

CRECIMIENTO DE HEMBRAS SIBONEY DE CUBA HASTA 90 DÍAS DE EDAD ALIMENTADAS CON RACIONES INTEGRALES QUE CONTENÍAN DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE REEMPLAZANTE LECHERO SECO

GROWTH OF SIBONEY FEMALES FROM CUBA UP TO 90 DAYS OF AGE FEEDED WITH INTEGRAL RATIONS CONTAINING DIFFERENT LEVELS OF INCLUSION OF DRY MILK REPLACER

Autores: Álvaro Celestino Alonso Vázquez¹

Rolando Ybalmea Puldón²

Darlyn Guzmán Rodríguez¹

Institución: ¹Dirección Técnica Desarrollo. Empresa Pecuaria Genética «Camilo Cienfuegos». Consolación del Sur. Pinar del Río

² Instituto de Ciencia Animal. Apartado Postal 24. San José de Las Lajas. Mayabeque

Correo electrónico: elyjorge@nauta.cu

RESUMEN

Se evaluó el efecto que sobre curvas de crecimiento (hasta 90 días de edad), tiene el empleo de diferentes proporciones de reemplazante lechero seco (0, 5 y 10 % de inclusión), en formulación de raciones integrales para 40 hembras Siboney de Cuba en crianza artificial, las que fueron divididas aleatoriamente al llegar a la recría en cuatro grupos de 10 individuos. Las hembras se pesaron decenalmente y se midió diariamente el consumo individual realizado. Para el análisis del crecimiento, se probaron modelos de regresión lineal (lineal) y no lineal (Logístico, Gompertz y Richards). Se estimaron las ganancias por el método de los mínimos cuadrados, para los modelos lineales y el método iterativo de Marquardt, para los no lineales. El mejor ajuste se determinó a partir de diferentes criterios estadísticos. Se realizó ANOVA a los pesos y ganancias medias diarias alcanzadas, así como a consumos realizados por tratamiento. El modelo que mejor ajustó al crecimiento, fue el lineal, con $R^2 \Rightarrow 0.75$ y $P < 0.001$ en todos los

tratamientos. A partir de ello se puede predecir el comportamiento de los incrementos de peso vivo en otro grupo de animales, si se utiliza el tipo de combinación empleada en el tratamiento C. Por otra parte, el análisis de la ganancia media diaria y pesos vivos en este tratamiento, hasta los 90 días fue $P < 0.001$, con ganancias superiores a los 500 g/animal/día, y peso vivo medios de 62.7 Kg a la edad al destete con consumos de hasta 2.5 Kg animal/día de ración integral.

Palabras clave: Alimentación, Modelación, Peso Vivo, Hembras.

ABSTRACT

The effect was evaluated that it has more than enough upon the growth curves (up to 90 days of age), has the employment of different proportions of alternate dry milk replacer (0, 5 and 10 % inclusion), in formulation of portions integrals for 40 female Siboney de Cuba's in artificial upbringing, which were randomly grouped at entering the fattens where the experiment was carried out into four groups of 10 individuals. The females it was weighed every ten days and it was measured consumption carried out singular daily. For the analysis of the growth, models of lineal regression it was proven (lineal) and the earnings in every subject was calculated by means of the square minima, for the lineal models, and the method iterativo of Marquardt, for the not lineal ones. The best adjustment was determined starting from different statistical approaches. ANOVA one carries out to the weight and earnings reached daily stockings, as well as to consumptions carried out by treatment. The pattern that better it adjusted to the growth, it was the lineal one, with $R^2 \Rightarrow 0.75$ and $P < 0.001$ in all the treatments, at this point you can predict the behavior of live weight increase in other group of animals, if the combination type is used in treatment C or similar feeding systems. The analysis of the daily half gain and alive weight in this treatment until the 90 days it was $P < 0.001$, with superior earnings to the 500 g/animal/ day and weight alive means of 62.7 Kg to the age to the weaning with consumptions of up to 2.5 Kg animal/ day of integral portion.

Keyword: Feeding, Modeling, Live Weight, Females.

INTRODUCCIÓN

La crianza de terneros en cualquier sistema de explotación, se convierte en un eslabón fundamental para el desarrollo ganadero. De ahí la necesidad de que se oriente hacia sistemas tecnológicos sostenibles, con menor inversión de recursos materiales y financieros.

A nivel internacional, investigaciones realizadas a las primeras etapas de vida en terneros, coinciden en señalar los marcados cambios fisiológicos que ocurren durante las primeras semanas en la categoría ternero, en su transición de prerrumiante a rumiante. En este período, el destete, cobra cada vez mayor interés por parte de nutricionistas y productores, dados los cambios fisiológicos que se expresan y su repercusión en el comportamiento animal (Ybalmea, 2011; Chongo et al 2013).

