

# **Comportamiento lechero de genotipos Holstein x Cebú en silvopastoreo**

## **Dairy performance of Holstein x Zebu genotypes under silvopastoral system conditions**

L. Simón y O. López

*<sup>1</sup>Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”*

*Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba.*

*E-mail: lsimon@indio.atenas.inf.cu*

### **Resumen**

Con el objetivo de evaluar el potencial bioproductivo y económico de rebaños de diferentes genotipos raciales de doble propósito (Holstein x Cebú) en asociaciones de leguminosas arbóreas con gramíneas, se seleccionaron tres unidades lecheras con 80 vacas cada una, formadas por los genotipos Mambí ( $\frac{3}{4}$  H x  $\frac{1}{4}$  C), Siboney ( $\frac{5}{8}$  H x  $\frac{3}{8}$  C) y F1 ( $\frac{1}{2}$ H x  $\frac{1}{2}$  C), respectivamente. Se determinó la disponibilidad de materia seca de los pastos y el consumo de alimentos complementarios, así como los indicadores productivos del rebaño y los ingresos económicos. No se encontraron marcadas diferencias entre los rebaños en cuanto a la disponibilidad de MS y el aporte del pasto a la dieta. Se obtuvieron valores de producción de leche entera de 7,2; 6,8 y 6,7 y corregida de 9,1; 9,3 y 9,8 kg/vaca/día para los raciales Mambí, Siboney y F1, respectivamente. Los precios de venta de la leche fueron superiores a los 90 centavos en los tres rebaños, con utilidades mayores a los 10 000 pesos. Se concluye que no hubo diferencias apreciables, en términos de producción de leche, entre los genotipos; las diferencias económicas a favor del genotipo F<sub>1</sub> están dadas por su rusticidad y adaptación al medio ambiente de pastoreo. Por otra parte, se demostró la sostenibilidad productiva de la tecnología del silvopastoreo racional durante 10 años de explotación.

Palabras clave: Producción de leche, sistemas silvopascícolas

### **Abstract**

With the objective of evaluating the bioproductive and economic potential of herds from different double purpose racial genotypes (Holstein x Zebu) in associations of legume trees with grasses, three dairy units were selected with 80 cows each, including the genotypes Mambí ( $\frac{3}{4}$  H x  $\frac{1}{4}$  Z), Siboney ( $\frac{5}{8}$  H x  $\frac{3}{8}$  Z) and F1 ( $\frac{1}{2}$  H x  $\frac{1}{2}$  Z), respectively. Dry matter availability of the pastures and intake of complementary feedstuffs were determined, as well as the productive indicators of the herds and the incomes. No remarkable differences were found among herds regarding DM availability and contribution of pasture to the diet. Values of whole milk production of 7,2; 6,8 and 6,7 and corrected milk values of 9,1; 9,3 and 9,8 kg/cow/day were obtained for the breeds Mambí, Siboney and F1, respectively. Milk sale prices were higher than 90 cents in the three herds, with profits higher than 10 000 pesos. It is concluded that there were no noticeable differences, in terms of milk production, among genotypes; the economic differences in favor of genotype F1 are given by its rusticity and adaptation to the grazing environment. On the other hand, the productive sustainability of the rational silvopastoral system technology during 10 years of exploitation was proven.

Key words: Milk production, silvopastoral systems

## Introducción

La ganadería vacuna se basó, durante muchos años, en la utilización de altos insumos (concentrados, fertilizantes, maquinaria y combustible) y en el empleo de animales con gran potencial lechero, pero adaptados a las condiciones tropicales; además se contaba con una sólida base alimentaria.

Actualmente las empresas ganaderas enfrentan el reto de proporcionar al mercado los productos lácteos y cárnicos tan necesarios para la población, de los cuales se ha deprimido la producción.

En este contexto, la renovación y la recuperación de los pastizales, unido a la reincorporación estratégica de plantas arbóreas y arbustivas en las áreas de pastoreo, se presentan como una alternativa tecnológica que contribuye a mejorar la producción del sector ganadero y a disminuir el impacto de la ganadería en los ecosistemas en los cuales se desarrolla.

