

# Mediciones de respuesta animal en ensayos de pastoreo: vacas lecheras y de doble propósito

Lucía de Vaccaro\*

## Resumen

Emplear vacas de ordeño para la evaluación de los pastos tropicales reviste especial interés porque aquéllas son más exigentes que los animales en crecimiento respecto a sus requerimientos nutricionales, y más sensibles a los cambios ocurridos en la calidad de la dieta. Sin embargo, la variación, entre individuos, que ocurre en la producción lechera es mayor, y los factores que la afectan en las condiciones tropicales son diferentes de aquéllos de la zona templada.

Se discuten en este trabajo algunos aspectos que deben considerarse en la medición de la producción lechera de vacas ordeñadas, con amamantamiento del becerro y sin él. La producción de las vacas en ordeño debe medirse en términos de la leche y los sólidos producidos (más lo consumido por el becerro en los sistemas de amamantamiento), de los cambios de peso corporal de las vacas y de los becerros y de la eficiencia reproductiva de las vacas en ensayos de larga duración. Es probable que la producción de leche deba medirse diariamente o cada dos días para minimizar los errores.

Se presentan también evidencias referentes a la necesidad de balancear grupos experimentales de animales según la producción lechera en la lactancia en curso, según la época o el año del parto, la edad de la vaca, el estado de gestación, y el sistema de ordeño previo o actual. En los sistemas con amamantamiento, la ganancia de peso del becerro varía conforme al grupo racial

---

\* Zootecnista, Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, UCV, Maracay, Venezuela.

de la madre y del padre, al año o época de nacimiento, al sexo y a su peso al nacer. Se comentan los procedimientos apropiados que pueden aplicarse por la muerte del becerro.

Con respecto al contenido de sólidos de la leche, lo adecuado sería medirlo **bimensualmente o mensualmente y tener en cuenta los mismos factores que afectan la variación en la producción de leche.** Es necesario además asegurarse de que la muestra de leche tomada para la medición de sólidos sea representativa del total producido, y se señala la dificultad de uniformar ese procedimiento en los sistemas de ordeño con amamantamiento.

Para medir la eficiencia reproductiva se sugiere la concepción natural —rotando toros de conocida fertilidad entre los grupos experimentales de vacas— como la práctica con mayor posibilidad de minimizar los errores. En general, las vacas cruzadas (europea con cebú o con criollo) que posean entre 50 y 75% de genes europeos tienen suficiente potencial genético para que la variación en cantidad y en calidad de los pastos se refleje debidamente en su producción de leche.

En conclusión, es necesario disponer de un elevado número de animales experimentales para seleccionar aquellos grupos experimentales que generen errores mínimos; además, los resultados de los experimentos serán aplicables solamente a las poblaciones que posean las mismas características de la muestra utilizada.

## **Introducción**

El uso de vacas lactantes para evaluar pastos tropicales ha cobrado interés especial en años recientes. En primer lugar, los requerimientos nutricionales de las vacas en lactación son superiores a los de los bovinos en crecimiento; además, la producción de leche refleja cualquier variación en el valor nutritivo de la dieta con mayor precisión que los cambios del peso corporal. Por tanto, si se logra mejorar la calidad y la cantidad del forraje disponible en las pasturas, las vacas lecheras ofrecerán posibilidades más atractivas para su evaluación.

En segundo lugar, el desarrollo de los sistemas de producción de leche basados en pastoreo en el trópico abre, aparentemente, una vía más promisoría hacia la producción económica de leche en los países latinoamericanos, la mayoría de los cuales arrastra un pesado déficit nacional de productos lácteos (Seré y Vaccaro, 1984). En consecuencia, es de sumo interés contar con información sobre el potencial de las pasturas más promisorias que, en cada región, utilizan las vacas en lactación.

El uso de vacas lecheras para evaluar los pastos plantea, no obstante, problemas especiales en las condiciones del trópico si las comparamos con aquéllas de las zonas templadas. No solamente se encuentra mayor variabilidad en la producción de leche entre individuos en el trópico, sino que las fuentes principales de variación y su importancia relativa son también allí diferentes. El objetivo de este trabajo es discutir algunos aspectos sobre el animal que debe usarse y sobre la medición del comportamiento productivo que se debe tener en cuenta en el diseño de estudios de evaluación de pasturas en que se emplean vacas en lactación.

