

## CAPÍTULO V

### SELECCIÓN DE REEMPLAZOS EN GANADO DE DOBLE PROPÓSITO

- I SISTEMAS DE APAREAMIENTO
- II SELECCIÓN DE TOROS
- III MEJORA GENÉTICA A TRAVÉS DE NÚCLEOS EILITE
- IV SELECCIÓN DE HEMBRAS DE REEMPLAZO
- V CONCLUSIONES
- VI LITERATURA CITADA

Rodolfo Vaccaro  
Lucia Vaccaro  
Omar Verde

En este capítulo se hará una escueta revisión sobre la metodología desarrollada para la evaluación y selección de reproductores de ambos sexos para sistemas de doble propósito tropicales. Se hará referencia a las "Normas de Evaluación Genética de Bovinos de Leche y Doble Propósito en el Trópico Latinoamericano" (ALPA, 1988) en cuya elaboración participaron los autores de la presente sección. También se presentarán los resultados de un estudio comparativo de la mejora genética lograda a través de núcleos élite y transferencia de embriones vs selección en rebaños progresistas.

## I. SISTEMAS DE APAREAMIENTO

De acuerdo con la información disponible, se asumirá que el animal de interés es el cruzado *Bos taurus* x *Bos indicus* por su mayor productividad bajo el sistema de explotación de doble propósito en el trópico (Wilkins *et al.*, 1979; Madalena, 1989; Holmann *et al.*, 1990; Jarvis, 1990). Esto conlleva a la utilización de un sistema de apareamientos que permita mantener un nivel de herencia *B. taurus* cercano al 50% en el hato. Igualmente, es requisito indispensable que el sistema utilizado resulte en el mayor porcentaje de preñeces en el rebaño con el fin de maximizar la producción de leche y carne o animales de reemplazo. Finalmente, el sistema de apareamientos utilizado debe producir un avance genético sostenido a lo largo de las generaciones. Considerando estos tres aspectos, Vaccaro (1988a) discutió las ventajas y desventajas de los sistemas de apareamiento que utilizan toros cruzados *B. taurus* x *B. indicus* vs cruzamiento rotacional, alternando toros *B. taurus* y *B. indicus* en cada generación. La conclusión derivada fue que el uso del toro cruzado presenta como ventajas permitir la monta natural, menor costo/toro, menores problemas de fertilidad, comparado con el europeo puro necesario en el cruzamiento rotacional. Además, sólo se necesita un grupo de empadre y evita la variabilidad entre generaciones en el nivel de producción de leche que resulta del uso alternativo de toros europeos y cebuinos.

La generación del toro cruzado *B. taurus* x *B. indicus* puede hacerse utilizando toros o semen *B. taurus* en vacas cebuinas o apareando animales F<sub>1</sub>. La primera alternativa viable en países con amplia disponibilidad de bovinos cebuinos como Venezuela, ofrece la ventaja de permitir utilizar, vía inseminación artificial (IA), el alto avance genético alcanzado en poblaciones foráneas con planes de selección efectivos. La autosuficiencia que confiere la segunda alternativa deja en manos del criador el trabajo de evaluación y

selección que de ningún modo podrá superar en eficiencia al efectuado por las organizaciones de los países desarrollados dedicados a la evaluación y selección de toros lecheros. Con la primera alternativa, el trabajo a nivel del criador se limita a identificar a través de registros de producción a sus vacas acebuadas élites con el fin de utilizarlas como madres de toros. Con respecto a la calidad genética del toro *B. taurus* a usar como padre del toro cruzado para hatos de doble propósito, no existe información concluyente. En la India, Moulick (1978) encontró una correlación positiva entre la prueba de los toros en su país de origen y la producción de leche de sus hijas cruzadas con cebú. Resultados similares pero con hijas puras y en sistemas intensivos han sido reportados para América Latina por McDowell *et al.*, 1976; Powell y Dickinson, 1977; Menéndez y Guerra, 1981; Abukakar, 1985; Stanton y Blake, 1988. La posible mayor susceptibilidad al ambiente tropical de las hijas de toros con alta prueba para leche no ha sido demostrada aunque Abukakar (1985) en México y Colombia encontró una ligera ventaja reproductiva y de longevidad de las hijas puras de toros de baja prueba sobre las hijas puras de toros de alta prueba. En el caso del toro cruzado, la madre cebú contribuirá con genes de adaptabilidad y resistencia, siendo por tal, difícil de justificar en aras de mayor adaptabilidad, el uso como padres, de toros de escaso valor genético lechero.

De las razas *B. taurus* a utilizar, en el país se tendría que decidir entre la Holstein Friesian y la Pardo Suiza, dada su disponibilidad. Sin embargo, la evidencia existente indica una ventaja de los cruces Holstein-cebú sobre los Pardo Suizo-cebú (Vaccaro, 1984), traducida en menores tasas de mortalidad y descarte, mayores tasas de crecimiento y mayores niveles de producción de leche-lactancia. Además, la disponibilidad de toros y semen de alto valor genético en el mercado es significativamente mayor para la raza Holstein Friesian y sus costos menores, en comparación con otras razas lecheras.

## II. SELECCION DE TOROS

Reconociendo el impacto que tiene la calidad genética del toro sobre el potencial genético del rebaño, se recomienda la mayor atención posible en su selección. En ganado de doble propósito, la información fenotípica del toro relativa a condición física, fertilidad y habilidad para ganar peso deben recibir atención. Pero para la mayoría de las características con valor econó-

mico, la selección del semental debe hacerse en base a información de sus parientes hembras. En vista de las dificultades para efectuar la prueba de progenie en los países tropicales del área, las cuales serán expuestas más adelante, se considera necesario preseleccionar a los toretes en base al comportamiento de sus madres y al valor genético del padre. No debe ser problemática la selección de las vacas élite a usar como madres de los futuros sementales, utilizando los criterios que serán expuestos más adelante.

Una vez que se determine la forma óptima de seleccionar a los padres de los toros a usar en los rebaños de doble propósito, será posible producir un impacto significativo en una población numerosa de ganado de doble propósito.