En Cuba, los sistemas de crianza artificial ofrecen reemplazantes lecheros hasta edades avanzadas (entre 90 y 120 días de edad). Este hecho incrementa los costos de alimentación del ternero, unido a que en la actualidad no se produce en el país Reemplazante Lechero para sustituir importaciones. Por esta razón, toda la alimentación líquida del ternero se garantiza con estos alimentos importados.

Estudios como los realizados por Plaza y Hernández (1996); Martínez (2010); Plaza et al (2011) e Ybalmea (2011), han demostrado la factibilidad y potencialidad que tiene el uso de las Raciones Integrales empleadas en terneros desde las primeras etapas, con la consiguiente disminución de los traumas que ocurren al momento del destete, y los altos incrementos en ganancias medias diarias alcanzadas.

A pesar de ello, la ganadería en el país para sus sistemas de crianza artificial no alcanza aplicar, desde etapas iniciales dichos resultados, y en su lugar emplean piensos groseramente formulados y heno largo de mala calidad.

El presente trabajo tiene como objetivo: Evaluar en hembras Siboney de Cuba el efecto que sobre el crecimiento (hasta 90 días) tiene el empleo de diferentes proporciones de reemplazante lechero seco (0, 5 y 10 % de inclusión), en formulación de raciones integrales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la recría artificial 246, que cuenta con una superficie de 50.39 hectáreas y pertenece a la Unidad Empresarial de Base (U E B) “Loma de Candelaria”, de la Empresa Pecuaria Genética “Camilo Cienfuegos”, ubicada al suroeste de la provincia Pinar del Río, Cuba.

Se emplearon 40 terneras de genotipo Siboney de Cuba (5/8 H x 3/8 C), de 7-10 días de edad y peso promedio de 28 kg. Se distribuyeron al llegar a la recría en 4 tratamientos, según diseño completamente aleatorizado, con 10 réplicas cada uno, en cuneros de 0.6 m² de espacio vital, que en su frente poseen recipiente para agua y alimento. Previamente se les controló número de tatuaje y presilla individualmente, y se pesaron en balanza Modelo DI-162 (Digital), según el método de la técnica de pesaje que establece la Norma Cubana (NC 74 - 49).

Para el desarrollo experimental, se contó con la harina de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) deshidratada, obtenida luego de molinar su tallo y consiguiente proceso de secado. Las partículas obtenidas no excedían los 2.5 mm, a fin de facilitar la ingestión, dada las características de los bovinos jóvenes que la consumirían.

La composición de las raciones integrales de inicio y destete a suministrar, por cada tratamiento, se describen en la Tabla 1.

| Componentes | UM | Tratamiento Control. | Ración integral de <u>INICIO</u> . (Desde entrada a recría hasta 60 días) | | | | Ración integral de <u>DESTETE</u> . (Desde 61 a 90 días) | | |
|-----------------------------------|---------|----------------------|--|-----|-----|-----|---|-----|-----|
| | | | B | C | D | B | C | D | |
| Tratamientos | | A | | | | | | | |
| Concentrado ternero | para | % | Sistema empleado en la recría según norma MINAG | 90 | 85 | 80 | 90 | 90 | 90 |
| Reemplazante seco | lechero | % | | - | 5 | 10 | -- | -- | -- |
| Harina de tallo de caña de azúcar | | % | | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Total | | % | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

- El tratamiento A, será el tratamiento control y se utilizará el mismo sistema de alimentación que se orientó por el MINAG para la cría artificial de terneros.
- El tratamiento B, siempre recibirá la misma ración integral, con harina de caña de azúcar sin inclusión de reemplazante lechero.
- Los tratamientos C y D, recibirán ración integral de inicio desde la entrada a la recría hasta la semana 8, durante la semana 9, recibirán una mezcla 50/50 % de la ración integral de inicio y de la ración integral de destete, y de la semana 10 a la 13 la ración integral de destete.

*Tabla 1: Componentes y proporciones empleadas en la elaboración de la ración integral de inicio y destete, según tratamientos**

Los sistemas de alimentación empleados para los tratamientos que consumieron tecnología Raltec® (tratamiento A) y ración integral según semanas de estancia en área de cunero se describen en la Tabla 2. El concentrado de inicio ofrecido al tratamiento A fue el mismo que se empleó para elaborar las raciones integrales de los tratamientos B, C y D.

| TRATAMIENTO CONTROL (A) | | | | | | | |
|-------------------------|-------|---------------------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|
| Reemplazante lechero | | | | Otros alimentos ofrecidos | | | |
| Días en Cuneros | Tomas | Litros por toma | Litros total | Semanas en Cuneros | Raltec Star T-1 Papilla | Concentrado Inicio | Heno |
| De 7 a 83 días | 2 | 2 litros en la mañana y 2 en la tarde | 4 | 1 | 130 g | - | Heno a voluntad |
| | | | | 2 | 250 g | - | |
| | | | | 3 | 500 g | - | |
| | | | | 4 | 750 g | - | |
| | | | | 6 | 750 g | 750 g | |
| | | | | 7 | 1000 g | 1000 g | |
| | | | | 8-13 | - | 1700 g | |

