional a la calidad del forraje consumido. Sin embargo, mejoraría, en ciertos límites, la producción de carne por hectárea (kg de carne/ha) y se reduciría el costo de producción (Rearte 2010). Aunque la decisión de incrementar la carga en forma desmedida, al pensar solamente en mejor aprovechamiento del forraje, puede ocasionar deterioro significativo de las ganancias y del estado general de los animales, con afectación en la terminación o engorde (ceba) y consecuente reducción de la producción de carne por hectárea en lugar de aumentarla (Fernández Mayer 2012). Por ello, la carga animal se debe ajustar siempre de acuerdo con la categoría de los animales, la velocidad de cebsa o engorde que se busque y la oferta y calidad del forraje disponible. A partir de estos factores, se adoptan los criterios de manejo más adecuados.

Cuando se analizan los consumos de EM y se comparan con los requerimientos correspondientes, estos cubren perfectamente las demandas energéticas de los diferentes tratamientos, siendo en pocos casos ligeramente negativos. Esto demuestra que las ganancias de peso fueron consistentes con el aporte energético de las dietas, sin requerir movilización de tejidos alguno (Dimarco y Aello 2004).

La producción, como la calidad del pasto guinea en este estudio, concuerdan con lo informado por De León

when the interval between defoliation was 28 d and for the same season of the year (summer). While, the protein levels achieved in both tests were higher ( $> 10\%$  CP) than those of Privitello (2004), who used *P. coloratum* cv. *coloratum* fertilized with nitrogen, with results that did not exceed 6 % of CP during the summer-autumn months in Argentina.

The mean CP/DM ratio of all treatments was  $\pm 48.4$  g CP/Mcal ME (46.6 to 50.79), which coincides with the minimum levels required for the fattening of British heifers and indica crosses (Fernández Mayer and Tomaso 2003 and NRC 2012).

The NDF levels found by this same author were similar to those obtained in this study ( $\pm 70\%$ ). However, the same did not happen with lignin levels that were much lower (4 % vs 8 %) than those found by Privitello (2004).

The treatments that were exclusively Guinea Likoni had adequate weight gains, but with low meat production per hectare, due to the impact of low stocking rate in proportion to the forage supply.

The T1 -TMwc- (traditional management without concentrate) and T2 -IMwc- (improved management without concentrate) had 0.735 and 0.741 kg/head/day and 73.57 and 96.43 kg/ha, respectively. Meanwhile, the treatment to which the soybean expeller was added, T3 -IMwsc- (improved management with soybean concentrate), reached 0.834 kg/head/day and 126.74 kg/ha, for weight gain and meat production, respectively.

In this study, the effect of substitution with addition was clearly observed when the protein concentrate was supplied. That is, there was replacement of grass by concentrate, increasing total intake and with it, weight gains (Fernández Mayer and Tomaso 2003).

The addition of soybean expeller increased intake by +11 % (6.52 vs 5.89 kg DM/cab/ d) and + 13 % the weight gain (0.834 vs. 0.741 kg/cab./d, for IMwsc and IMwc, respectively). The animals were able to select the intake forage, looking higher quality, helped by the low stocking rate, especially in treatment 1 -TMwc- (control). For this reason, the soybean expeller had lower impact on the P-E balance of the diet (Dimarco and Aello 2004).

This productive performance was consistent, when analyzing the conversion efficiency (CE). As the quality of the offered forage decreases, the DM intake is affected, and with it the weight gains are reduced, which affects the CE. That is, a higher DM intake is required to produce 1 kg of meat (Aello and Dimarco 2004).

The treatment to which soybean expeller was added (T3 -IMwsc-) had a slight improvement of the CE (+0.01 %) with respect to the other two treatments (7.82 vs 7.9 kg of food/kg meat, respectively). In addition, the Siboney heifers, being in full growth stage (maximum slope of the growth rate) had adequate CE (7.82 to 7.9

(2008), cuando el intervalo entre defoliaciones fue de 28 d y para la misma época del año (verano). Mientras, los niveles proteicos alcanzados en ambos ensayos, fueron muy superiores ( $>10\%$  PB) a los de Privitello (2004), quien utilizó *P. coloratum* vc. *coloratum* fertilizado con nitrógeno, con resultados que no superaron 6 % de PB durante los meses de verano-otoño en Argentina.

La relación PB/EM media de todos los tratamientos fue  $\pm 48.4$  g PB/Mcal EM (46.6 al 50.79), lo que coincide con los niveles mínimos requeridos para la ceba de novillas británicas y cruza índicas (Fernández Mayer y Tomaso 2003 y NRC 2012).

Los niveles de FDN hallados por este mismo autor fueron similares a los obtenidos en este trabajo ( $\pm 70\%$ ). Sin embargo, no ocurrió lo mismo con los niveles de lignina que fueron muy inferiores (4% vs 8%) a los encontrados por Privitello (2004).

Los tratamientos que tuvieron exclusivamente Guinea Likoni tuvieron adecuadas ganancias de peso, pero con bajas producciones de carne por hectárea, debido al impacto de las bajas carga animal en proporción con la oferta de forraje.