Por otra parte, las condiciones bioclimáticas del trópico imponen a los sistemas de producción animal limitaciones cuyo efecto debe reducirse, en parte, con el uso de animales que presenten tolerancia a estas y un buen potencial productivo (Osorio, 2001). En este sentido los sistemas de producción de doble propósito se han visto afectados debido a su pobre eficiencia reproductiva (Galina *et al.*, 2001).

López y Mejías (1994) plantean que el manejo aplicado no es factible a escala comercial en las condiciones tropicales y que los genotipos cruzados no presentan un mejor comportamiento en los rasgos de crecimiento debido a limitaciones ambientales y no genéticas.

Por estas razones, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el potencial bioproductivo y económico de rebaños de diferentes genotipos raciales de doble propósito (Holstein x Cebú) en asociaciones de leguminosas arbóreas con gramíneas.

## Materiales y Métodos

Se seleccionaron tres rebaños lecheros que aplicaban con éxito la tecnología del silvopastoreo racional descrita por Simón (1999), después de efectuar un diagnóstico general de las unidades, en el que se pudo comprobar el grado de similitud en cuanto a la utilización de las áreas, las características de los suelos, la composición florística de los pastizales, el manejo integral y la complementación y suplementación de los alimentos disponibles. Se procedió a ajustar el manejo y la alimentación para que fueran similares en los tres rebaños durante el período experimental.

Los sistemas silvopastoriles tenían nueve años de sembrados y se evaluaron del octavo al décimo año de explotación, con el fin de conocer su estado técnico y sus posibilidades productivas.

*Animales.* Los rebaños estaban conformados por 80 vacas cada uno, de los genotipos raciales de doble propósito Mambí, Siboney y F1, los cuales contienen diferentes proporciones de sangre Holstein y Cebú: el Mambí ( $\frac{3}{4}$  H x  $\frac{1}{4}$  C), el Siboney ( $\frac{5}{8}$  H x  $\frac{3}{8}$  C) y el F1 ( $\frac{1}{2}$  H x  $\frac{1}{2}$  C). La carga empleada fue de 1,6 animales/ha.

*Suelo.* El suelo se clasifica como Pardo con Carbonatos y, según el Servicio Nacional Agroquímico de Cuba, no presenta limitantes en su fertilidad para el crecimiento de las plantas.

*Composición florística del pastizal.* Se determinó por el método de los pasos (Anon, 1980). Los pastos cultivados predominantes fueron *Panicum maximum* cv. Común y *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella), con más del 60%; el resto estuvo constituido por pastos naturales, mayoritariamente por *Paspalum notatum* (tejana o alpargata), sin diferencias marcadas entre las unidades; *Leucaena leucocephala* presentó una densidad de alrededor de 1000 plantas/ha.

*Mediciones.* Los muestreos de pastos para determinar la disponibilidad de materia seca y sus nutrimentos se realizaron mensualmente, según Martínez *et al.* (1990); de la misma forma se tomaron muestras de los alimentos (pastos, forraje de caña de azúcar y *north gold*) y se enviaron al laboratorio para la determinación

de MS, PC, FB, Ca y P por las técnicas descritas por AOAC (1995), para conocer su aporte en la ración diaria de los animales, en el período poco lluvioso (diciembre a mayo) y en el lluvioso (junio a noviembre).

Los indicadores de producción de leche se determinaron mediante los registros existentes en las unidades, en las cuales mensualmente se efectuaban dos a tres controles de producción y de duración de la lactancia. Con una frecuencia mensual se apreció la condición corporal de los animales (Álvarez, 1997). Los datos económicos se calcularon con el empleo del programa Microsoft Office Excel del 2003.

En la producción de leche y en los indicadores económicos se aplicó un análisis de varianza simple mediante el paquete estadístico SPSS, versión 10.0 para Windows XP®. Se utilizó la dócima de comparación de rangos múltiples de Duncan para detectar las desigualdades entre medias.

### Resultados y Discusión

En sentido general no se encontraron marcadas diferencias entre los sistemas en cuanto a la disponibilidad de materia seca y el aporte del pasto a la dieta (tabla 1).

Tabla 1. Contribución de los pastos a la dieta diaria (kg/vaca/día).

Table 1. Contribution of pastures to the daily diet (kg/cow/day).