Tabla 2: Sistemas de alimentación empleados por tratamientos.

| Reemplazante lechero | | | | Otros alimentos ofrecidos | |
|----------------------|-------|---------------------------------------|--------------|---------------------------|--|
| Días en Cuneros | Tomas | Litros por toma | Litros total | Semanas en Cuneros | RACIÓN INTEGRAL |
| De 7 a 57 días | 2 | 2 litros en la mañana y 2 en la tarde | 4 | 1-8 | Ración integral de inicio según formulación (tabla 1), ofrecidas a voluntad según dosificación descrita anteriormente. |
| | | | | 9 | Mezcla de 50/50 % de ración integral de inicio /ración integral de destete igualmente a voluntad con similar incremento en la oferta |
| 58 -83 días | 1 | 2 litros en la mañana | 2 | 10 – 13 | Ración integral de destete , SIN RL (Tratamiento: B) igualmente a voluntad con similar incremento en la oferta hasta llegar a 2.5 kg |

Tabla 3: Tratamientos Que Consumen Ración Integral (B, C Y D).

Para el caso de las raciones integrales se suministraron 180 g (2 veces al día) para todos los tratamientos, con aumento de 200 gramos en la medida que el consumo por animal fuera total, hasta llegar a la oferta de 2.5 Kg de ración integral, en igual cantidad de veces.

Los pesos se determinaron cada diez días con ayuda de una cinta métrica, de manera que las estimaciones estuvieran en correspondencia con la norma cubana (NC 74-49), para evitar estrés por manejo y sólo se realizó pesaje en balanza a los 30, a los 60 y el pesaje final a los 90 días, siempre en horas de la mañana y en ayuno. Los datos fueron controlados en hojas de cálculo de Microsoft Excel previamente elaboradas.

Para el procesamiento de los pesos alcanzados, se probaron modelos lineales (lineal) y no lineales (Logístico, Gompertz y Richards), que son los más utilizados para estimar el comportamiento animal, según Ratkowsky (1983):

$$\text{Lineal} \left\{ \begin{array}{l} \text{- Lineal } y = \text{alfa} + \text{beta}(\text{edad}) \end{array} \right.$$

$$\text{No Lineales} \left\{ \begin{array}{l} - \text{Logístico: } y = \frac{\text{alfa}}{1 + \text{beta.exp}[-\text{gamma}(\text{edad})]} \\ - \text{Gompertz: } y = \text{alfa.exp}\{-\text{beta.exp}[-\text{gamma}(\text{edad})]\} \\ - \text{Richards: } y = \{\text{alfa}[\text{beta.exp}(-\text{gamma}\{\text{edad}\})]\}^{\text{delta}} \end{array} \right.$$

donde:

y: peso vivo (PV) o ganancia media diaria (gmd)

edad: edad del animal

parámetros: alfa (a), beta (b) y gamma (c)

Las estimaciones de los parámetros se determinaron por el método de los Mínimos Cuadrados, en el caso de regresión lineal, y por el método iterativo de Marquardt (1963), en el caso de los modelos no lineales Logístico, Gompertz y Richards. Los criterios estadísticos para la selección del modelo de mejor ajuste, se realizaron según los indicadores descritos por Guerra et al (2003):

1. Coeficiente de determinación (R^2)
2. Parámetros de modelos (a, b, c)
3. Cuadrado medio del error (CMe)
4. Error estándar de los parámetros del modelo EE(a), EE(b), EE(c)
5. Significación del modelo
6. Análisis de Residuo

La información recopilada se procesó en el paquete estadístico SPSS versión 11.5.1 (Visauta, 1998). Además, se empleó para la evaluación de los pesos vivos y las ganancias medias diarias, la prueba de rangos múltiples de Duncan (1955), lo que permitió compararlas entre tratamiento mediante el paquete Infostat versión 1.0 (Balzarini et al, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 3 y 4, se muestran los resultados de los análisis de regresión lineal y no lineal, realizados para cada tratamiento. De los modelos estudiados, se descartó el

modelo de Richards, debido a que no presentó ajuste significativo en PV, resultado este que coincide con lo descrito por Soto (2014) y Alonso (2015).

Al comparar los modelos de comportamiento en PV entre tratamientos (tablas 3 y 4), se aprecia que todos exhiben buen ajuste, debido a la flexibilidad que poseen (Arias *et al*, 2010), con coeficientes de determinación (R^2) similares y altos, con un valor entre 0,73 y 0,81, que indica buenas precisiones en los pesos vivos estimados.