El T1 -MTsc- (manejo tradicional sin concentrado) y T2 -MMsc- (manejo mejorado sin concentrado) tuvieron 0.735 y 0.741 kg/cabeza/d y 73.57 y 96.43 kg/ha, respectivamente. En tanto, el tratamiento al que se adicionó el expeller de soya, T3 -MMcS- (manejo mejorado con concentrado de soya), alcanzó 0.834 kg/cabeza/d y 126.74 kg/ha, para ganancia de peso y producción de carne, respectivamente.

En este trabajo se observó claramente efecto de sustitución con adición, cuando se suministró el concentrado proteico. Es decir, hubo reemplazo de pasto por concentrado, incrementando el consumo total y con él, las ganancias de peso (Fernández Mayer y Tomaso 2003).

El agregado de expeller de soya incrementó el consumo en +11 % (6.52 vs 5.89 kg MS/cab/d ) y +13 % la ganancia de peso (0.834 vs. 0.741 kg/cab./d, para MMcS y MMsc, respectivamente). Los animales pudieron seleccionar más el forraje consumido, buscando mayor calidad, ayudados por la baja carga animal, especialmente en el tratamiento 1 -MTsc- (testigo). Por ello, el expeller de soya tuvo menor impacto en el balance E-P de la dieta (Dimarco y Aello 2004).

Este comportamiento productivo fue consistente, cuando se analiza la eficiencia de conversión (EC). A medida que disminuye la calidad del forraje ofrecido, se afecta el consumo de MS, y con él se reducen las ganancias de peso, lo que repercute en la EC. Es decir, se requiere un mayor consumo de MS para producir 1 kg de carne (Aello y Dimarco 2004).

El tratamiento al que se adicionó expeller de soya (T3 -MMcS-) tuvo una leve mejora de la EC (+0.01%) respecto a los otros dos tratamientos (7.82 vs 7.9 kg de alimento/kg carne, respectivamente). Además, las novillas Siboney, al estar en plena etapa de crecimiento (máxima pendiente de la tasa de crecimiento) tuvieron adecuada



kg of food/kg of produced meat).

*Comparative economic analysis.* The production cost was very adequate to achieve higher sustainability, productive, economic and social of the productive systems. The average cost was 0.63 USD/kg produced, with variation range between 0.40 and 0.93 USD/kg.

The production costs coincide with other studies carried out in pastoral fattening systems, with use of low proportions of concentrate or without them (Fernández Mayer and Delgado 2009 and Martínez Ferrario 2010).

### Acknowledgments

Thanks to the qualified technicians Ana María Cruz and Manuel García Martínez, from the Ecophysiology area of Instituto de Ciencia Animal, and the engineers Lise Castañeda and Julio Brunet, from the Estación Experimental de Pastos y Forraje of Indio Hatuey, Matanzas, for the active participation in the execution, monitoring and sampling carried out in this research.

EC (7.82 al 7.9 kg de alimento/kg de carne producida).

*Análisis económico comparativo.* El costo de producción fue muy adecuado para lograr una mayor sustentabilidad, productiva, económica y social de los sistemas productivos. El costo medio fue 0.63 UDS/kg producido, con rango de variación entre 0.40 y 0.93 USD/kg.

Los costos de producción coinciden con otros trabajos realizados en sistemas de engorde pastoril, con utilización de bajas proporciones de concentrado o sin ellas (Fernández Mayer y Delgado 2009 y Martínez Ferrario 2010).

### Agradecimientos

Se agradece a los técnicos calificados Ana María Cruz y Manuel García Martínez, del área de Ecofisiología del Instituto de Ciencia Animal, y a los ingenieros Lise Castañeda y Julio Brunet, de la Estación Experimental de Pastos y Forraje de Indio Hatuey, Matanzas, por la activa participación en la ejecución, seguimiento y muestreos realizados en esta investigación.