## **Variables y razas**

### **Características productivas que conviene medir**

En la evaluación de los pastos consumidos por las vacas, es necesario considerar no sólo la cantidad de leche producida, incluyendo la que consume el becerro en los sistemas de amamantamiento, sino también el contenido de energía o de proteína —o de una y otra— en la leche. Los cambios de peso corporal también deben considerarse, pues frecuentemente se registran rendimientos superiores a los que pueden justificarse con los nutrimentos consumidos, fenómeno causado por la movilización de las reservas del animal. En estudios de larga duración, la eficiencia reproductiva merece consideración porque la afecta de manera notable el estado nutricional de la vaca. Sin embargo, en vista de la relación entre la actividad reproductiva y los cambios de peso corporal, puede prescindirse de la medición de esta actividad si se cuenta con información sobre los pesos de los animales a lo largo del estudio.

### **Genotipos de bovinos que pueden usarse**

La producción relativa de diferentes tipos genéticos de bovinos en el trópico varía de acuerdo con la magnitud de las diversas formas de estrés a que están sometidos los animales. Los genotipos de mayor potencial productivo no son capaces de manifestarlo bajo condiciones de estrés tropical. Los principios de este fenómeno han sido demostrados claramente por Vercoe y Frisch (1982) en bovinos de carne y son igualmente aplicables a bovinos de leche. En pastoreo, los factores de estrés suelen ser considerables. Los animales reciben poca protección contra los efectos directos del clima, especialmente si no encuentran sombra, una situación frecuente en las parcelas experimentales. Si las parcelas no fueron diseñadas para que las utilizaran vacas lactantes, éstas tendrían que caminar largas distancias hasta el lugar del ordeño consumiendo así en forma innecesaria una parte de la energía acumulada.

Por otra parte, no puede descartarse la presencia de ectoparásitos y endoparásitos en los sistemas de pastoreo y ha sido comprobado que aquéllos

reducen el consumo del animal (Seebeck et al., 1971; Steel y Symons, 1979). Además, si el pasto no es de buena calidad, el calor metabólico producido por su digestión es mayor; éste aumenta la carga calórica del animal e induce la cadena de síntomas asociados con el *estrés climático* que se han observado en animales europeos y de alto mestizaje. Es preciso, por tanto, elegir tipos genéticos de animales capaces de demostrar el potencial productivo de la pastura; éste sería enmascarado por animales con problemas de adaptación al ambiente.

En la práctica, es probable que vacas con 50 a 75% de herencia europea, y una base genética de ganado criollo o cebú, sean las más adecuadas para el trópico. Se esperaría mayor variación en la producción lechera entre individuos de cualquier genotipo específico, dentro de estos límites, que entre los genotipos mismos. En general, los cruces de Holstein con cebú o con criollo han mostrado un comportamiento productivo superior a los cruces de Pardo Suizo con cebú o con criollo (Vaccaro, 1984). Con cargas de 3 a 4 vacas/ha, y poca o ninguna suplementación, las vacas mestizas de este tipo han sido capaces de producir de 6 a 9 litros de leche/día, y de 1500 a 2500 litros por período de lactancia en ordeño sin becerro (Fernández et al., 1977; De La Torre et al., 1978; Martínez y Jerez, 1979; Alvarez et al., 1980; Cubillos, 1982; Fernández-Baca et al., 1984).

### **La producción de leche: fuentes de variación**

Como se mencionó anteriormente, la variación entre individuos en la producción de leche es mayor bajo condiciones tropicales que en las zonas templadas. Lamentablemente, los datos que de ordinario se publican excluyen las lactancias cortas y, por ello, la variación real resulta subestimada. En el Cuadro 1 se resumen algunos resultados de estudios basados en datos no seleccionados; son notorios los coeficientes de variación que suelen alcanzar el 50% o más, en comparación con valores de 20 a 25% encontrados en estudios para clima templado. Es evidente también en esos resultados que estas elevadas cifras se obtienen tanto en las razas tropicales como en las europeas y en los grupos mestizos; no hay, en cambio, evidencia de que la variación en los grupos mestizos sea mayor que en las razas puras, lo cual concuerda con evidencias obtenidas en otras especies (Warwick, 1955). En vista de la amplia variación que afecta la producción entre individuos, es necesario conocer las principales fuentes de variación en las condiciones del trópico para poder formar grupos homogéneos de animales que puedan usarse en los experimentos de pastoreo.

### **Causas genéticas**

Dentro de un grupo racial dado, las causas genéticas explican una fracción relativamente pequeña de la diferencia en producción de leche entre indivi-

Cuadro-1. Ejemplos de la variabilidad presente en la producción de leche<sup>a</sup> en distintos grupos raciales en el trópico.