Es importante señalar que el mayor coeficiente de determinación (0.81), se encontró en el tratamiento A de todos los modelos evaluados. Para el resto de los tratamientos (B, C y D), en el modelo Lineal, los coeficientes de determinación (0,75 - 0,80) fueron superiores, al compararlos con sus similares de los modelos no lineal. Estos resultados coinciden con lo encontrado por Mejías (2008); quien reportó mejor ajuste en el modelo Lineal en hembras en desarrollo (18 meses) con $R^2 = 0,97$, y con Soto (2014), quien reportó el modelo Lineal Cuadrático Logarítmico para el crecimiento de hembras en igual etapa con $R^2 = 0,93$.

| Modelo | Tto | Parámetro | | | R^2 | CMe | Sig |
|-------------------------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|----------|
| | | a | b | c | | | |
| n=10 x cada tratamiento | | | | | | | |
| Lineal | A | | 26,42 | 0,43 | 0,81 | 30,85 | P<0.0001 |
| | | EE (\pm) y Sig | 1,17 (P<0,0001) | 0,02 (P<0,0001) | | | |
| | B | | 23,09 | 0,38 | 0,75 | 64,55 | P<0.0001 |
| | | EE (\pm) y Sig | 1,51 (P<0,0001) | 0,03 (P<0,0001) | | | |
| | C | | 28,22 | 0,37 | 0,80 | 27,27 | P<0.0001 |
| | | EE (\pm) y Sig | 0,98 (P<0,0001) | 0,02 (P<0,0001) | | | |
| | D | | 25.9 | 0.32 | 0,75 | 26,46 | P<0.0001 |
| | | EE (\pm) y Sig | 1,02 (P<0,0001) | 0,02 (P<0,0001) | | | |

Tabla 4. Resultados de ajuste del modelo lineal para cada tratamiento.

Otro criterio estadístico evaluado para la selección del modelo de mejor ajuste, fue el cuadrado medio de error (CMe). En el modelo Lineal para todos los tratamientos, se encontraron valores más bajos (30,85 – Tratamiento A;- 64,55 – Tratamiento B;- 24,27 – Tratamiento C- y 26,46 – Tratamiento D), al compararlos con el resto de los modelos en cada tratamiento, razón que permitió seleccionarlo como modelo de mejor bondad de ajuste, resultado similar a los reportados por Cañeque y Sañudo (2005) y Pereda-Solís et al (2005), Soto (2014) y Alonso (2015).

Para los modelos no lineales probados (Logístico y Gompertz) en los cuatro tratamientos (Tabla 4), los valores calculados en los parámetros a, b y c no presentaron ajuste significativo. Además de errores estándares elevados, lo que reafirmó lo acertado de la selección del modelo lineal para describir el crecimiento de la etapa evaluada.

| Modelo | Tto | | Parámetro | | | R ² | CMe | Sig |
|-----------|-----|--------------|-------------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------|----------|
| | | | a | b | c | | | |
| | | | n=10 x cada tratamiento | | | | | |
| Logístico | A | | 245,452 | 7,72 | 0,012 | 0,81 | 33,65 | P<0,0001 |
| | | EE (±) y Sig | 300,762 (0,9996) | 10,47 (0,9996) | 0,004 (0,028) | | | |
| | B | | 138,67 | 4,68 | 0,01 | 0,73 | 66,09 | P<0,0001 |
| | | EE (±) y Sig | 141,61 (0,3544) | 5,82 (0,424) | 0,01 (0,0365) | | | |
| | C | | 261,09 | 7,81 | 0,01 | 0,80 | 27,85 | P<0,0001 |
| | | EE (±) y Sig | 497,2 (0,6007) | 16,54 (0,6378) | 0,001 (0,0171) | | | |
| | D | | 120,13 | 3,49 | 0,01 | 0,74 | 30,27 | P<0,0001 |
| | | EE (±) y Sig | 89,34 (0,1819) | 3,2 (0,2786) | 0,005 (0,0145) | | | |
| Gompertz | A | | 177,795 | 1,88253 | 0,007 | 0,81 | 33,83 | P<0,0001 |
| | | EE (±) y Sig | 129,40 (0,86) | 0,72 (0,471) | 0,004 (0,52) | | | |
| | B | | 456,75 | 2,93 | 0,0064 | 0,73 | 66,09 | P<0,0001 |
| | | EE (±) y Sig | 1709,62 (0,873) | 3,69 (0,5702) | 0,0066 (0,632) | | | |
| | C | | 801,01 | 3,31 | 0,0029 | 0,80 | 27,27 | P<0,0001 |
| | | EE (±) y Sig | 3211,14 (0,8033) | 3,98 (0,4075) | 0,0040 (0,4754) | | | |
| | D | | 270,03 | 2,31 | 0,0043 | 0,74 | 30,26 | P<0,0001 |
| | | EE (±) y Sig | 566,68 (0,6348) | 2,07 (0,2654) | 0,0048 (0,3732) | | | |

Tabla 5.- Resultados de ajuste de los modelos no lineales para cada tratamiento.