Los procedimientos de evaluación y selección de toros en base a sus propios registros, en base a su "pedigree" y parientes colaterales, y en base a información de la progenie fueron descritos en ALPA (1988).

A pesar de ser la prueba de progenie el procedimiento más preciso de evaluar el valor genético para características limitadas por el sexo y de baja heredabilidad, dentro de las cuales se incluyen las relacionadas con la producción de leche, ALPA (1988) puntualiza las dificultades existentes en el trópico para su realización en ganado de ordeño. No se cuenta con una "población efectiva" suficiente de vacas: vacas y sus padres identificados, con registros de producción confiables. El uso de la IA es muy limitado, lo cual impide evaluar a las hijas de los toros en un elevado número de ambientes (hatos) diferentes. Del mismo modo esto restringiría el uso en la población de los toros probados superiores. La baja eficiencia reproductiva y sobrevivencia limitarían los beneficios del uso de toros probados y limitarían también el número de toros posibles de probar por año y la intensidad de selección aplicable sobre ellos luego de probados. El tiempo requerido para obtener los resultados de la prueba sería mayor a los 7-8 años que normalmente se requiere en países desarrollados. A esto contribuye el lento crecimiento de los animales en el trópico como lo corrobora la edad promedio al primer parto de los animales en el Registro Oficial de Productividad Lechera (ROPL) que reporta la edad promedio de los animales al primer parto de 45.9 meses (Hahn, 1988). Esto aumentaría los altos costos iniciales debido en parte al incremento en el número de toros en espera. Es muy probable que el costo de una dosis de semen resultase inaccesible a la mayoría de los criadores. El documento ALPA (1988) concluye que no es realista ni necesariamente deseable exigir que los toros lecheros y de doble propósito sean evaluados mediante la prueba de progenie.

En estudios sobre estimación del avance genético de algunas alternativas de selección de toros en el trópico, Vaccaro (1988b, 1990) encontró que la transferencia de embriones y la prueba de progenie producían los mayores avances genéticos en rebaños de doble propósito. Además de la falta de registros, la dificultad técnica y altos costos constituían los factores limitantes de la alternativa con transferencia de embriones y los altos costos, el alargamiento excesivo del intervalo de generación y su dependencia de la IA limitaban la alternativa de selección con prueba de progenie. La selección por "pedigree" de toros de herencia intermedia *B. taurus* y su uso por cortos períodos de tiempo se presentó como una opción técnica y económicamente viable.

ALPA (1988) incluye normas de selección de toros de distintas categorías, de las cuales se incluyen a continuación las pertinentes al sistema de doble propósito.

- 2.1. Toros extranjeros, productores de semen a importarse
  - 2.1.1 El semen debe proceder de toros con pruebas de progenie superiores para producción de leche y confiabilidad = 75%. Se recomienda dar preferencia a toros positivos para el porcentaje de sólidos lácteos (grasa, proteína o sólidos no grasos). En el caso de razas de doble propósito, es conveniente que los toros sean positivos también para crecimiento postdestete, evaluados mediante prueba de comportamiento o de progenie.
  - 2.1.2 En casos excepcionales (ej.: toros cruzados), se puede aceptarse en de toros con altos VGE para leche, evaluados en base a los VGE de sus padres y madres.
- 2.2 Toros nacionales a usar en monta natural en sistemas de doble propósito
  - 2.2.1 Deben ser revisados y aprobados con respecto a apariencia física (razas puras), libres de defectos hereditarios obvios, y de adecuada fertilidad.
  - 2.2.2 Deben ser hijos de toros probados como superiores para producción de leche y porcentaje de sólidos lácteos, con una confiabilidad = 95%.
  - 2.2.3 Las madres deben ser seleccionadas como superiores de acuerdo a las normas indicadas en la sección de evaluación de vacas en sistemas de doble propósito con amamantamiento y preferiblemente dentro del 2% superior de su rebaño. En caso de no ser ordeñadas,

se deben aplicar los mismos criterios, sustituyendo producción de leche por peso de sus crías al destete.

- 2.2.4 En caso de ser hijo de un reproductor de raza de doble propósito que disponga de toros evaluados por crecimiento posdestete, es recomendable que el padre sea de VGE positivo para esta característica.
- 2.2.5 Es altamente recomendable que el toro mismo sea de VGE superior para crecimiento posdestete.

De no contar con la información anteriormente señalada, el toro por lo menos debe ser de VGE superior para producción de leche estimado por el lado paterno o por el lado materno. Así por ejemplo:

- Hijos de toros *B. taurus* probados positivos para producción leche, y de vacas cebuinas sin datos de producción.
- Hijos de padres no probados y vacas superiores en base a los criterios recomendados para sistemas de doble propósito.

### III. MEJORA GENETICA A TRAVES DE NUCLEOS ELITE

Una nueva metodología aplicable al mejoramiento genético de especies domésticas en general se ha derivado de las nuevas tecnologías reproductivas, y en especial de la utilización de la multiovulación y transferencia de embriones (MOET). Nicholas y Smith (1983) mostraron que el uso de núcleos de animales selectos conjuntamente con MOET y la inseminación artificial (IA) ofrecían posibilidades de avance genético mayores que los sistemas tradicionales, especialmente en países en desarrollo. La Organización Mundial para la Alimentación (FAO) haciéndose eco del interés despertado por estas posibilidades ha organizado eventos internacionales con el fin de analizar su posible implementación en países del tercer mundo para la mejora genética de bovinos, búfalos y ovinos (Jasiorowski, 1990).

Los factores que impiden la implementación de programas eficientes de mejoramiento genético de rumiantes en países en desarrollo incluyen los patrones tradicionales de manejo sin la infraestructura necesaria para efectuar controles y llevar registros individuales de producción y reproducción que a la vez que ayuden en la toma de decisiones de manejo permitan la identificación de los individuos de superior comportamiento o productividad

a ser usados como reproductores. Además de los factores señalados como obstáculos para la evaluación de toros por prueba de progenie, problemas derivados de falta de planificación y ausencia de continuidad en las políticas de desarrollo en estos países han contribuido al estancamiento en los niveles productivos de los rumiantes.

