

ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO ANIMAL EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION BOVINA CON ENFASIS EN LA UTILIZACION DEL CRIOLLO EN SISTEMAS DE DOBLE PROPOSITO

Fernando Mujica y Assefaw Tewolde¹

RESUMEN

Se hace un análisis de la importancia de los recursos genéticos bovinos criollos, especialmente en el trópico centroamericano y su utilización en sistemas de producción de doble propósito. Con este fin se consideran diferentes sistemas de cruzamientos y la experiencia que se tiene en el área latinoamericana. En estos sistemas de cruzamientos tienen especial relevancia bovinos de razas cebuinas, criollos y razas mejoradas europeas.

INTRODUCCION

Para elaborar estrategias de mejoramiento animal en los sistemas de producción bovina se debe considerar las condiciones ambientales y sistemas de manejo preponderantes, así como los recursos económicos de los países que conforman la región.

Todos los países de la región tienen un déficit en la producción de granos básicos para la alimentación humana; su importación demanda el uso de grandes cantidades de divisas. También hay un déficit en la producción de productos pecuarios, como leche y carne. Según informes del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) los países centroamericanos importan anualmente leche en polvo por un valor de US \$ 9,32 millones (Gallardo y López, 1986).

Las necesidades de aumentar la producción de recursos alimenticios es importante. El incremento de la población en Centroamérica es en la actualidad de un 2,8% anual, según datos proporcionados por Gallardo y López (1986). Sin embargo, según los mismos autores, la producción de alimento per cápita ha descendido anualmente a una tasa de 6,33%, durante los últimos seis años. Esto ha incidido en la reducción del consumo de fuentes protéicas de alta calidad como son la carne y la leche.

Por las condiciones planteadas, es necesario impulsar a nivel nacional agresivos planes de reactivación ganadera, en los que adecuadas tecnologías de mejoramiento animal deben, desde un principio, jugar un papel importante.

Considerando las condiciones ambientales y económicas de la región, se debe tender a un tipo de ganado que sea capaz de producir, aprovechando los recursos alimenticios de la finca (especialmente pastizales), sin necesidad de recurrir a la adquisición de productos que deban ser importados, o que constituyan una competencia para la alimentación humana. En concordancia con Dickerson (1982) y Hetzel y Seifert (1986), se trata entonces, no de alcanzar altas producciones (lo que significa necesidades de concentrado), sino de mantener bajos los costos de producción. Para esto, según Dickerson (1978), el tamaño del animal puede ser de importancia.

^{1/} Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Los recursos genéticos criollos pueden constituir, en la medida que se asegure su mantención y multiplicación, importantes componentes biológicos en la elaboración de planes de fomento pecuario.

El objetivo de este trabajo es proponer algunas alternativas, por medio de sistemas de cruzamientos, para el mejor uso de los recursos genéticos especialmente criollos, bajo las condiciones preponderantes del trópico centroamericano; no se trata de buscar un bovino universal para doble propósito, leche o carne, sino ofrecer alternativas de producción, pues, tal como lo indica McDowell (1987), los finqueros quieren flexibilidad.

ANTECEDENTES

En la región centroamericana, el 89% de la población dedicada a la agricultura posee fincas pequeñas de tipo familiar que cubren el 29% del área del istmo centroamericano (Leonard, 1986).

Estas fincas están ubicadas principalmente en zonas de tierra alta y de laderas, que constituyen el 80% del área de Centroamérica. La mayoría del hato bovino (70%) se encuentra ubicado en estas zonas y se manejan preponderantemente bajo un sistema de doble propósito, o sea, producción de leche y carne (Leonard, 1986). Según un estudio realizado por CATIE/CIID (1985), alrededor del 80% de las explotaciones ganaderas de la región, practican el sistema de doble propósito.

El sistema de doble propósito consiste en el ordeño de las vacas una vez al día (generalmente en las mañanas) con el ternero al pie, o sea, con el "apoyo" del ternero para que la vaca baje la leche. Posteriormente, durante el día, se le permite al ternero un tiempo variable de amamantamiento, permaneciendo durante la noche alejado de su madre.

El grupo genético predominante es el Cebú, que se presenta normalmente con diferentes grados de encaste con Pardo suizo, Criollo, Durham y Holstein, principalmente.