El parámetro *a*, es una estimación del valor del incremento del peso alcanzado por el individuo (o de la población estudiada), sin ser necesariamente el mayor peso que el animal alcanza (Abreu *et al*, 2004).

El parámetro *a* en todos los tratamientos del modelo Lineal, refleja valores entre 23,09 (B) y 28,22 (C) y (P < 0,001) para todos los casos hasta el destete, con pesos estimados que ajustan con los incrementos en peso alcanzados por la población estudiada durante esta etapa, la que es considera como de crecimiento lento, a causa de los múltiples cambios fisiológicos que ocurren en el ternero en su transición de prerrumiante a rumiante funcional.

Entre tratamientos, el mejor resultado se obtuvo en el C (28,22 EE (\pm) =0,98) y $P < 0,001$, seguido de las hembras del tratamiento A (26,42 EE (\pm) =1,17) e igual significación. Para el resto de los tratamientos, los valores fueron muy inferiores a los referidos anteriormente, estos resultados son comparados con los obtenidos por Soto (2014) en su estudio.

Según Marques da Silva *et al* (2004) y Abreu *et al* (2004), otro parámetro importante para el estudio es el *b*. El mismo representa en cada punto de la curva, los meses de vida transcurridos por animal, así como la velocidad de crecimiento hasta alcanzar la fase asintótica.

Al analizar el parámetro *b* del modelo lineal, se encuentran que se registraron valores bajos -entre 0,32 (tratamiento D) y 0,43 (tratamiento A) y ($P < 0,001$) para todos los casos-. Esto indica buena precisión de las variaciones en la velocidad relativa con que crecen los animales en ambos tratamientos, resultados similares reportan Marques da Silva *et al* (2004), Alonso (2009), Soto (2014) y Alonso (2015), al ajustar el crecimiento de bovinos en diferentes etapas.

Una vez ajustado el modelo (Lineal), se calcularon los residuos del mismo, los cuales se obtienen de la comparación de los PV observados, con los PV calculados, a través del modelo seleccionado, para determinar si existe subestimación o sobrestimación en la etapa evaluada, según modelos de crecimiento (Fabens, 1965).

El análisis de los residuos (Fig. 1), muestran una mayor frecuencia en el rango 0,10 y -0,10, de modo que su comportamiento pudo considerarse como aleatorio para todos los tratamientos.

De los tratamientos analizados, fueron las terneras del tratamiento C, las que exhibieron mayor cantidad de residuos cercanos a 0,10 y -0,10; resultados similares son descritos por De Behr *et al* (2001); Pereda-Solís *et al* (2005); Mejías (2008) y Alonso (2009).

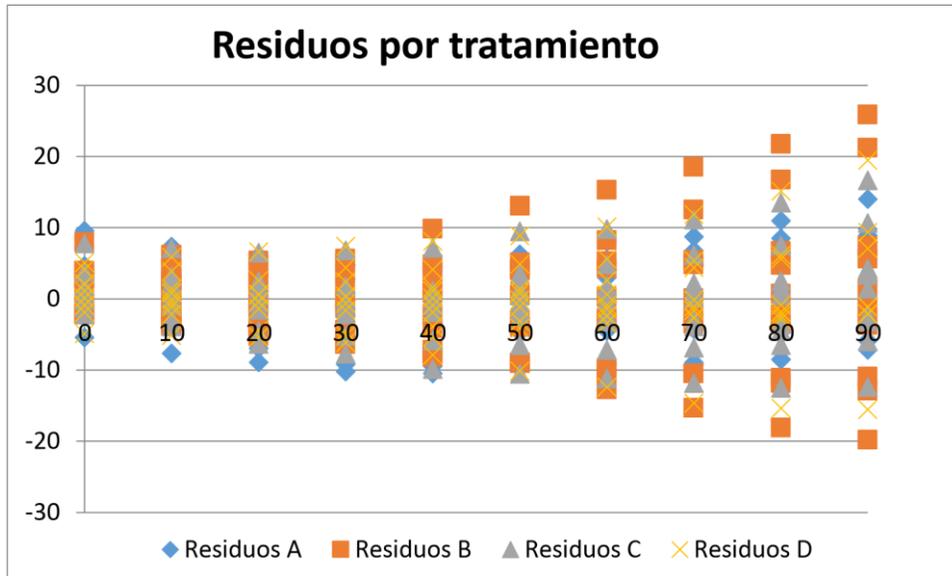


Figura 1. Análisis de los residuos de los cuatro tratamientos estudiados.

En la Figura 2, se describen el comportamiento de los PV alcanzados en diferentes edades y los PV estimados, a través del modelo Lineal para los tratamientos en estudio.