### 3.1 El núcleo élite

Los problemas anteriormente señalados podrían obviarse mediante el establecimiento de un grupo de animales superiores para las características de interés en núcleos élite (Hodges, 1990). Estos animales proceden de la población objetivo a ser mejorada, y son seleccionados sobre la base de un programa temporal y simplificado de controles de producción en hatos representativos del sistema de producción predominante. Estas hembras sobresalientes son adquiridas por el núcleo y reunidas en un solo rebaño, bajo las mismas condiciones de manejo, alimentación y controles sanitarios. Las características de interés son evaluadas y registradas rutinariamente, existiendo la posibilidad de incluir algunas que por lo laboriosas no se controlan a nivel de explotación comercial. En el núcleo se cuentan con facilidades para efectuar IA y transferencia de embriones. Las vacas detectadas de superior productividad en base a una segunda evaluación efectuada en el núcleo son tratadas con el fin de inducir ovulaciones múltiples y luego de inseminadas, se recuperan los embriones para ser transferidos a vacas receptoras. Con el fin de ampliar la base genética y reducir el incremento de la consanguinidad se recomienda en esta primera inseminación, usar semen del mayor número posible de toros no emparentados entre si (20), seleccionados en base a información sobre comportamiento de sus crías. El uso de machos F<sub>1</sub> de alto valor genético estimado es una opción ventajosa.

Las crías tanto machos como hembras, permanecen en el núcleo y se someten a prácticas de manejo y alimentación uniformes y a control de las características de interés. La evaluación genética de los animales se hace en base a información de sus hermanos, hermanas, madre y de sus propios registros. El tiempo necesario para obtener la evaluación del toro es de alrededor de 4 años, mientras que con la prueba de progenie el tiempo mínimo está entre 7 y 8 años en países de clima templado y resultaría mayor en el trópico (Vaccaro, 1988). El menor intervalo de generación del sistema núcleo élite contribuye a compensar la menor precisión del estimado del valor genético.

Los mejores machos son luego usados para inseminar a las donantes de la siguiente generación, y éstos, más el grupo superior siguiente, son usados en la población objetivo, idealmente a través de IA. La mejora genética de los animales de la población objetivo se deriva del uso de estos machos seleccionados.

La selección de hembras jóvenes como donantes para la siguiente generación se hace en base a su valor genético estimado comparado con las donantes de la generación anterior. También deberán considerarse características relacionadas con su habilidad de producir alto número de embriones en las operaciones de ovulación múltiple.

El sistema de núcleo abierto con transferencia de embriones es una actualización de la filosofía que apoyó la creación de centrales de prueba de progenie para toros lecheros en Dinamarca durante la segunda guerra mundial, con las enmiendas a las deficiencias detectadas en ellas. Es sin lugar a dudas una alternativa a considerar en la mejora genética de rebaños bovinos en el trópico por las razones expuestas. Sin embargo, la organización, manejo y mantenimiento de un núcleo de varios cientos de animales con un programa de superovulaciones y transferencia de embriones para producir un significativo número de crías/año y controles de producción de leche y peso vivo confiables, es una operación que demanda un alto nivel gerencial y de recursos económicos así como de servicios eficientes y oportunos que normalmente no se encuentran en los países en desarrollo.

A continuación se presentan los estimados de los avances genéticos de un sistema de mejoramiento genético de animales de doble propósito basado en un núcleo abierto y transferencia de embriones vs un sistema basado en un núcleo selecto de rebaños comerciales con registros.

### 3.2 Supuestos generales

- 3.2.1 Existe una población objetivo por mejorar, de 100 000 vacas acebuadas, manejadas a pastoreo y ordeñadas con amamantamiento restringido y destete entre 3 y 4 meses de edad del becerro.
- 3.2.2 En la población objetivo no se utiliza IA sino toros en una proporción de 1 por 25 vacas. Los toros inician los servicios a 30 meses y permanecen activos por tres años. Las vacas tienen una edad promedio ponderado de 6 años.
- 3.2.3 El ambiente y el clima requieren de un animal de alrededor de 50% de herencia *Bos taurus* y el resto cebú.
- 3.2.4 Las características a mejorar son producción de leche por lactancia



estimada como leche ordeñada (kg) + 8 x Peso de cría al destete (kg), y peso a 18 meses.

- 3.2.5 En el país se dispondrá permanentemente de una población numerosa de animales *Bos indicus* utilizable para introducir por cruzamiento genes *B. taurus* de toros con alto valor genético lechero en el núcleo.
- 3.2.6 En los próximos 10 años, el uso de la IA en los rebaños de doble propósito tendrá un escaso desarrollo y, por tal, será necesario producir toros para uso en monta natural en las 100 000 hembras de la población objetivo.
- 3.2.7 Las prácticas de manejo y alimentación que se apliquen en los rebaños del núcleo y comerciales controlados son posibles de implementar en la mayoría de los hatos de la población objetivo.
- 3.3 Núcleo abierto y transferencia de embriones

La implementación de esta opción requiere de facilidades (construcciones e instalaciones, laboratorios, equipos y materiales) para IA y transferencia de embriones con capacidad para mantener en pastoreo 6 000 vacas, 100 toros y a los animales jóvenes.

Bajo los supuestos generales especificados, lo recomendable sería seleccionar dentro de una población cruzada *Bos taurus* x *Bos indicus*. Idealmente se debiese iniciar el núcleo con hembras F<sub>1</sub> hijas de vacas cebú y semen de toros Holstein Friesian con prueba positiva para leche-lactancia y alta confiabilidad. Otra alternativa sería seleccionar en base a controles de campo (leche + peso de crías) temporales (10 a 12 meses) hembras acebuadas de producción sobresaliente que luego serían adquiridas para integrar el núcleo. Siendo la selección dentro del núcleo por productividad, no será necesario controlar la composición racial de los animales en las sucesivas generaciones.