Rebaño	Período seco					
	Kg MS/ha	MS (%)	PC (%)	FB (%)	Ca (%)	P (%)
Mambí	9 030	31,35	2,15	12,94	0,310	0,056
Siboney	9 330	32,40	1,98	13,45	0,324	0,068
F <sub>1</sub> (H x C)	8 979	31,40	1,93	12,75	0,249	0,056
Período lluvioso						
Mambí	12 490	43,37	2,53	17,74	0,421	0,086
Siboney	12 040	43,37	2,27	16,38	0,401	0,083
F <sub>1</sub> (H x C)	11 928	41,41	2,25	17,25	0,414	0,076

A pesar de que la disponibilidad de MS se comportó de manera similar entre los rebaños, se encontraron diferencias entre épocas, ya que la producción en la lluvia superó en un 25% aproximadamente a la de la seca, lo que concuerda con resultados anteriores (Simón *et al.*, 2000) en los que se señala la contribución del silvopastoreo en los incrementos de la producción de biomasa durante la seca; con ello se logró reducir la diferencia de producción entre ambas épocas y se mejoró el equilibrio estacional, lo que se manifestó en el aporte diario de MS, PC y FB por vaca. Similar comportamiento se encontró al analizar una asociación de *P. maximum* y *L. leucocephala* para la producción de leche (Sánchez, 2007).

Se destacó el aporte de calcio en la ración diaria de los animales como contribución del silvopastoreo, mientras que el fósforo resultó insuficiente para lograr una relación calcio:fósforo adecuada, lo cual fue compensado con el suministro de 20 kg de forraje de caña de azúcar por vaca en ordeño (diariamente) durante el período seco y la suplementación con residuo de destilería de maíz (*north gold*) a partir del segundo kilogramo de leche durante todo el año; ello garantizó una producción aceptable en animales de mediana producción, en un sistema de secano y sin fertilización.

En la tabla 2 se muestra la producción diaria de la leche entera y corregida al 3% de grasa, de los rebaños formados por los diferentes genotipos raciales de Holstein x Cebú.

Tabla 2. Producción estacional y anual de leche entera corregida (kg/vaca/día)

Table 2. Seasonal and annual production of corrected whole milk (kg/cow/day)

Estación	Leche	Mambí	Siboney	F <sub>1</sub> (H x C)	ES ±	Sign.
Seca	Entera	6,8 <sup>a</sup>	6,3 <sup>b</sup>	6,4 <sup>b</sup>	0,1607	*
Lluvia	Entera	7,5 <sup>a</sup>	7,3 <sup>ab</sup>	6,9 <sup>b</sup>	0,1903	**
Anual	Entera	7,2	6,8	6,7	1,381	-
Seca	Corregida	8,6 <sup>a</sup>	8,5 <sup>a</sup>	9,4 <sup>b</sup>	0,2163	**
Lluvia	Corregida	9,5 <sup>a</sup>	10,0 <sup>b</sup>	10,1 <sup>b</sup>	0,2563	*
Anual	Corregida	9,1	9,3	9,8	0,188	-

a, b Desiguales en una misma fila difieren significativamente a  $P < 0,05$

\* $P < 0,05$  \*\* $P < 0,01$

La leche entera fue significativamente superior en el rebaño Mambí en ambas estaciones, pero este resultó inferior en la leche corregida al 3% de grasa, que favoreció al genotipo F<sub>1</sub> debido a un mayor contenido de grasa láctea, cuyos tenores fueron de 3,8; 4,1 y 4,4% para el Mambí, Siboney y F<sub>1</sub>, respectivamente.

La ausencia de diferencias significativas en la producción de leche entre los rebaños se correspondió con la disponibilidad de MS y el aporte de nutrimentos del sistema, lo que demostró que las condiciones de pastoreo resultaron similares para los tres rebaños y se reafirmó con la condición corporal (CC) de las vacas, que estuvo alrededor de 3 (de una escala de 1 al 5) y se considera aceptable para vacas lecheras. Similares valores de CC obtuvieron López *et al.* (2003) en hembras del cruce Holstein x Cebú, en una asociación de gramíneas mejoradas y leucaena en condiciones comerciales.

Los valores de este indicador estuvieron relacionados con la disponibilidad de alimento durante la etapa de evaluación, lo que unido al aporte del pasto favoreció la producción de leche y permitió mantener la condición corporal estable.