Al comparar el resultado del comportamiento de los PV observados y los PV calculados de todos los tratamientos, se observa que los incrementos se comportan de manera creciente, variable, y con alguna similitud, a medida que transcurre la edad. Estos resultados coinciden con lo descrito por Soto (2014) y Alonso (2015), cuando reportan en sus estudios el buen ajuste de los modelos Lineales, para expresar la curva de crecimiento estándar de hembras en desarrollo Siboney de Cuba, independientemente de las etapas que se evalúen.

Aunque el tratamiento C exhibe un buen ajuste en los valores del PV observado y estimado hasta los 30 días, con comportamientos superiores al resto de los tratamientos, se aprecia un decrecimiento, al compararlo con el tratamiento control después de esta etapa, con resultados muy similares en la etapa posterior.

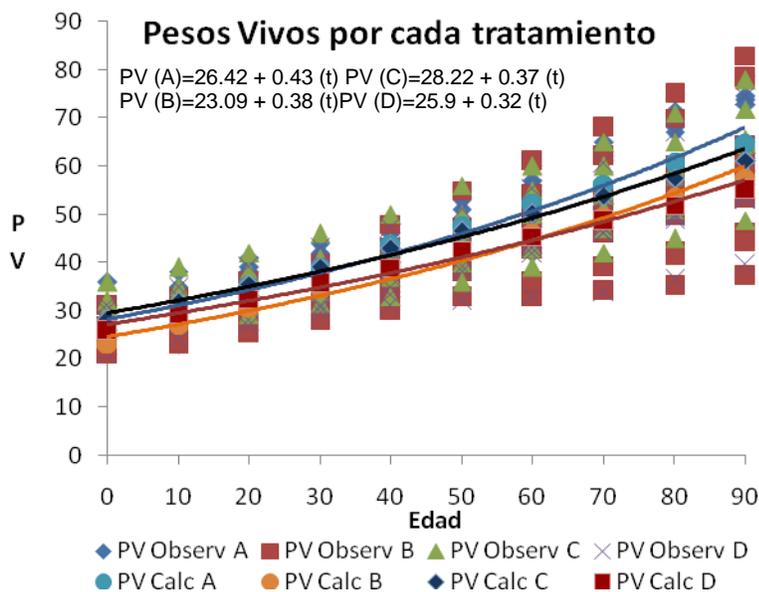


Figura 2.- Comportamiento de los PV observados (Kg.) y PV estimados del modelo Lineal para todos los tratamientos.

Al comparar los tratamientos, donde se emplearon raciones integrales para terneros hasta la edad al destete, se puede afirmar que fue el tratamiento C el de mejor comportamiento con respecto al B y D, reafirmado por un mayor incremento en los pesos vivos de las hembras alimentadas con la formulación empleada en este tratamiento; y sienta pautas de referencia, a utilizar en esta etapa para próximos estudios o en sistemas de crianza intensivos, hasta la edad al destete.

Los resultados obtenidos, pueden estar relacionados con la aparición de la microflora ruminal a partir de la 6ta semana de edad (Tanan y Reynolds, 2005), lo que propicia el aprovechamiento del contenido de fibra mezclada con el 5% de lactoreemplazante, el cual constituye un estimulador del consumo realizado, además de los aportes altamente digestibles de la ración que se le ofrece al ternero en su condición de poligástrico (Ybalmea, 2011).

Los valores de peso vivo (PV) y ganancias de peso vivo (GPV), se muestran en la Tabla 5. Solo se observó diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$) en las GPV de 61 a 90 días de edad, período que coincide con el cambio de las raciones integrales con RL, a la ración de destete que no contiene RL, en los

tratamientos C y D, proceso que se ve más afectado aún por el estrés que naturalmente produce el destete. Esto indica la necesidad de que se contemple mantener determinadas proporciones de RL en las raciones integrales luego del destete, a fin de continuar con el estímulo del consumo que aún necesita el ternero en estas etapas, y aprovechar las ventajas que esto trae para el incremento de las GPV de los terneros.

| Indicadores | Tratamientos | | | | EE |
|-----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-------|
| | A | B | C | D | |
| PV inicial, kg | 28,88 | 26,60 | 29,70 | 26,50 | 1,17 |
| PV 30 días, kg | 37,63 | 35,65 | 38,85 | 35,30 | 1,07 |
| PV 60 días, kg | 50,31 | 47,23 | 50,90 | 45,00 | 0,28 |
| PV 90 días, kg | 66,49 | 60,36 | 66,10 | 57,19 | 0,28 |
| GPV inicio a 30 días, g/día | 291,67 | 301,67 | 305,00 | 293,33 | 1,34 |
| GPV 31 a 60 días, g/día | 422,66 | 386,00 | 401,67 | 406,33 | 20,23 |
| GPV 61 a 90 días, g/día | 539,33 ^a | 437,67 ^{ab} | 506,67 ^{ab} | 473,00 ^a | 32,93 |
| GPV inicio a 90 días, g/día | 417,88 | 375,11 | 404,45 | 341,00 | 17,46 |

^{ab} Valores con superíndices diferentes en la misma fila difieren significativamente $P < 0.05$ (Duncan 1955)

Tabla 6.- Peso vivo y ganancias de terneros en diferentes sistemas de alimentación con piensos de inicio y raciones integrales.