Para organizar el núcleo se debe considerar que la población objetivo necesita anualmente 1 335 toros de reemplazo que deben ser suministrados por el núcleo. Siguiendo el modelo de optimización de la estructura familiar propuesto por Glodeck *et al.* (1990) se necesitan:

Vacas donantes (élites: F <sub>1</sub> o acebuadas)	1000
Vacas receptoras	4500
Toros para IA	89

Con semen de cada uno de los 89 toros se sirven a 5 donantes superovuladas y éstas son colectadas hasta completar 5 receptoras preñadas por donante. Además, cada donante también queda preñada. Estas crías no se incluyeron en los cálculos y se consideraron como reemplazos de pérdidas por mortalidad, accidentes y otros. El número usado de donantes/año es de 900. Se espera en promedio 3 crías machos y 3 crías hembras por donante. Las donantes con problemas de superovulación y/o recuperación de embriones son reemplazadas (100 disponibles). Se utilizarán toros que además de su potencial genético lechero y camicero tengan semen de óptima calidad y fertilidad.

La información utilizada para la evaluación genética fue:

- Leche-toretos: lactancia de 3 hermanas completas (de padre y madre), de 12 medias hermanas de padre y una lactancia de la madre.
- Leche-novillas: una lactancia de la novilla, 2 lactancias de hermanas completas, 12 de medio hermanas de padre y una lactancia de la madre.
- Peso a 18 meses en toretes y novillas: peso del individuo, peso de 5 hermanos completos (machos y hembras), de 20 medios(as) hermanos(as) de padre (asumiendo 17% de mortalidad y descarte) y peso de la madre.

Con esta información se confeccionó un índice de selección para machos y otro para hembras, asumiendo que el precio de venta en finca de un kilo de leche (US \$.30) y de un kilo de carne (US \$ 1.30) reflejan en forma proporcional los beneficios económicos de la mejora en cada característica. Se utilizó 0.20 y 0.38 para heredabilidad de leche-lactancia y P18M, respectivamente y como desviaciones típicas fenotípicas, 350 y 30 kg. No existe información sobre las correlaciones genéticas y fenotípicas entre estas características en ganado de doble propósito en el trópico, siendo ambas bajas en ganado *Bos taurus*. Por tal motivo se asumió como cero ambas correlaciones en el presente estudio.

El avance genético [AG (c)] por generación para cada característica dentro de cada sexo se estimó como respuesta correlacionada y el avance genético anual para cada característica se estimó como:

$$AG(a) = [AG(c) \text{ Machos} + AG(c) \text{ Hembras}] / [T(M) + T(H)]$$

Donde AG(c) Machos y AG(c) Hembras es el avance genético para leche ó P18M por generación en machos y hembras, respectivamente.

T(M) y T(H) son los intervalos de generación para machos y hembras, respectivamente.

### 3.4 Núcleo de rebaños progresistas

Para evaluar el potencial mejorador de esta alternativa se asumirá una población total de 5 000 vacas en los rebaños progresistas y en control (leche y P18M), con 80% de partos/año, 10% de mortalidad y 20% de descarte de animales jóvenes por problemas de fertilidad, con edad promedio de vacas de 5.2 años. La población objetivo de 100 000 vacas se asumirá de iguales características que la anterior.

El proceso de selección en los hatos del núcleo para la generación de sementales superiores fue el siguiente:

**Padres de Toros F<sub>1</sub> (PT):** se utilizó semen de más de 20 toros probados con habilidad transmisible predicha (PTA) = 1 800 lb de leche-lactancia. Stanton y Blake (1988) encontraron que en el trópico y en explotaciones intensivas, el grado de expresión de la prueba de toros Holstein-Friesian efectuada en clima templado, dependía del nivel de producción de los hatos. En hatos con promedios por debajo de 4 000 kg de leche-lactancia en Puerto Rico, por cada kilo de aumento en la prueba del toro, las hijas produjeron en promedio 0.2 kg de leche-lactancia sobre sus contemporáneas. En rebaños con producción media sobre 8 000 kg de leche-lactancia en México, un kilo de aumento en la prueba del padre se tradujo en un incremento de 0.68 kg de leche-lactancia en las hijas. Por lo tanto, parece necesario ajustar el valor de la prueba de los toros al promedio de los hatos en el trópico con el fin de obtener una evaluación más realista del progreso genético lográble en su descendencia. El valor de la regresión utilizado con este fin en el presente trabajo fue de 0.2 kg hija/kg PTA del padre, por no existir la información pertinente en ganado de doble propósito tropical. El valor de la prueba luego del ajuste por el nivel de producción de los rebaños resultó en un valor de cría estimado de 327 kg de leche-lactancia. Se asumió que la confiabilidad de la prueba estaba sobre 90%. El intervalo de generación utilizado en esta rama de la genealogía fue de 8 años, cifra que puede ser discutible al inicio del plan pero que una vez estabilizado, el uso del semen de los toros procedentes de otras poblaciones estará supeditado a su disponibilidad en el mercado y ésta, a su vez, a la edad promedio de los toros productores de este semen. Van Vleck (1972) y Legates y Warwick (1990) presentan este valor para el intervalo de generación de los toros probados en USA. No habrá selección por P18M en los PT.

**Madres de toros F<sub>1</sub> (MT):** se seleccionaron de entre las vacas del 80%

superior en P18M en rebaños cebú comerciales donde efectúan IA. La selección por leche será de cero y para P18M de 4.0 kg/ generación (.62x.35x18.5, donde .62 es la precisión de selección, 0.35 es la intensidad de selección y 18.5 es la desviación típica genotípica de P18M). El intervalo de generación se asumió de 6 años que es el promedio ponderado de la edad de vacas en rebaños cebú con programas de selección y uso de IA en Venezuela (D. Plasse, comunicación personal).

**Padres de vacas (PV):** los machos F<sub>1</sub> superiores resultantes de los apareamientos PT x MT fueron utilizados como padrotes en los hatos del núcleo para engendrar las hembras de reemplazo y los machos para la población objetivo. La edad promedio de estos machos, asumiendo el inicio de su uso a los 30 meses y que permanecen por tres años, resultó de 48 meses (4 años). La superioridad genética/generación para leche [AG(L)] y carne [AG(C)] de estos toros resultaron:

$$AG(k) = PG(k) + SG(k)$$

Donde: PG(k) es el promedio de la superioridad genética de los progenitores para la característica k (leche o P18M)

SG(k) es la superioridad genética de los individuos seleccionados para leche-lactancia o P18M.