FUENTE	País	Sistema de manejo <sup>b</sup>	Grupo racial	n	$\bar{X}$	± D.T.	CV (%)
Wijeratne (1972)	Sri Lanka	0 = sin becerro	Sinhala (S)	105	570	257	45.0
			F <sub>1</sub> Frison x S	157	1573	362	23.0
			F <sub>2</sub> Frison x S	34	989	326	32.9
Hayman (1972)	Australia	0 = sin becerro, Semiestabulación	Jersey (J)	212	1944	1187	61.0
			F <sub>1</sub> Sahiwal x J	81	758	1034	136.0
			F <sub>2</sub> Sahiwal x J	47	895	1028	115.0
Nair (1973)	India	0 = sin becerro, Past. + Conc. + Semiestabulación	Cebú (C)	155	723	804	111.0
			Pardo Suizo (PS)	98	2660	957	36.0
			F <sub>1</sub> PS x C	156	2188	697	31.9
Schaar et al. (1981)	Etiopía	0 = sin becerro, Past. + Conc. (1a. lactancia)	Arussi (A)	202	224	291	129.9
			F <sub>1</sub> Friesian x A	46	1736	551	31.7
Fernández-Baca et al. (1984)	México	0 = sin becerro, Past + S. Lim. (1a. lactancia)	F <sub>1</sub> C x Holstein (H)	29	1377	781	56.7
Cardozo et al. (1983)	Venezuela	0 = sin becerro, Estabulación	75-100% H	918	3409	1286	37.7
			75-100% PS	2084	3148	1414	44.9
Capriles et al. (1984)	Venezuela	0 = con becerro (1x), Past + S. Lim.	F <sub>1</sub> Europeo x Cebú x Criollo	53	1234	622	50.4
Wilkins et al. (1979)	Bolivia	0 = con becerro (1x), Past + Conc.	Pardo Suizo (PS)	11	916	613	66.9
			Mestizos PS no definidos	24	1558	671	43.0
			87.5% PS	32	1661	778	46.8
			50 y 75% PS	80	1775	602	33.9
Breinholt (1983)	Bolivia	0 = con becerro (1x), Past + S. Lim.	Europeo (E)	64	804	419	52.1
			50% E	76	713	283	39.7
			Criollo (Cr)	94	690	250	36.3
			Cebú x Cr	99	669	250	37.4

a. Producción de leche por lactancia, incluyendo lactancias cortas.

b. O = ordeño; Past. = Pastoreo; Conc. = suplementación con concentrados; S. Lim. = suplementación limitada, con melaza u otro producto; (1x) = un ordeño por día; D.T. = desviación típica.

duos. No hay evidencia de que el índice de herencia difiera de los valores de 0.20 a 0.25 usualmente encontrados en los climas templados; sin embargo, pocas veces se ha estimado confiablemente ese índice en las poblaciones mestizas y en los sistemas de ordeño con amamantamiento. Por otro lado, la experiencia indica que la repetibilidad de la producción de leche entre una lactancia y otra es, a veces, muy baja (Lobo et al., 1979b; Valle, 1981). Por tanto, es más aconsejable, probablemente, agrupar los animales experimentales de acuerdo con su rendimiento en la lactancia en curso que por su producción en la anterior; técnicas de covarianza pueden usarse luego para minimizar los efectos de las diferencias presentes entre individuos respecto a su producción inicial. Sin embargo, en estudios que duren más de un período de lactancia de las vacas no se puede asumir que la variación hallada en los períodos posteriores de lactancia sería minimizada por estos procedimientos.

### **Causas no genéticas**

**Año y época del año.** Estos dos factores suelen ser fuentes importantes de variación en la producción de leche, aunque su magnitud varía de acuerdo con la zona. Por tanto, en los centros experimentales podría resultar conveniente restringir la época de servicio de las vacas a dos o tres meses en el año con el propósito de reducir la variación debida a esta causa. Un beneficio adicional de esta práctica sería la generación de grupos de animales contemporáneos para experimentos posteriores.

**Edad de la vaca.** La relación curvilínea entre la producción de leche y la edad de la vaca observada en las zonas templadas no se produce, necesariamente, bajo condiciones tropicales. Algunos autores han observado efectos de muy poca importancia (Bodisco et al., 1968; Schneeberger et al., 1982; Abreu et al., 1983) o diferencias entre grupos raciales (Bodisco et al., 1968; Meini, 1973). Esas diferencias deben atribuirse, en parte, a la edad de la vaca al primer parto y a la velocidad con que alcanza la madurez fisiológica, y en parte también a diferentes intensidades de selección. Mientras no se tenga información precisa sobre la población que ha generado los animales experimentales, parecería aconsejable balancear los grupos respecto a la proporción de novillas y vacas de dos o más partos, además de considerar su producción en la lactancia en curso.