Este resultado puede asociarse a las características y presentación de las raciones integrales, pues según Stobo et al (1966), citados por Guerreiro (1991) y Heinrichs et al (2012), la oferta de un alimento de estructura granulada (concentrado), unido a la inclusión de fibra digerible (harina de caña), mejora la capacidad rumino-reticular y puede incrementar el peso de los tejidos, a la vez que ejerce estímulo físico en el temprano desarrollo del tracto digestivo, en una etapa compleja para el desarrollo del sistema gastrointestinal del ternero, sobre todo en la etapa cercana a los 60 días, argumentos que se corresponden con los resultados informados por Plaza et al (2009). De manera general, las GPV, hasta el final del experimento son moderadas, si se considera la necesidad de que estas sean del orden de los 500 g/ternero/día, para que

se alcancen los PV necesarios, para la incorporación de las novillas a una edad apropiada, aunque son similares a las halladas por Ybalmea *et al* (1995), al elaborar raciones integrales con alimentos fibrosos a partir de forrajes no convencionales. Igualmente, las hembras que mejor comportamiento mostraron, en relación con el tratamiento control, fueron las del tratamiento C. Las ganancias medias diarias observadas en este tratamiento, aunque similares al tratamiento control (A), resultaron inferiores, pues se presentaron indistintamente 2 terneras con trastornos gastroentéricos, lo que pudo incidir en las ganancias obtenidas.

En general, los resultados en las ganancias medias diarias de los tratamientos que consumieron ración integral, puede asociarse además, a la restricción en la oferta de ración integral en la última etapa hasta solo 2500 g en la mañana, e igual cantidad en la tarde, en una etapa en que la avidez al consumo de MS se incrementa, dado el desarrollo alcanzado por el sistema digestivo del ternero cercano a los 90 días y la no presencia de otros alimentos, como el heno a voluntad, que hubiesen contribuido a mejorar los resultados alcanzados.

CONCLUSIONES

Dentro de los modelos para describir crecimiento en esta etapa, el modelo lineal, resultó el de mejor ajuste para expresar las curvas de crecimiento hasta 90 días en hembras Siboney de Cuba, independientemente de los diferentes sistemas de alimentación empleados. El empleo de raciones integrales, elaboradas a partir de harina de caña de azúcar con la inclusión del 5 % de reemplazante lechero en su formulación, puede constituir una importante sustitución de importaciones para los sistemas de crianza artificial hasta el destete, que permitirá mejorar el consumo de alimento sólido por el ternero y, por consiguiente, las ganancias de peso vivo.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ABREU, U. G; COBUCI, J. A; DA SILVA, M. V Y SERENO, J. R: *Uso de modelos no lineales para el ajuste de la curva de crecimiento de bovinos Pantaneiros*, Archivos de Zootecnia, Universidad de Córdoba, Número 204 (53): 367-370, España, 2004.

- ALONSO, A. C: «*Comportamiento de las ganancias en Peso Vivo (de 0 a 18 meses de edad) del genotipo Siboney de la EGPCC durante cuatro años consecutivos*», Tesis presentada en opción al grado de Máster en Producción Animal para la zona Tropical, 77 p, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 2009.
- ALONSO, A. C: «*Factores que afectan los indicadores de eficiencia en la producción de hembras en desarrollo Siboney de Cuba hasta primera lactancia, en la U.E.B “Loma de Candelaria*», Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias, 110 p, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 2015.
- ARIAS, Y; GONZÁLEZ-PEÑA, D; MONTES, I Y DOMÍNGUEZ, A: «*Estimación de la curva de crecimiento en futuros sementales de la raza buffalypso*», Revista de Ciencia y Tecnología Ganadera Vol. 4 (3): 136-142, Cuba, 2010.
- BALZARINI, M.G; CASANOVES, F; DI RIENZO, J. A; GONZÁLEZ, L. A Y ROBLEDO, C. W: *Software estadístico. Versión 1*, Córdoba, Argentina, 2001.
- CAÑEQUE, V Y SAÑUDO, C: *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carnes y grasa) en los rumiantes*, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Monografías INIA: Serie Ganadera INIA España 3: 259, Madrid, España, 2005.
- CHONGO, B Y ZAMORA, A: *Manejo y alimentación de terneros y hembras en desarrollo. Curso: Manejo y alimentación de rumiantes*, 25 p, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 2013.
- DE BEHR, V; HORNICK, J. L; CABARAUX, J. F, ÁLVAREZ, A AND ISSTASSE, L: *Growth patterns of Belgian Blue replacement heifers and growing males in commercial farms Liv, Prod. Sci.* 71: 121 – 130, 2001.
- DUNCAN, D: *Multiple Range Tests and Multiple F Test*, Biometrics, 11(1), 1-42, 1955.
- FABENS, A. J: *Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve*, Growth, 29: 265-289, 1965.
- GUERRA, W; CABRERA, A Y FERNÁNDEZ, L: «*Criterios para la selección de Modelos Estadísticos en la investigación científica*», Revista Cubana Ciencia Agrícola, 27 (1): 3-9, Cuba, 2003.