### References

- Aello, M.S. & Dimarco, O.N. 2004. Evaluación de alimentos. In: Curso de nutrición animal. Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP, Balcarce. 29-64.
- Agudelo Gómez, D.A. 2010. Curvas de crecimiento de crías de vacuno levantadas en la Corporación Universitaria Lasallista. *Revista Lasallista de Investigación*, 1(2):42-45.
- AOAC 2005. Official methods of analysis. 16th Ed. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA
- Bavera, G.A. 2005. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. Available: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/frame%20score/11-tamano\\_o\\_frame.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/frame%20score/11-tamano_o_frame.pdf) [Consulted: 02/2015].
- Barahona Rosales, R & Sánchez Pinzón, S. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Rev. Corpoica*. Vol 6 n° 1. Enero-junio 2005
- Bernal, J. & Espinosa J. 2003. Manual de nutrición y fertilización de pastos. IPNI. Colombia y Ecuador.
- Cangiano, 1997. Consumo en Pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. In: *Producción Animal en Pastoreo*. Ed. Carlos Cangiano p 41-61 EEA INTA Balcarce. Argentina.
- De León. 2008. Cómo mejorar la ganadería subtropical con pasturas megatérmicas. Frecuencia de defoliación y calidad de megatérmicas. Cuadernillo clásico de Forrajeras. AGROME RCADO. Febrero 2008. 143.p 1 - 9
- Del Pozo, P.P. 2004. Algunos factores climáticos que afectan el crecimiento y calidad de los pastos. Available: [http://www.produccionbovina.com/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/30-bases\\_ecofisiologicas\\_manejo\\_pasturas\\_tropicales.htm](http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/30-bases_ecofisiologicas_manejo_pasturas_tropicales.htm) [Consulted 12/2014].
- Dimarco, ON. 1998. Crecimiento de vacunos para carne. Primera ed. Capítulo 5. Res. Músculo y carne. pp.183. Buenos Aires, Argentina.
- Dimarco, ON & Aello, M, 2004. Costo energético de la actividad vacuna en pastoreo. Available: [www.nutriciondebovinos.com.ar](http://www.nutriciondebovinos.com.ar). [Consulted: 11/2010].
- Fernández Mayer, A.E. 2012. Contribución a la viabilidad de los sistemas de producción de carne de la región subhúmeda y semiárida de la Argentina. Estrategias de mejora. PhD Thesis. Instituto de Ciencia Animal (ICA) Mayabeque, Cuba. pp. 151.
- Fernández Mayer, A.E & Delgado, G. 2009. Modelización: estudio económico de diferentes sistemas de engorde intensivo. Serie didáctica, INTA. ISSN 0326-2626, 27 pp.
- Fernández Mayer, A.E. & Tomaso, J.C. 2003. Sistema de Engorde Intensivos. Serie Didáctica INTA N° 7. ISSN 0326-2626 150 pp.
- Ferragine, M.C. 2009. Introducción al manejo del pastoreo. Available: <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Introduccion%20a%20los%20Sistemas%20Prod/Documento/2009/Introduccionpastoreo.PDF>. [Consulted: 03/2014].
- Gallegos, E.C 2010. Comportamiento ingestivo en ganado bovino de doble propósito. UNAM México. Available: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgz00g024.pdf> [Consuled: 06/2014].
- Goering, H.K & Van Soest, P.J. 1970. *Agric Handbook* n° 379 URS USDA Washington DC.
- Martínez Ferrario, E. 2010. Estrategias y Administración Agropecuaria. Available: <http://mferrario.com.ar/ealmf/publicaciones/gestion.htm>. [Consulted: 05/2013].
- Miranda Mejía, J.L. & Osorio Aparicio, J.L. 2012. Análisis de gramíneas tropicales y simulación de producción potencial de leche. Available: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1042/1/T3293.pdf>. [Consulted: May 2013].
- NRC 2012. Nutrient requirements of swine. 11th Ed. Nat. Acad. Press, Washington, D. C.
- Privitello, L. 2004. Evaluación comparativa de la calidad forrajera en especies subtropicales y nativas en la provincia de San Luis (Argentina). Pastos y Forrajes. Abril-junio.



- Rearte, D.H & Santini, J.F, 1996. Suplementación de vacunos en pastoreo. Suplemento del Area de Investigación en Prod. Animal. INTA Balcarce. Julio de 1996.
- Romera, A.J., Gartía, G., Marino, M.A. & Agnusdei, M. 2008. Efecto de la asignación forrajera sobre la ganancia de peso de vaquillonas de recria y la utilización del forraje en pasturas dominada por agropiro, durante otoño - invierno. Available: <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Introduccion%20a%20los%20Sistemas%20Prod/Documento/2009/Introduccionpastoreo.PDF>. [Consulted: 03/2011].
- Santini, F. J. 2004. ¿Sistema pastoril o feedlot?. Available: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/manejo/articulos/sistema-pastoril-feedlot-t782/124-p0.htm>
- SAS/STAT, 2005. User's Guide version 6 fourth edition. Vol.2, Cary NC: SAS Institute Inc. pp.846
- Van Soest, P.J 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd. Ed. Comstock Publishing Associates. Ithaca, N. Y. U. S. A. 476 p.
- Van Soest PJ, 2012. Effect of environment and quality of fibre on the nutritive value of Crop residues. Available: <http://www.fao.org/wairdocs/ilri/x5495e/x5495e06.htm>. [Consulted: 12/2014].
- Van Soest PJ 2014. Evaluación de forrajes y calidad de los alimentos para rumiantes. Available: <http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/shortcourse2/minisite/pdf/Calidad%20de%20Alimentos%20para%20Rumiantes/articulo%20Van%20Soest.pdf>. [Consulted: 4/2015].
- Yrausquín, X.E., Alejandra Páez, A., Villasmil, J.J & Urdaneta, M. 1995. Comportamiento fisiológico del pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq- ) sometido a diferentes frecuencias y alturas de corte. 1. Distribución de biomasa y análisis de crecimiento. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 12: 313 - 323

**Received: July 7, 2016**