**Estado de lactancia.** Debido a la relación curvilínea entre la producción de leche por día y el número de días después de la parición, se ha recomendado emplear, en experimentos de nutrición, vacas que hayan remontado ya la cresta de la curva de producción y se encuentren en el segmento más estable de la curva (Lucas, 1960). Sin embargo, varios estudios han revelado un descenso lineal en la producción lechera después del parto, tanto para las vacas criollas (Contreras y Rincón, 1979) como para las europeas y mestizas (Reaves, 1976; Madalena et al., 1979) bajo condiciones del trópico. Este

aspecto de la metodología experimental requiere investigación pues encierra ventajas obvias cuando se desea incorporar las vacas en los experimentos durante el primer mes después del parto en vez de hacerlo así en el tercero o cuarto mes.

**Estado de gestación.** La producción de leche en climas templados comienza a experimentar los efectos negativos de la preñez desde el quinto mes de gestación (Gaines y Davidson, 1926). Las diferencias entre individuos en los días de preñez contribuirán a la variación que presenten esas vacas en su producción de leche, y deberían tenerse en cuenta en la formación de los grupos experimentales. La práctica de limitar los servicios de las hembras a una época determinada del año ayudaría a disminuir la variación debida a esta causa.

**Sistema de ordeño.** Las vacas mestizas (europea x cebú o europea x criolla) en sistemas de ordeño con amamantamiento tienden a producir mayores cantidades de leche que las vacas en ordeño sin becerro (Ugarte y Preston, 1972; Alvarez et al., 1980). Por su parte, vacas que hayan sido ordeñadas amamantando su becerro, en lactancias anteriores, y luego sean ordeñadas sin becerro, tienden a disminuir la producción de leche (Nair, 1973). De modo semejante, la producción de leche de las vacas cuyos becerros mueren tiende a decrecer en los sistemas de ordeño con becerro (Moulick et al., 1972; Ngere et al., 1973).

Elevadas tasas de descarte —hasta de un 70%— han sido registradas en vacas mestizas debido a las lactancias cortas en el ordeño sin becerro (Hayman, 1972; Alvarez et al., 1980). Es de interés señalar que este resultado no es, necesariamente, el caso general. En un estudio reciente de México, solamente el 10% de la novillas  $F_1$  del cruce Holstein x cebú se secó antes de los 100 días *post partum*, resultado que se atribuyó al manejo muy cuidadoso que recibieron antes y después del parto (Fernández-Baca et al., 1984).

Otro ejemplo aparece en el estudio de Nair (1973) donde hay datos de todas las vacas que parieron y donde se logró un nivel, en promedio, de 2188 kg de leche por lactancia en vacas del cruce Pardo Suizo x cebú ( $F_1$ ); este resultado indica que la proporción de lactancias cortas no puede haber sido elevada. Lamentablemente, los resultados de muchos otros estudios de este tipo no son fácilmente interpretables porque no indican si las lactancias cortas fueron excluidas o qué proporción representan del total de lactancias.

En conjunto, la evidencia parece indicar que los animales  $F_1$  pueden usarse exitosamente en los sistemas de ordeño sin becerro si reciben un manejo adecuado desde una edad temprana. Es recomendable uniformar el sistema de ordeño en todos los grupos experimentales y evitar cambios en el sistema —en especial, de ordeño 'con becerro' a ordeño 'sin becerro'— de una lactancia a otra.

**Frecuencia de medición.** En las condiciones del trópico, los errores en la predicción del rendimiento total de leche por lactancia —basada aquélla en pesajes semanales o a intervalos de dos, cuatro e incluso ocho semanas— no han excedido generalmente el 1.5% del promedio real (Jordão et al., 1947; Jardim et al., 1956; Bodisco y Carnevali, 1970; Lindstrom, 1976; Martínez et al., 1979) aunque, en ocasiones, los datos utilizados fueron seleccionados excluyendo las lactancias cortas. Sin embargo, debido a la elevada desviación típica, pueden obtenerse errores considerables en casos individuales tal como ilustró claramente Lindstrom (1976) en un estudio de datos de vacas europeas y cebúes en Kenia. Aun con un error medio de 1.4% del promedio real (2767 kg/lactancia) los pesajes semanales arrojaron errores de -201 a +279 kg de leche en casos individuales, y mayores aún cuando se hicieron pesajes bimensuales o mensuales. Errores de esta magnitud significan que una diferencia equivalente al 17% del promedio podría estar en juego en la comparación de dos vacas, una situación debida solamente a la inexactitud del procedimiento empleado para la medición del rendimiento. Partiendo de esta evidencia, parecería que pesajes diarios o con intervalos de algunos días fuesen recomendables para la evaluación de pastos en las condiciones del trópico.