Berry *et al.* (2003) y López y Álvarez (2005) plantearon que la CC constituye un indicador preciso de las reservas de energía disponible por el animal para enfrentar cualquier proceso productivo. Es una muestra del plano nutricional al que está expuesto en un período de tiempo dado.

En la tabla 3 se presenta, de forma resumida, la producción de leche por lactancia, anual y por área en el trienio 2004-2006. Como se puede observar, no existieron diferencias entre los genotipos raciales para ninguno de los indicadores analizados.

Tabla 3. Producción por lactancia, anual y por área.

Table 3. Production per lactation, per year and per area.

Indicador	Mambí	Siboney	F <sub>1</sub> (H x C)
Producción por lactancia de 305 días (kg)	2 187	2 068	2 043
Producción de leche anual (kg)	2 617	2 475	2 446
Producción de vacas en ordeño (kg/ha/año)	3 443	3 251	3 204
Producción por vacas totales (kg/ha/año)	2 133	2 103	2 163

La producción de leche por lactancia, la anual y por área fueron similares a las producciones de los primeros años de explotación de estos rebaños con la misma tecnología, cuando promediaron 3 147 kg/ha/año (Simón *et al.*, 1997); con ello el silvopastoreo racional demostró que su sostenibilidad productiva se mantuvo vigente después de 10 años de explotación.

El porcentaje de vacas en ordeño en el trienio fue de 65,6; 64,7 y 67,5% para el Mambí, el Siboney y el F<sub>1</sub>, respectivamente, con una gran similitud en las tres unidades.

La cantidad de vacas en ordeño, como porcentaje del total de vacas presentes en la unidad, constituye un indicador del estado reproductivo satisfactorio de estos rebaños, que influye favorablemente en la producción de leche total.

Menéndez *et al.* (2004), al cuantificar el efecto del porcentaje de vacas en ordeño en la producción de leche total del rebaño en 19 vaquerías, mediante modelos lineales mixtos, hallaron que por cada 1% de aumento en dicho porcentaje, hubo un incremento de 138,3; 2,16 y 4,54 kg para la producción mensual total de leche, mensual total por hectárea y producción diaria total de leche, respectivamente. Ello demuestra la importancia del porcentaje de vacas en ordeño en el comportamiento productivo del rebaño, debido a que la disminución en este indicador conlleva la reducción de la producción total y por hectárea.

Los resultados económicos, de acuerdo con el balance de ingresos por venta de la leche, se muestran en la tabla 4. La producción de leche de los genotipos Mambí y Siboney resultó ligeramente superior, al igual que los ingresos totales; sin embargo, las utilidades alcanzadas por el genotipo F<sub>1</sub> fueron superiores en más del 40%, debido a un mayor precio de venta de acuerdo con la calidad de la leche, y a los costos más bajos por peso producido y por kilogramo de leche.

Tabla 4. Indicadores económicos. Promedio del trienio 2004-2006.

Table 4. Economic indicators. Average of the triennium 2004-2006.

Indicador	Mambí	Siboney	F <sub>1</sub> (H x C)
Producción de leche (kg)	98 482	97 437	94 364
Ingresos totales (pesos)	90 603	90 616	88 702
Costos totales (pesos)	76 533	74 182	63 099
Utilidad (pesos)	14 070	16 434	25 603
Precio de venta (pesos)	0,92	0,93	0,94
Costo/peso producido	0,84	0,82	0,71
Costo/kg de leche	0,78	0,76	0,67

También influyeron otros indicadores, como las pérdidas por muerte y sacrificio sanitario, gastos de medicamentos y servicios de inseminación artificial, que resultaron menores en el rebaño del genotipo F<sub>1</sub> producto de la mayor rusticidad y adaptación de estos animales a las condiciones ambientales del trópico, ya que contiene una mayor proporción de genes Cebú.

Los valores de los ingresos totales en la etapa experimental fueron superiores al hallado por Cruz (2002) en una vaquería comercial de 87 ha (52 172,32 pesos), donde no se aplicó riego ni fertilización y las especies predominantes eran pastos naturales y 26% de *C. nlemfuensis*.