- GUERREIRO, R: «*Factores que influyen en el comportamiento en la cría Anacaona, de la Empresa Pecuaria Genética Bacuranao*», Trabajo de Diploma, Universidad Agraria de la Habana, 84 p, La Habana, Cuba, 1991.
- HEINRICHS, J AND ISHLER, V: *From calf to heifer understanding rumen function*, College of Agricultural Sciences, 162 p, Canadá, 2012.
- MARQUARDT, D. W: *An algorithm for least squares estimation of non –linear paramer*, Journal Society Industrial and Applications Mathematics, 11:431, 1963.
- MARQUES DA SILVA, N; HENRIQUE DE AQUINO, L; FONSECA E SILVA, F; ILSON, A: *Curvas de crecimiento e influencia de factores no genéticos sobre las tasas de crecimiento de bovinos de la raza Nerole*, Cienc. Agrotec., Lavras, v. 28, n. 3, p. 647-654, 2004.
- MARTÍNEZ, Y: «*Efecto de la inclusión de harina de Tithonia diversifolia en la dieta integral para terneros*», Tesis en opción al Título de Master en Ciencias. Ministerio de Educación Superior, 64 p, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 2010.
- MEJÍAS, R. A: «*Sistema para la producción de hembras bovinas de reposición con asociación de gramíneas con leguminosas*», Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias, 108 p, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 2008.
- PEREDA-SOLÍS, M. E; GONZÁLEZ, S; ARJONA, E; BUENO, G Y MENDOZA, G: «*Ajuste de modelos de crecimiento y cálculo de requerimientos nutricionales para bovinos BRAHMAN en TAMAULIPAS, MÉXICO*», Revista Agrociencia, 39: 19-27, 2005.
- MENÉNDEZ, A: «*Método simple para evaluar el crecimiento y desarrollo de nuestras hembras lecheras*», Revista ACPA, 3:10-12, 1984.
- PLAZA, J Y HERNÁNDEZ, J. L: «*Reemplazadores lecheros para terneros. 1. Utilización de la levadura torula*», Revista Cubana Cienc. Agric. 30: 23, Cuba, 1996.
- PLAZA, J; YBALMEA, R Y MARTÍNEZ, Y: «*Manejo del alimento fibroso en la alimentación de terneras de reposición*», Revista Cubana Cienc. Agríc. 43:19, Cuba, 2009.
- PLAZA, J; YBALMEA, R Y MARTÍNEZ, Y: «*Niveles de harina de forraje en raciones integrales para terneros*», Revista Cubana Cienc. Agric. 45:21, Cuba, 2011.
- RATKOSWKY, D. A: *Nonlinear regression modeling*, Marcel Dekker, 297 p, New York, 1983.
- SOTO, L. D: «*Curvas de crecimiento hasta 90 días en hembras Siboney de Cuba con el uso de dos combinaciones de lactorreemplazantes*», Trabajo de Diploma en opción a

- Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Hermanos Saíz, 63 p, Pinar del Río, Cuba, 2014.
- STOBO, I. J; ROY, J. H AND GASTON, H. J: *Rumen development in the calf. The effect of diets containing differents proportion of concentrates to hay on rumen development*, Brit. J. Nutrition, 20: 171, 1966.
- TANAN, K AND REINOLDS, D: «*Feeding calves to optimize rumen development*», The Australian Dairy Farmer, p 83- 85, 2005.
- VISAUTA, B: *Análisis estadístico con SPSS para Windows*, Vol II Estadística Multivariante, MCGRAW-HILL Interamericana de España, 1998.
- YBALMEA, R; GARCÍA, R Y VÁZQUEZ, F: «*Posibilidades de elaboración de un pienso iniciador con materias primas nacionales*», Revista Cubana Cienc. Agríc. 29:39, Cuba, 1995.
- YBALMEA, R: «*Contribución al uso de reemplazantes lecheros de producción nacional en la alimentación de terneros*», Tesis en opción al grado Científico de Doctor en Ciencias, 143 p, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba, 2011.