## **Producción en el sistema de ordeño con amamantamiento**

Los sistemas de ordeño con amamantamiento predominan en el trópico bajo de América Latina, hecho que constituye un argumento poderoso en favor del empleo de este sistema en la evaluación de las pasturas en una zona o región.

Las ventajas del sistema de ordeño con becerro, resumidas por Alvarez et al. (1980), son: un aumento en el rendimiento total de leche, menor incidencia de mastitis, y menor mortalidad de becerros. La desventaja que usualmente se ha observado en este sistema es un relativo aumento en el intervalo entre parto y concepción. Sin embargo, el manejo de la unidad [vaca + becerro] y el análisis de los resultados concomitantes son más complejos que los de la sola unidad [vaca]; además, las fuentes de variación del crecimiento entre becerros también deben tenerse en cuenta.

La producción de la unidad [vaca + becerro] en estos sistemas puede definirse como el rendimiento de leche y sólidos en ordeño más el peso del becerro al destete o en la fecha final del estudio. La ganancia de peso del becerro variaría según los siguientes factores: el grupo racial de la madre y la edad de ésta, el grupo racial del padre, el año y la época de nacimiento, el sexo del becerro, y su peso al nacimiento. Parte de esta variación quedaría minimizada por las prácticas, ya señaladas, de balancear los grupos de acuerdo con la proporción de las novillas y vacas, y de limitar la época de servicio de las hembras. Esta última es de especial importancia porque, además del efecto

directo de la época de nacimiento sobre la ganancia de peso, la velocidad de crecimiento de los becerros varía con la edad y, en consecuencia, no es conveniente comparar tratamientos en los cuales las edades de aquéllos sean muy diferentes. El efecto del genotipo del padre debería minimizarse empleando reproductores de calidad genética similar para servir a las madres. Si se toman las medidas prácticas necesarias para uniformar la edad de las madres, la raza y la calidad genética de los padres, la época de nacimiento y, por ende, la edad del becerro, al finalizar el estudio sería necesario, únicamente, corregir los pesos de los becerros según el sexo y el peso al nacimiento. Cuando las vacas entren al experimento después del parto, sería recomendable no incluir aquéllas cuyos becerros tengan pesos extremos al nacimiento ( $\bar{x} \pm 2 \sigma$ ).

Para comparar la producción total de diferentes tratamientos experimentales sería útil, probablemente, expresar el rendimiento de la unidad [vaca + becerro] en forma agregada, en vez de hacerlo como  $x$  kg de leche más  $y$  kg de peso vivo del becerro. Una opción posible, de fácil aplicación, es expresar la producción total en términos de proteína sumando la derivada de la producción de leche a la derivada del peso vivo del becerro (Vaccaro et al., 1984).

Un problema práctico que suele presentarse en este sistema es la muerte del becerro. Si ésta ocurre, la unidad [vaca + becerro] debe ser sustituida por otra equivalente sólo si el investigador está seguro de que el estado nutricional del becerro no ha contribuido en forma directa o indirecta a su muerte. En caso de duda, es preferible dejar sólo la vaca en el experimento asignándole 0 kg para el peso del becerro producido, sin olvidar que el rendimiento de leche pudo experimentar un efecto negativo. Por tanto, un doble efecto perjudicial resulta de cualquier insuficiencia nutricional del pasto en los sistemas de este tipo.

## **Contenido de sólidos lácteos: medición y fuentes de variación**

El contenido de sólidos lácteos es menos variable que el volumen de leche producida pues los coeficientes de variación respectivos son inferiores al 10% (Duarte et al., 1979; Lobo et al., 1979a; Guerra y Menéndez, 1983). Las fuentes de variación en los sólidos son, en general, las mismas que afectan el volumen de leche obtenido. En consecuencia, los mismos procedimientos utilizados para minimizar la variación entre individuos respecto a la cantidad de leche tenderían a minimizar también la variación en calidad. Usualmente, el porcentaje de grasa es aquel aspecto de la calidad de la leche que resulta más fácil de medir y sirve por ello como indicación adecuada del contenido total de sólidos. No se dispone de información precisa al respecto, pero es probable

que las muestras bimensuales sean suficientes para caracterizar la calidad de la leche producida en la lactancia.

Es importante que se tome la muestra, proporcionalmente, de toda la leche obtenida en el ordeño de la mañana, y que se combine con otra muestra tomada de toda la leche recogida en el ordeño de la tarde, cuando hay dos ordeños; así se obvia la variación en el porcentaje de sólidos que ocurre durante el ordeño y entre ordeños, según sea el intervalo de tiempo entre éstos. Vacas que amamantan sus becerros al final del ordeño producen porcentajes menores de sólidos en la leche ordeñada pues la porción más rica en sólidos se queda en la leche residual y la consume el becerro (Alvarez et al., 1980). En consecuencia, los resultados obtenidos con distintos sistemas de ordeño no son comparables.