De acuerdo con los resultados, se concluye que no hubo diferencias apreciables entre los tres genotipos, en términos de producción de leche; las diferencias económicas a favor del F<sub>1</sub> están dadas por su rusticidad y adaptación al medio ambiente de pastoreo, que lo hacen menos exigente en cuanto a sus requerimientos nutricionales y los cuidados para mantener la salud.

Por otra parte, los resultados demostraron la sostenibilidad productiva de la tecnología del silvopastoreo racional durante 10 años de explotación.

### Referencias bibliográficas

- Álvarez, J.L. 1997. La condición corporal en la hembra bovina. *Rev. Salud Anim.* 19:37
- Anon. 1980. Muestreo de pastos. Taller IV Seminario Científico Técnico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba
- AOAC. 1995. Official methods of analysis. Ass. Off. Agric. Chem. 16<sup>th</sup> ed. Washington, DC
- Berry, D.P. *et al.* 2003. Genetic relationships among body condition score, body weight, milk yield and fertility in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:2193

- Cruz, Daysi. 2002. Diagnóstico técnico-productivo de una vaquería comercial en la Empresa Pecuaria "Ruta Invasora". Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 59 p.
- Galina, C.S. *et al.* 2001. Nuevas perspectivas y oportunidades para mejorar la reproducción en ganado bovino en sistemas de doble propósito. II Congreso Internacional de Ganadería de doble propósito. La Habana, Cuba. p. 34
- López, Delia & Mejías, R. 1994. Comportamiento de diferentes cruces Holstein x Cebu en rasgos de crecimiento hasta los 300 días. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 28 (2):161
- López, O. & Álvarez, J.L. 2005. Consejos prácticos para alimentar y reproducir bien a nuestras vacas lecheras. *Revista ACPA.* 3:37
- López, O. *et al.* 2003. Efecto de la época en la condición corporal y el comportamiento productivo de hembras Mambí en silvopastoreo. *Pastos y Forrajes.* 26 (3):221
- Martínez, J. *et al.* 1990. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes.* 13 (1):101
- Menéndez, A. *et al.* 2004. Relación entre el porcentaje de vacas en ordeño y la producción láctea total del rebaño. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 38:361
- Osorio, M.M. 2001. Desarrollo de un sistema de cruzamientos con núcleo de cría abierto para ganado bovino de doble propósito en el trópico. Avances. Resúmenes II Congreso Internacional de Ganadería de Doble Propósito. La Habana, Cuba. p. 24
- Sánchez, Tania. 2007. Evaluación productiva de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham con vacas Mambí de Cuba en condiciones comerciales. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad de Camagüey, Cuba. 104 p.
- Simón, L. 1999. Las Diez claves del silvopastoreo y algunas soluciones para su extensión. *Revista ACPA.* 4:46
- Simón, L. *et al.* 1997. Silvopastoreo (I) Transferencia Tecnológica. *Revista ACPA.* 3:38
- Simón, L. *et al.* 2000. Extensión del silvopastoreo. Informe Final de Proyecto. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 42 p.

## Dairy performance of Holstein x Zebu genotypes under silvopastoral system conditions

### Abstract

With the objective of evaluating the bioproductive and economic potential of herds from different double purpose racial genotypes (Holstein x Zebu) in associations of legume trees with grasses, three dairy units were selected with 80 cows each, including the genotypes Mambí (3/4 H x 1/4 Z), Siboney (5/8 H x 3/8 Z) and F1 (1/2 H x 1/2 Z), respectively. Dry matter availability of the pastures and intake of complementary feedstuffs were determined, as well as the productive indicators of the herds and the incomes. No remarkable differences were found among herds regarding DM availability and contribution of pasture to the diet. Values of whole milk production of 7,2; 6,8 and 6,7 and corrected milk values of 9,1; 9,3 and 9,8 kg/cow/day were obtained for the breeds Mambí, Siboney and F1, respectively. Milk sale prices were higher than 90 cents in the three herds, with profits higher than 10 000 pesos. It is concluded that there were no noticeable differences, in terms of milk production, among genotypes; the economic differences in favor of genotype F1 are given by its rusticity and adaptation to the grazing environment. On the other hand, the productive sustainability of the rational silvopastoral system technology during 10 years of exploitation was proven.