Asumiendo la confiabilidad de la prueba de 92% y la proporción seleccionada de .93:

$$AG(L) = 164 + (.25 \times .92)^{1/2} \times .144 \times 44.3 = 167.1 \text{ kg} \\ \text{leche-lactancia/generación}$$

$$AG(C) = 3.3 + (.25 \times .38)^{1/2} \times .35 \times 14.6 = 4.9 \text{ kg} \\ \text{P18M/generación.}$$

Donde 44.3 y 14.6 son las desviaciones típicas genéticas de los individuos seleccionados.

**Selección de vacas madres de vacas de los hatos controlados y madres de toros para la población objetivo (MD).** Si en promedio existen en los hatos de doble propósito 28% de novillas en ordeño (R. Vaccaro, información no publicada), en los hatos controlados deben haber 1 400

hembras de primer parto. Además, se consideró que en las novillas seleccionadas el 20% presenta algún problema que obliga su descarte antes del inicio de su primera lactancia. De modo que se necesitarán 1 750 novillas por año y la proporción seleccionada resulta  $1\ 750/1\ 800 = .97$ . Es decir, el 97% superior de las hembras del hato contribuyen a la producción de hembras de reemplazo. Un número similar de madres de toros para los hatos de la población objetivo será necesario. Se asumió que en promedio estas vacas tenían 2 lactancias y se utilizó un índice para efectuar su selección el cual incluía información de las dos lactancias, su P18M y el P18M de una cría.

En los hatos controlados, el avance genético por año, AG(a) para cada característica fue estimado en base a la superioridad de los PT, MT, PV y MD y sus respectivos intervalos de generación de acuerdo con el procedimiento descrito por Robertson y Rendel (1950):

$$AG(a) = [AG(PT) + AG(MT) + AG(PV) + AG(MD)] / [T(PT) + T(MT) + T(PV) + T(MD)]$$

Los resultados obtenidos sobre progreso genético si bien estuvieron en el orden jerárquico esperado, la magnitud de las diferencias obtenidas resultaron muy bajas para leche-lactancia. (Tabla 1). Así, el avance logrado con los rebaños progresistas fue del 92% del núcleo abierto y del 84% del núcleo cerrado.

TABLA 1. ESQUEMA DE SELECCION CON MOET vs SELECCION EN HATOS PROGRESISTAS PARA LA GENERACION DE TOROS A USAR EN LA POBLACION OBJETIVO

	MOET	y	Núcleo	Hatos
	Cerrado		Abierto	Progresistas
Población objetivo (vacas)	100 000		100 000	100 000
Vacas controladas	1 000		1 000	5 000
Vacas élite:	900		900	4 850
Toros usados/año	89		>= 20	>= 20
Crías a edad de selección/año	2 430		2 430	1 800
Sementales producidos/año	1 335		1 335	1 335
AG(L)(a) kg leche-lactancia	25.5		23.5	21.5
AG(C)(a) kg P18M	3.2		.8	.5

Mayores diferencias se obtuvieron en peso a 18 meses. Así, el núcleo cerrado produjo 4 veces el avance logrado con el núcleo abierto y éste, a su vez, produjo 1.6 veces el avance logrado con el núcleo de rebaños progresistas. La selección con los esquemas que usan MOET es más precisa por la incorporación de información de mayor número de parientes mientras que en los hatos controlados hay mayor dependencia del "pedigree". De la superioridad lograda en los rebaños núcleos dependerá el progreso genético alcanzable en la población objetivo. El uso de los toros selectos producidos en los núcleos será el medio de elevar el potencial genético en leche-lactancia y P18M en la población objetivo. La no utilización de IA impide el uso de los toros de los núcleos en la población objetivo y reduce notablemente el progreso genético en estos rebaños.

En la Tabla 2 se presentan las superioridades genéticas para ambas características de los progenitores de los toros a usar en la población objetivo así como el avance genético derivado de su uso, asumiendo que no hay posibilidad de selección entre las hembras de la población objetivo. El avance logrado en leche-lactancia/año es similar en rebaños dependientes de núcleos

TABLA 2. VALORES GENETICOS DE LOS PADRES (PT) Y MADRES (MT) DE TOROS Y PROGRESO GENETICO ANUAL EN LA POBLACION OBJETIVO Y/O PARA LECHE- LACTANCIA Y P18M

Tipo de núcleo	PT	MT	Toros Select/Total AG(S) *	Pobl. objetivo AG(a)	
<b>Cerrado-MOET</b>					
AG(L) kg	110.1	99.1	1819/2430**	32.0	13.5
AG(C) kg	17.1	9.4	1819/2430	3.8	1.7
T(años)	4.0	4.2			
<b>Abierto-MOET</b>					
AG(L) kg	164.0	99.1	1669/2430	37.5	14.6
AG(C) kg	0.0	9.4	1669/2430	4.4	0.8
T(años)	7.0	4.2			
<b>Hatos progresistas</b>					
AG(L) kg	164.0	4.8	1669/1800	3.1	11.8
AG(C) kg	3.3	0.4	1669/1800	1.6	0.3
T(años)	7.0	4.2			

\* Superioridad genética derivada de la selección.

\*\* El numerador incluye a los 150 toros usados en el núcleo.

élite y MOET (13.5 y 14.6 kg) y ligeramente superior al logrado por los rebaños que usaron toros producidos en los hatos progresistas (11.8). La ganancia en P18M en los rebaños que usaron toros de los núcleos cerrados y MOET, fue el doble de los que usaron toros de los núcleos abiertos y la de estos a su vez, fue casi tres veces de la obtenida por los hatos que usaron toros producidos en los hatos progresistas.