### **Eficiencia reproductiva: medición y fuentes de variación**

Cuando se considere la eficiencia reproductiva de las vacas en la evaluación de las pasturas experimentales, será necesario tener en mente que la variación entre individuos, en cuanto a sus características reproductivas, es elevada y obedece principalmente a factores ambientales.

Estando libres las vacas de anomalías fisiológicas y de infecciones, se espera que las variaciones en la calidad y la cantidad de la pastura se manifiesten, principalmente, como variación en los intervalos entre el parto y el primer celo, y entre el parto y la concepción. Para que estas diferencias puedan cuantificarse con precisión, lo ideal es mantener las vacas junto con toros de reconocida fertilidad. Los toros deben cambiarse o rotarse con frecuencia para evitar que la respuesta de las vacas se confunda con la fertilidad de uno —o de pocos— machos. El uso de toros *retajos* para detectar las vacas en celo que luego serán servidas por un mismo toro durante períodos relativamente cortos (4 a 6 semanas) contribuirá a reducir las posibles causas de error debidas a las diferencias entre los toros.

Si no es factible usar toros para la detección del celo, sería necesario prestar atención muy especial a este aspecto. Errores humanos en la detección de celos han sido señalados, lamentablemente, como la causa más frecuente de la baja fertilidad de las vacas en las condiciones del trópico (Zemjanis, 1965; Bane y Hultnas, 1974). Es recomendable, por ello, que el control del celo se realice tres veces por día durante una media hora en cada oportunidad. Si se usa la inseminación artificial, los toros y los inseminadores deben ser iguales para las vacas asignadas a las distintas pasturas experimentales.

## Diseños y número de animales que pueden usarse

La media ponderada de los datos presentados en el Cuadro 1 para vacas  $F_1$  de los cruces europeo x cebú o europeo x criollo, en pastoreo, indica que una varianza ( $\sigma^2$ ) de aproximadamente 382,000 (kg)<sup>2</sup> de leche por lactancia sería de esperar si no hay selección previa. Esta cifra equivale a aproximadamente 2.25 (kg)<sup>2</sup> como varianza de la producción diaria. Si se empleara el diseño completamente aleatorizado, sería necesario contar con 40 a 50 vacas por tratamiento para detectar diferencias de un kg/día de leche cuando se prueban de 3 a 6 pasturas distintas como tratamientos: evidentemente, es necesario recurrir a diseños como el de bloques o el de sobrecambio ('change-over' o permutable). Excelentes discusiones de las ventajas y desventajas de los diferentes diseños que pueden ser útiles en estos ensayos han sido publicadas por Lucas (1960), Gill (1981) y, más recientemente en español, por Morton y Wyllie (1983). Por otra parte, una reducción de las diferencias entre individuos puede lograrse seleccionando los animales experimentales, por ejemplo, según la edad y el nivel de producción, como se ha señalado antes. Cabe anotar, sin embargo, que esta selección solamente puede hacerse cuando se disponga de un número grande de animales para los experimentos. En cualquier caso, las conclusiones que se extraigan se aplicarán únicamente a poblaciones que posean las mismas características de la muestra utilizada.

## Conclusión

El uso de vacas lecheras y de doble propósito para la evaluación de los pastos tropicales es muy deseable. Sin embargo, se presenta mayor variación entre individuos con respecto a la producción de leche en el trópico que en los climas templados; además, las fuentes de variación y los procedimientos de medición son diferentes para unos y otros. Tales diferencias deberían considerarse en el diseño de las investigaciones que se realicen.

## Referencias

- Abreu, O.; Labbé, S. y Kennedy, B.W. 1983. Factores de ajuste de la producción por edad en vacas criollas limoneras. 11a. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Santiago, Chile. p. GM-40. (Resumen.)
- Alvarez, F.; Saucedo, G.; Arriaga, A. y Preston, T.R. 1980. Efecto sobre la producción de leche y el comportamiento de los becerros al ordeñar las vacas cebú/europeo con y sin apoyo del becerro y amamantamiento restringido. *Producción Animal Tropical* 5:27-39.