**Key words:** Milk production, silvopastoral systems

### Introducción

Cattle production was based, for many years, on the use of high inputs (concentrates, fertilizers, machinery and fuel) and on the use of animals with high dairy potential, but adapted to tropical conditions; in addition, there was a solid feeding basis.

Currently, cattle production enterprises face the challenge to provide the market with the dairy and meat products that are so necessary for the population and which production has decreased.

In this context, the renewal and recovery of pasturelands, together with the strategic reincorporation of trees and shrubs in grazing areas, appear as a technological alternative that contributes to improve the production of the livestock sector and decrease the impact of cattle production on the ecosystems on which it is developed.

On the other hand, the bioclimatic conditions of the tropic impose on animal production systems limitations which effect should be reduced, partially, with the use of animals that show tolerance to them and a good productive potential (Osorio, 2001). In this sense, double purpose production systems have been affected due to their poor productive efficiency (Galina *et al.*, 2001).

López and Mejía (1994) claim that the applied management is not feasible at commercial scale under tropical conditions, and that crossbred genotypes do not show a better performance in growth traits due to environmental limitations and not genetic ones.

For such reason, the objective of this work was to evaluate the bioproductive and economic potential of herds from different double-purpose racial genotypes (Holstein x Zebu) in associations of tree legumes with grasses.

### Materials and Methods

Three dairy herds that applied successfully the rational silvopastoral system technology described by Simón (1999) were selected, after making a general diagnosis of the units, in which the degree of similarity regarding the utilization of areas, soil characteristics, floristic composition of the pasturelands, integral

management and the complementation and supplementation of the available feedstuffs could be proven. The management and feeding were adjusted to be similar in the three herds during the experimental period.

The silvopastoral systems had been planted for nine years and were evaluated from the eighth to the tenth year of exploitation with the objective of learning their technical and productive possibilities.

*Animals.* The herds were composed by 80 cows each, from the double-purpose racial genotypes Mambí, Siboney and F1, which contain different proportions of Holstein x Zebu blood: Mambí  $\frac{3}{4}$  H x  $\frac{1}{4}$  Z, Siboney  $\frac{5}{8}$  H x  $\frac{3}{8}$  Z and F<sub>1</sub>  $\frac{1}{2}$  H x  $\frac{1}{2}$  Z. The stocking rate used was 1,6 animals/ha.

*Soil.* The soil is classified as Brown with Carbonates and, according to the National Agrochemical Service of Cuba, does not show limitations in its fertility for plant growth.

*Floristic composition of the pastureland.* It was determined by the method of steps (Anon, 1980). The prevailing cultivated pastures were *Panicum maximum* cv. Común and *Cynodon nlemfuensis* (star grass), with more than 60%; the rest was constituted by natural pastures, mostly by *Paspalum notatum* (tejana or alpargata) without remarkable differences among the units; *Leucaena leucocephala* showed a density of around 1 000 plants/ha.

*Measurements.* Pasture samplings to determine dry matter availability and nutrients were monthly conducted, according to Martínez *et al.* (1990); likewise, feed (pastures, sugarcane and *North gold*) samples were taken and sent to the laboratory for determining DM, CP, CF, Ca and P, according to the techniques proposed by the AOAC (1995), to find their contribution in the daily rations of the animals, in the dry season (December to May) and the rainy season (June to November).

The milk production indicators were determined by the records existing in the units, in which two to three controls of production and lactation duration were monthly performed. The body condition of the animals was estimated monthly (Álvarez, 1997). The economic data were calculated using the program Microsoft Excel Office of 2003.

In milk production and the economic indicators a simple variance analysis was applied by means of the statistical pack SPSS, version 10.0 for Windows XP®. Duncan's multiple range comparison test was used to determine differences among means.

## Results and Discussion

In general, no remarkable differences were found among the systems regarding dry matter availability and the contribution made by pasture to the diet (table 1).

Although DM availability behaved similarly among herds, differences were found between seasons, because production in the rainy season exceeded in approximately 25% that of the dry season, which is in agreement with previous results (Simón *et al.*, 2000) in which the contribution of silvopastoral systems in the increase of biomass production during the dry season is reported; with that the difference in production between both seasons could be reduced and seasonal balance was improved, which was shown in the daily contribution of DM, CP and CF per cow. Similar performance was found when analyzing an association of *P. maximum* and *L. leucocephala* for milk production (Sánchez, 2007).