En este trabajo se estimaron los avances genéticos anuales pero es necesario tener presente que es muy importante la calidad genética de los animales utilizados inicialmente ya que de ello dependerá el nivel medio a partir del cual se irá añadiendo el progreso anual, según la siguiente relación:

$$AG_t = G_0 + AG(a) \times t$$

Donde  $G_0$  es el valor genético medio de los animales fundadores  $AG(a)$  es la ganancia genética anual en el núcleo, y  $t$  es el tiempo de duración del programa (años).

La decisión sobre la utilización de un plan de mejoramiento genético tiene que basarse en el progreso potencial alcanzable, los costos de implementación y la factibilidad de su continuidad en el tiempo. Un balance entre estos tres factores idealmente determinará el esquema óptimo.

La alternativa de núcleo cerrado/abierto y MOET requiere de un alto nivel gerencial y técnico, capaz de manejar, planificar y administrar una estructura de muy complejo funcionamiento. En el presente caso ello incluye sincronizar celos a alrededor de 5 500 vacas receptoras/año, superovular 900 vacas con un promedio de 2 superovulaciones por donante, recuperar y transferir alrededor de 11 000 embriones, además de las labores de control de producción lechera y de pesos al destete y 18 meses de todos los animales del núcleo. A esto se agrega el mantenimiento y manejo de los animales jóvenes de cada generación hasta la finalización de la primera lactancia de las hembras. La oportuna disponibilidad de servicios y suministros es otro factor determinante del éxito de todo organismo complejo como éste y con los cuales generalmente no se cuentan en los países en desarrollo.

Los costos de instalación de un núcleo cerrado/abierto con uso de MOET es el otro aspecto a considerar en la toma de decisión sobre su adopción. Entre estos costos se debe incluir la construcción de edificios (administración, laboratorios, corrales, cercas, galpones de trabajo, mangas, etc.), equipamiento de laboratorios para manipuleo y procesamiento de semen y embriones, costo de materiales, reactivos, servicios y salarios de

profesionales altamente especializados. Además, no se deben olvidar las labores de mantenimiento de potreros, cercas, galpones, etc. necesarios para vacas adultas y animales jóvenes que alcanzan su máximo número total (21 500) al cuarto año de su implementación.

La escasa disponibilidad de personal técnico experimentado en MOET en el país puede ser otro de los factores limitantes y cruciales para iniciar con éxito un programa de esta naturaleza.

Por último, los centros de este tipo como las estaciones experimentales, tienen la tendencia a trabajar intramuros, despertando cierto grado de desconfianza entre los usuarios potenciales de las tecnologías en desarrollo.

Los mayores avances genéticos (15%) logrados con los núcleos y MOET ciertamente no lograrían compensar los mayores costos de estos esquemas vs núcleos de hatos progresistas adecuadamente asesorados.

En el sistema de núcleo de hatos progresistas los gastos son asumidos por hatos comerciales y por tal, se efectuarán con criterios tendentes a incrementar la eficiencia económica. La garantía demercado para los toros producidos es un factor decisivo del éxito de esta operación. El sistema con hatos comerciales progresistas es menos frágil al apoyarse en unidades de producción independientes. Su otra ventaja crucial es que se desarrolla en el campo, con la colaboración de los usuarios directos de la tecnología y en forma más accesible a los hatos de la población objetivo. Pero para materializar los beneficios de esta alternativa se requiere de personal técnico capacitado y motivado que actúe aglutinando y capacitando a los ganaderos progresistas a la vez que coordinando y supervisando las labores de toma de información, su procesamiento, selección de los animales élite en base a la información procesada (machos para la población objetivo y hembras de reemplazo para el hato) y las demás labores que aseguren la correcta aplicación del plan diseñado, incluyendo la selección de los toros F<sub>1</sub> resultantes de los apareamientos Holstein x cebú contratados en hatos de carne. Algunas universidades nacionales y estaciones experimentales gubernamentales cuentan con personal idóneo que podrían prestar una valiosa ayuda en este sentido, siempre que se les dotase de un presupuesto de operación que les permitiese contar con 2 vehículos rústicos y sus gastos de mantenimiento, 2 técnicos de campo, 4 microcomputadoras y material de oficina. Los costos de implementación y funcionamiento/año serían obviamente mucho menores que para la primera alternativa.



Un aspecto importante a tener presente dentro de estas estrategias de mejoramiento genético es el apoyo técnico a los hatos de la población objetivo el cual podría formar parte de un paquete crediticio dentro del cual se debería incluir al toro mejorador.

#### IV SELECCION DE HEMBRAS DE REEMPLAZO

A pesar de ser el toro el elemento más importante en la mejora genética del hato, las vacas sobresalientes en productividad total representan un potencial de alto valor en los rebaños de doble propósito en el trópico debido a que:

- Se puede evaluar directamente en la hembra el potencial productivo, reproductivo y de sobrevivencia de crías, en el ambiente tropical,
- Se ha demostrado que existe una amplia variabilidad en estas características entre y dentro de grupos raciales dentro y entre hatos y
- Puede ejercerse una alta intensidad de selección de las hembras a usar como madres de toros en el hato.

La evaluación directa del genotipo a través del fenotipo del individuo para las características de importancia económica en ganado de doble propósito que son en su mayoría limitadas a las hembras, tiene como ventajas su relativa simplicidad, la reducción del intervalo generacional (especialmente en características de alta heredabilidad) y la disminución de posibles errores de selección por interacción ambiente-genotipo.

Las posibilidades de materializar una mejora genética en las características con valor económico guardan estrecha relación con la variación genética presente en ellas. Bajo condiciones de ambiente uniforme, una amplia variación fenotípica refleja una importante variación de origen genético. En este contexto, es ilustrativa la **Tabla 3** donde se presentan las desviaciones extremas de registros individuales, a partir del promedio de sus respectivas contemporáneas, para tres características y 9 hatos del trópico bajo venezolano (Vaccaro et al. 1992).