- Bane, A. y Hultnas, C.A. 1974. La inseminación artificial del ganado vacuno en los países en desarrollo. *Revista Mundial de Zootecnia* 9:6-11.
- Bodisco, V. y Carnevali, A. 1970. Estimación de rendimientos de vacas lecheras con base en controles periódicos de producción. *Agronomía Tropical* 20:463-469.
- ; ———; Cevallos, E. y Gómez, J.R. 1968. Cuatro lactancias consecutivas en vacas criollas y Pardo Suizas en Maracay, Venezuela. Memoria. Asociación Latinoamericana de Producción Animal 1968. p. 61-74.
- Breinholt, K.A. 1982. Annual milk yields and reproductive performance on small scale dairy ranches in tropical Bolivia. *Tropical Animal Prod.* 7:267-274.
- Capriles, M.; Paredes, L.; Vaccaro, L.; Paz, M.; Muñoz, M. y Rivero, A. 1984. Producción de leche y respuesta de becerros a los 6 meses en el rebaño de doble propósito de San Nicolás. En: Informe Anual 1983. Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay. (En impresión.)
- Cardozo, R.; Vaccaro, L.; Vaccaro, R.; Muñoz, A. y Moreno, E. 1983. Evaluación biológica y económica de un sistema intensivo de producción de leche en los Llanos Occidentales. Informe técnico no. 2. Vice-Rectorado de Producción Agrícola, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales, Guanare, Venezuela. 50 p.
- Contreras, R. y Rincón, E. 1979. Curvas de lactancia de vacas criollas limoneras en el trópico húmedo. Memoria. Asociación Latinoamericana de Producción Animal 14:140-141. (Resumen.)
- Cubillos, G. 1982. Sistemas de producción de leche en las zonas tropicales. En: Vaccaro, L. (ed.) *Sistemas de producción con bovinos en el trópico americano*. Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay. p. 59-74.
- De La Torre, M.; Pezo, D. y Echevarría, M. 1978. Producción de leche basada en pastoreo en la Amazonia peruana. Memoria. Asociación Latinoamericana de Producción Animal 13:156. (Resumen.)
- Duarte, F.M.; Lobo, R.B.; Ramos, A.A. y Bezerra, L.A.F. 1979. Estudo da porcentagem de gordura de vacas Gir leiteira. I. Efectos não genéticos. Memoria. Asociación Latinoamericana de Protección Animal 14:144. (Resumen.)
- Fernández, A.; Macleod, N.A. y Preston, T.R. 1977. Coeficiente de producción de un hato de doble propósito para la producción de leche y becerros destetados. *Producción Animal Tropical* 2:45-49.
- Fernández-Baca, S.; De Lucía, G.R. y Jara, L.C. 1984. Una experiencia de producción de leche y carne en pastoreo en el trópico húmedo de México. *Revista Mundial de Zootecnia*. (En impresión.)
- Gaines, W.L. y Davidson, F.A. 1926. Rate of milk secretion as affected by advance in lactation and gestation. *Illinois Agric. Exp. St. Bulletin* no. 272. 63 p.

- Gill, J.L. 1981. Evolution of statistical design and analysis of experiments. *J. Dairy Sci.* 64:1494-1519.
- Guerra, D. y Menéndez, A. 1983. Causas de variación de la producción de leche y grasa en vacas Holstein. 11a. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Santiago, Chile. p. GM-29. (Resumen.)
- Hayman, R.H. 1972. *Bos indicus* and *Bos taurus* crossbred dairy cattle in Australia I. Crossbreeding with selection among filial generations. *Aust. J. Agric. Res.* 23:519-532.
- Jardim, W.R.; Peixoto, A.M.; Silveira Filho, S. y Gomes, F.P. 1956. Estudo sobre a precisão de alguns métodos práticos de controle leiteiro. *R. Agric. Piracicaba.* 31:33-44.
- Jordão, L.P.; Assis, F.P.; Medina, P. y Guaragna, R.N. 1947. Estudo sobre a periodicidade do controle quantitativo da produção leiteira. *B. Ind. Anim.* 9:62-71.
- Lindstrom, U.B. 1976. El registro lechero en los países en desarrollo. *Rev. Mundial de Zootecnia* 19:38-46.
- Lobo, R.; Duarte, F.M. y Wilcox, C.J. 1979a. Informações sobre alguns aspectos reprodutivos e produtivos na raça Pitanguieras. Memoria. Asociación Latinoamericana de Producción Animal 14:140. (Resumen.)
- ; Seki, K.; Masotti, N.; Ghion, E. y Nali, L. 1979b. Aspectos reprodutivos e produtivos de um rebanho leiteiro no município de Pirassununga, São Paulo, Brasil. Memoria. Asociación Latinoamericana de Producción Animal 14:147. (Resumen.)
- Lucas, H.L. 1960. Critical features of good dairy feeding experiments. *J. Dairy Sci.* 43:193-212.
- Madalena, F.E.; Martínez, M.L. y Freitas, A.F. 1979. Lactation curves of Holstein Friesian and Holstein Friesian x Gir cows. *Animal Prod.* 29:101-107.
- Martínez, R.O. y Jerez, I. 1979. Producción de leche de vacas Holstein y Holstein x Cebú pastando pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent) sin suplementación de concentrados. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola.* 13:11-18.
- Martínez, M.L.; Madalena, F.E. y de Freitas, A.P. 1979. Frecuencia dos registros na seleção para produção de leite. *Pesq. Agropec. Bras.* 14:243-250.
- Meini, G. 1973. Ajuste para edad y peso en producción de leche en ganado Criollo Centroamericano. IICA, Turrialba, Costa Rica. Tesis. 33 p.
- Morton, J.R. y Wyllie, D. 1983. El diseño e interpretación de los experimentos sobre alimentación de animales en los trópicos. *Producción Animal Tropical* 8:306-326.
- Moulick, S.K.; McDowell, R.E.; Van Vleck, L.D. y Guha, H. 1972. Potential of Deshi cattle of India for dairy production. *J. Dairy Sci.* 55:1148-1155.