The contribution of calcium in the daily ration of the animals stood out as contribution of the silvopastoral system, while phosphorus turned out to be insufficient to achieve an adequate calcium:phosphorus relationship, which was compensated with the supply of 20 kg of sugarcane forage per milking cow (daily) during the dry season and the supplementation with residue from corn distillery (*north gold*) from the second kilogram of milk throughout the year; this guaranteed acceptable production in moderate production animals, in a system with neither irrigation nor fertilization.

Table 2 shows the daily production of whole milk and 3%-fat corrected milk, of the herds formed by the different Holstein x Zebu racial genotypes.



Whole milk was significantly higher in the Mambí herd in both seasons, but it had lower values of 3%-fat corrected milk, favoring the genotype F1 due to a higher content of milk fat, which values were 3,8; 4,1 and 4,4% for Mambí, Siboney and F1, respectively.

The absence of significant differences in milk production among herds which was in correspondence with DM availability and the contribution of nutrients to the system, proving that the grazing conditions were similar for the three herds and this was confirmed with the body condition (BC) of the cows, which was around 3 (of a scale from 1 to 5) and it is considered acceptable for dairy cows. Similar BC values were obtained by López *et al.* (2003) in Holstein x Zebu cows, in an association of improved grasses and leucaena under commercial conditions.

The values of this indicator were related to the feed availability during the evaluation stage, which together with the pasture contribution favored milk production and allowed to maintain a stable body condition.

Berry *et al.* (2003) and López and Álvarez (2005) claimed that BC constitutes an accurate indicator of the available energy reserves for the animal to face any productive process. It is a demonstration of the nutritional level to which it is exposed in a given time period.

Table 3 shows, briefly, the milk production per lactation, annual production and milk production per area in the triennium 2004-2006. As can be observed, there were no differences among the racial genotypes for any of the analyzed indicators.

The milk production per lactation, per year and per area were similar to the productions of the first years of exploitation of these herds with the same technology, when they averaged 3 147 kg/ha/year (Simón *et al.*, 1997); with this the rational silvopastoral system proved that its productive sustainability still remained after 10 years of exploitation.

The percentage of milking cows in the triennium was 65,6; 64,7 and 67,5% for Mambí, Siboney and F<sub>1</sub>, respectively, with high similarity in the three units.

The quantity of milking cows, as percentage of the total cows present in the unit, constitutes an indicator of the satisfactory reproductive status of these herds, which influences favorably total milk production.

Menéndez *et al.* (2004), when quantifying the effect of the percentage of milking cows on total milk production of the herd in 19 dairy units, through mixed lineal models, found that for every 1% increase in such percentage, there was an increase of 138,3; 2,16 and 4,54 kg for total monthly milk production, total monthly milk production per hectare and total daily milk production, respectively. This proves the importance of the percentage of milking cows in the productive performance of the herd, because the decrease in this indicator leads to the reduction of total production and production per hectare.

The economic results, according to the income balance for milk sale, are shown in table 4. The milk production of the genotypes Mambí and Siboney was slightly higher, just like total incomes; however, the profits obtained by genotype F<sub>1</sub> were higher in more than 40% due to a higher sale price according to milk quality and the lower costs per peso produced and per kilogram of milk.

Other indicators had influence too, such as the losses for death and sanitary slaughter, expenses for drugs and services of artificial insemination, which were lower in the herd of the genotype F<sub>1</sub>, due to the higher rusticity and adaptation of these animals to the environmental conditions of the tropic, because they contain a higher proportion of Zebu genes.

The values of total incomes in the experimental stage were higher than the one found by Cruz (2002) in a commercial dairy unit of 87 ha (52 172,32 pesos), where neither irrigation nor fertilization was applied and the prevailing species were natural pastures and 26% *C. nlemfuensis*.

According to the results, no noticeable differences were concluded to be found among the three genotypes, in terms of milk production; the economic differences in favor of genotype F<sub>1</sub> are given for its rusticity and

adaptation to the grazing environment, which make it less demanding regarding its nutritional requirements and attention to maintain health.

On the other hand, the results proved the productive sustainability of the rational silvopastoral system technology during 10 years of exploitation.