Aunque no se puede descartar un efecto importante del ambiente en las variaciones fenotípicas observadas en esta **Tabla**, es obvio que variaciones extremas por encima del 300% entre animales contemporáneos dentro de

rebaños, para producción de leche- lactancia y días vacía y cercanas a 100% para peso del becerro, deben tener un componente genético importante y deseable de aprovechar en el hato y en la población. Las mejores hembras del cuadro mencionado representan del .5 al 2% de las vacas evaluadas en sus hatos respectivos, de lo cual se puede inferir con sentido realista que la utilización anualmente del 10 al 20% superior de hembras como madres de futuros sementales aseguraría una contribución genética importante en la mejora de las características indicadas (diferencial de selección de 1.1 a 1.4 desviaciones típicas genéticas en mérito total).

TABLA 3. DESVIACIONES EXTREMAS DE REGISTROS INDIVIDUALES PARA TRES CARACTERISTICAS DE ACUERDO A REBAÑO

Zona/Código	finca	Desviaciones extremas a partir de contemporáneas							
		Prod. leche		Días Vacía		Peso becerro			
		kg	%	días	%	kg	%		
Apure- Guárico	22	Máx.	+ 779	+ 82		+ 138	+ 238	+ 57	+ 60
		Mín.	- 767	- 100		- 55	- 95	- 30	- 31
	5	Máx.	+1269	+ 114		+ 155	+ 132	+ 31	+ 46
		Mín.	- 831	- 75		- 86	- 94	- 19	- 29
	20	Máx.	+ 605	+ 81		+ 188	+ 202	+ 22	+ 31
		Mín.	- 520	- 56		- 85	- 49	- 30	- 30
	1	Máx.	+ 989	+ 139		+ 396	+ 309	+ 40	+ 68
		Mín.	- 595	- 76		- 117	- 91	- 22	- 31
	4	Máx.	+ 936	+ 125		+ 133	+ 120	+ 21	+ 30
		Mín.	- 629	- 85		- 82	- 75	- 21	- 32
	19	Máx.	+ 682	+ 117		+ 157	+ 171	+ 10	+ 15
		Mín.	- 325	- 56		- 88	- 96	- 22	- 34
8	Máx.	+2743	+ 270		+ 165	+ 253	+ 32	+ 46	
	Mín.	- 984	- 97		- 60	- 75	- 20	- 34	
12	Máx.	+1874	+ 87		+ 273	+ 159	--	--	
	Mín.	-1971	- 73		- 123	- 72	--	--	
Falcón- Táchira	16	Máx.	+1666	+ 80		+ 217	+ 217	+ 37	+ 45
		Mín.	-1792	- 90		- 89	- 89	- 26	- 46

Los procedimientos para seleccionar vacas para una o más características utilizando información del individuo así como de sus parientes han sido descritos en ALPA (1988). La precisión de la selección en todos los casos depende de la exactitud de los estimados de los parámetros genéticos utilizados, siendo éste uno de los aspectos que limitan la utilización de estos procedimientos. En ganado de doble propósito en el trópico son escasos los estimados obtenidos y éstos generalmente presentan alta variabilidad, debida en parte a la heterogeneidad genética de los animales utilizados en este sistema de explotación. Por otro lado, los efectos de los factores ambientales, tanto temporales como permanentes, sobre las características de importancia económica son muy variables entre y dentro de fincas lo cual ha dificultado la derivación de factores de ajuste válidos a nivel regional. Esto determina la necesidad de utilizar procedimientos de selección dentro de hatos y dentro de grupos de edad, época y año de parto. Este procedimiento también tiene limitaciones en hatos pequeños donde los promedios bases de comparación pueden tener coeficientes de variación elevados. Teniendo en cuenta estas limitaciones se derivaron las siguientes opciones de complejidad decreciente, para seleccionar hembras a usar como madres de toros para rebaños de doble propósito en los casos de ordeño sin y con apoyo del becerro.

#### 4.1 Ordeño sin apoyo del becerro:

- 4.1.1 Valor genético (o valor de cría) estimado (VGE) para producción de leche por día de intervalo entre partos (DIEP). Incluir solamente hembras con edad al primer parto por debajo del promedio del rebaño.
- 4.1.2 VGE para producción de leche por DIEP.
- 4.1.3 VGE para producción de leche por lactancia, considerando sólo a las hembras con superior VGE para fertilidad (servicios por concepción, intervalos entre partos, días vacías, etc.).
- 4.1.4 VGE para producción de leche por lactancia, incluyendo sólo a las vacas con partos regulares cada 12-16 meses.

#### 4.2 Ordeño con apoyo del becerro:

- 4.2.1 VGE para producción de leche por DIEP, con selección previa por peso de crías al destete y 100% de sobrevivencia hasta esta edad. Además, estas hembras deben de haber tenido su primer parto a una edad por debajo del promedio de sus contemporáneas.
- 4.2.2 VGE para producción de leche por DIEP, con selección previa por peso de crías al destete y 100% de sobrevivencia hasta esta edad.

- 4.2.3 VGE para producción de leche por DIEP.
- 4.2.4 VGE para producción de leche por lactancia y VGE para fertilidad.
- 4.2.5 VGE para producción de leche por lactancia, incluyendo sólo a las vacas con partos regulares cada 12-16 meses.

Tanto en hatos que ordeñan sin apoyo del becerro como en los que utilizan el apoyo, la implementación de la última alternativa requeriría solamente del establecimiento de identificación y registros individuales de producción de leche y fechas de partos. La mayoría de hatos progresistas de la región están en condiciones de aplicar estas últimas alternativas, según el tipo de ordeño utilizado.

## V CONCLUSIONES

Con el fin de aprovechar los beneficios económicos del animal cruzado europeo-cebuino en sistemas de producción de doble propósito en el trópico es recomendable utilizar un sistema de apareamientos que mantenga un nivel intermedio de herencia *B. taurus* en el hato. La opción más ventajosa es utilizar toros F<sub>1</sub> hijos de toros Holstein Friesian de alta prueba para leche y de vacas cebuinas superiores en producción de leche, fertilidad y habilidad materna (sobrevivencia y alto peso de crías al destete). Cuando se usen vacas que no se ordeñan, su mérito estará determinado por su fertilidad y habilidad materna.

La selección, tanto de machos como de hembras, puede efectuarse utilizando los criterios especificados en ALPA (1988), de los cuales los más relevantes al sistema de doble propósito son reseñados en el presente trabajo.