- Nair, R.N.R. 1973. Evolutionary crossbreeding as a basis for cattle development in Kerala State, India. University of Zurich, Suiza. Tesis.
- Ngere, L.O.; McDowell, R.E.; Bhattacharya, S. y Guha, S. 1973. Factors influencing milk yield of Harianna cattle. *J. Anim. Sci.* 36:457-465.
- Reaves, C.W. 1976. Management factors that pay based on a five-year study of El Salvadorean dairy herd records. Central American Short Course on Beef and Dairy Cattle, San Salvador, 1976. 22 p. (Mimeografiado.)
- Schaar, J.; Brannang, E. y Meskel, L.B. 1981. Breeding activities of the Ethio-Swedish integrated rural development project. II. Milk production of zebu and cross-bred cattle. *World Animal Review* 37:31-36.
- Schneeberger, C.P.; Wellington, K.E. y McDowell, R.E. 1982. Performance of Jamaica Hope cattle in commercial dairy herds in Jamaica. *J. Dairy Sci.* 65:1364-1371.
- Seebeck, R.M.; Springell, P.H. y O'Kelly, J.C. 1971. Alterations in host metabolism by the specific and anorectic effects of the cattle tick (*Boophilus microplus*). I. Food intake and body weight growth. *Aust. J. Biol. Sci.* 24:373-380.
- Seré, C. y Vaccaro, L. 1984. Milk production from dual-purpose systems in tropical Latin America. Proceedings. International Conference on Milk Production in Developing Countries. Edinburgh University, Escocia. (En impresión.)
- Steel, J.W. y Symons, L.E.A. 1979. Current ideas on the mechanisms by which gastro-intestinal helminths influence the rate of wool growth. En: Black, J.L. y Reis, P.J. (eds). *Physiological and environmental limitations to wool growth*. Univ. of New England Publishing Unit, Armidale, Australia. p. 311-320.
- Ugarte, J. y Preston, T.R. 1972. Amamantamiento restringido. I. Efecto de amamantamiento una o dos veces al día sobre la producción de leche y el desarrollo de los terneros. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola* 6:185-194.
- Vaccaro, L. 1984. El comportamiento de la raza Holstein Friesian comparada con la pardo suiza en cruzamiento con razas nativas en el trópico: una revisión de literatura. *Producción Animal Tropical* (En impresión.)
- ; Vaccaro, R. y Capriles, M. 1984. Control de producción en rebaños lecheros de doble propósito. II. La evaluación de vacas de doble propósito. En: Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Informe Anual, 1983. Maracay, Venezuela. (En impresión.)
- Valle, A. 1981. Heredabilidad de características productivas y reproductivas en vacas tipo Carora. 8a. Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Santo Domingo, República Dominicana. p. G-26. (Resumen.)
- Vercoe, J.E. y Frisch, J.E. 1982. Animal breeding for improved productivity. En: Hacker, J.B. (ed.). *Nutritional limits to animal production from pastures*. Common. Agric. Bur., Inglaterra. p. 327-342.

- Warwick, E.J. 1955. The place of crossbreeding and inbreeding. En: Rhoad, A.G. (ed.). *Breeding beef cattle for unfavorable climates*. Univ. Texas Press, Austin, E.U. p. 133-149.
- Wijeratne, W.V.S. 1970. Crossbreeding Sinhala cattle with Jersey and Friesian in Ceylon. *Anim. Prod.* 12:473-483.
- Wilkins, J.V.; Pereyra, G.; Ali, A. y Ayola, S. 1979. La producción de leche en los llanos tropicales de Bolivia. *Rev. Mundial de Zootecnia* 32:25-31.
- Zemjanis, R. 1965. Report on cattle fertility survey and related activities: Jamaica. A.I.D., Kingston, Jamaica. 22 p.