La alternativa de núcleos élite y MOET, al igual que la prueba de progenie de toros de doble propósito, aparece como de difícil implementación y de costos muy elevados en el trópico. La mejora genética lograda con esta tecnología se ve limitada por la baja intensidad de selección de los toros a usar en la población objetivo debido a la carencia de la infraestructura necesaria para la utilización de la IA.

La utilización de hatos progresistas es una alternativa viable y de menores costos para generar toros mejoradores para la población objetivo que debe ser estudiada con mayor detenimiento.

## VI LITERATURA CITADA

- Abukakar, B. 1985. Evaluation of the performance of Holsteins in Mexico and Colombia. Tesis, Ph. D., Cornell University, Ithaca, N.Y. 79 pp.
- ALPA (Asociación Latinoamericana de Producción Animal). 1988. Normas de Evaluación Genética de Bovinos de Leche y Doble Propósito en el Trópico Americano (En imprenta).
- Glodek, P.; Alemu, M.; Chopra, S.C.; Dausel, M.; Kasonta, J.S.; Menendez, A.; Kaczmarek, A. y Lukaszewicz, M. 1990. Report on case study III. En: *Animal Science Papers and Reports 6. Proceedings of the FAO Conference on Open Nucleus Breeding Systems, Bialobrzegi, Poland*, pp 191-197.
- Hahn, M. 1988. Resultados del Registro Oficial de Producción de Leche (ROPL). En: *Genética de Bovinos en Venezuela, CONICIT, Ciencia y Tecnología de Venezuela* . pp 27-29.
- Hodges, J. 1990. Genetic improvement of livestock in developing countries using the open nucleus breeding system. En: *Animal Science Papers and Reports 6. Proceedings of the FAO Conference on Open Nucleus Breeding Systems, Bialobrzegi, Poland*, pp 13-22.
- Hoimann, F.; Blake, R.W.; Hahn, M.V.; Barker, R.; Milligan, R.A.; Oltenacu, P.A. y Stanton, T.L. 1990. Comparative profitability of purebred and crossbred Holstein herds. *J. Dairy Sci.* 73: 2190-2205.
- Jarvis, L.S. 1990. Latin American beef and milk policies: Lessons for the 90's from experiences in the 70's and 80's. *Anais da 12ª Reuniao da Associcao Latino-Americana de Producao Animal, Campinas, Brazil* pp 335-350.
- Jasiorowski, H.A. 1990. Open nucleus breeding schemes - New challenge for the developing countries. En: *Animal Science Papers and Reports 6. Proceedings of the FAO Conference on Open Nucleus Breeding Systems, Bialobrzegi, Poland*, pp 7-12.
- Legates, J.E. y Warwick, E.J. 1990. *Breeding and Improvement of Farm Animals*. McGraw-Hill, New York.
- Madalena, F.E. 1989. Cattle breed resource utilization for dairy production in Brazil. *Rev. Brasil. Genet.* 12: (Supplement) 183-220.
- McDowell, R.E.; Wiggans, G.R.; Camoens, J.K.; Van Vleck, L.D. y Louis, D. St. 1976. Sire comparisons for Holsteins in Mexico versus the United States and Canada. *J. Dairy Sci.* 59: 298-304.
- Menéndez, A. y Guerra, D. 1981. Relación entre el valor genético de sementales Holstein evaluados en Cuba, Canadá y México. VIII Reunión ALPA, Sto. Domingo, República Dominicana: G-38 (Resúmen).
- Moullick, S.R. 1978. Ranking of Jersey, Holstein and Brown Swiss bulls in India as compared with that of the United States and England as evidence of genotype-environment interaction. *Indian J. Dairy Sci.* 31: 330-337.
- Nicholas, F.W. y Smith, C. 1983. Increased rates of genetic change in dairy cattle by embryo transfer and splitting. *Animal Prod.* 36: 341-353.
- Powell, R.L. y Dickinson, F.N. 1977. Progeny tests of sires in the United States and Mexico. *J. Dairy Sci.* 60: 1768-1772.

- Robertson, A. y Rendel, J. M. 1950. Use of progeny testing with artificial insemination in dairy cattle. *J. Genetics* 50: 21-31.
- Stanton, T.L. y Blake, R.W. 1988. Respuestas en rebaños lecheros a la selección de sementales Holstein americanos en México y Puerto Rico. XI Reunión Asociación Latinoamericana Producción Animal, La Habana, Cuba pp 142 (Resúmen).
- Vaccaro, L. 1984. Comportamiento de la raza Holstein Friesian comparada con la Pardo Suiza en cruzamiento con razas nativas en el trópico: una revisión de la literatura. *Producción Animal Tropical* 9:93-101.
- Vaccaro, L. 1988a. El papel del toro cruzado en el mejoramiento de poblaciones de doble propósito. En: *Genética de Bovinos en Venezuela*, CONICIT, Ciencia y Tecnología en Venezuela 5 (2): 67-72.
- Vaccaro, R. 1988b. Metodologías apropiadas en la evaluación del valor genético de animales en poblaciones cruzadas de doble propósito. En: *Genética de Bovinos en Venezuela*, CONICIT, Ciencia y Tecnología de Venezuela 5(2): 73-82.
- Vaccaro, R. 1990. Planes alternativos de selección de toros de doble propósito en el trópico. *Anais da 12ª Reuniao da Associacao Latino-Americana de Producao Animal*, Campinas, Brazil pp 219 (Resúmen).
- Vaccaro, L.; Vaccaro, R.; Verde, O.; Alvarez, R.; Mejias, H.; Romero, E. y Rios, L. 1992. Dual purpose cattle breeding (Venezuela). Informe Técnico (Diciembre 1990 - Diciembre 1991) 30 pp y Anexos.
- Van Vleck, D. 1972. Notes on the theory and application of selection principles for the genetic improvement of animals. Cornell University, Ithaca, N.Y. (Mimeo.).
- Wilkins, J. V.; Pereyra, G.; Ali, A. y Ayola, S. 1979. Milk production in the tropical lowlands of Bolivia. *Wld. Anim. Rev.* 32: 25-32.