El nivel de producción y productividad es extremadamente bajo. Según un estudio de CATIE/BID (1983) el promedio de producción de leche en la región es de 3,7 Kg/vaca/día y el crecimiento predestete es de solo 250 gr/día. Resultados semejantes señala Madelena (1987).

Estos bajos niveles de productividad se deben fundamentalmente, al deficiente nivel tecnológico de la ganadería de la región, pastizales pobres y a las duras condiciones ambientales del trópico, que ocasionan un permanente "estrés" de los animales (Frisch y Vercoe, 1978; Hetzel y Seifert, 1986; Tewolde *et al.*, 1988).

En la actualidad aún no se ha logrado dar una respuesta a cuáles son los recursos genéticos bovinos más apropiados para las diferentes condiciones del trópico en Centroamérica. Según un estudio, elaborado por CATIE en 1987, sobre producción bovina entre los asociados de la cooperativa Coopemontecillos, Costa Rica, se detectó 75 diferentes cruces dobles y triples entre 21 grupos genéticos (5 cebuinos, 14 europeos y 2 criollos), que los productores, sin orientación, habían realizado buscando un tipo de animal que mejor responda a las condiciones ambientales productivas de sus fincas. Seguramente esta situación es general en los países de la región y refleja la inquietud de los productores, aún sin respuesta, con respecto a los recursos genéticos bovinos más apropiados para las diferentes condiciones del trópico centroamericano.

Hasta principios del presente siglo el ganado bovino preponderante en América Central era el descendiente de bovinos traídos de España por los conquistadores. Los primeros fueron traídos por Colón en su segundo viaje a América en el año 1493. Según Salazar y Cardozo (1981) el mayor recurso genético bovino provenía de Andalucía. El ganado bovino fue rápidamente difundido en América por sus múltiples propósitos: leche, carne, trabajo, piel, huesos y aún diversión, constituyéndose en un componente indispensable en toda finca. Sin embargo, su manejo fue extensivo y muy rudimentario, mantenido en pastizales pobres y carentes de cuidados sanitarios. Esto ocasionó su paulatina adaptación a las nuevas

condiciones tropicales, fruto de la acción de una selección natural por muchos años. Este ganado se ha llamado "criollo" (aún no siendo natural de América) por su resistencia, rusticidad y gran adaptación al medio.

Las principales características que reflejan su adaptación al medio son: gran fertilidad, resistencia a enfermedades y parásitos, y longevidad. Posteriormente, con la introducción del Cebú primero y razas europeas después, el Criollo demostró, además, su gran habilidad combinatoria con los nuevos genotipos, dando individuos F_1 con una clara superioridad sobre la media de individuos de las razas puras (vigor híbrido). Desgraciadamente esto fue mal interpretado por los ganaderos, quienes atribuían todas las buenas cualidades de los F_1 a la raza introducida, que consideraban como "mejorante". Consecuencia de esto ha habido en la mayor parte de las zonas, una absorción completa de los criollos por el Cebú. Sin embargo, han quedado hatos aislados que, gracias a la visión de algunos buenos productores privados (Sr. Reyna, Sr. Melgar) se han mantenido y explotado; también han habido aisladas gestiones de órganos estatales, centros de investigación, universidades y organismos internacionales que han fomentado la mantención e investigación de los Criollos (como por ejemplo, FAO), con el objeto de buscar alternativas de producción a los, en general, bajos rendimientos de los diferentes tipos de Bos indicus.

Estos hechos han motivado a numerosos investigadores a buscar alternativas de producción, por medio de la utilización de los recursos genéticos criollos. La mayor parte de estas investigaciones han estado orientadas a cruces con el ganado predominante en la zona, Cebú, pero también a cruces con razas especializadas (ejemplo Jersey, Pardo Suizo, Charolais); así como el Cebú con razas europeas.

Las investigaciones sobre cruzamientos, en general, demuestran la superioridad del mestizo (F_1) en relación con las puras, considerando: peso al nacer, crecimiento predestete, peso al destete, crecimiento postdestete y aún en características de la canal, que generalmente presentan mayores heredabilidades (ver por ejemplo: Plasse, 1983, Mujica y Tewolde, 1988). Algunos autores, como Plasse *et al.* (1986), han determinado, igualmente, la superioridad de los cruces en relación con menores mortalidades. Sin embargo, también hay resultados de investigaciones que señalan la superioridad de las razas puras en relación a los cruces (F_1), especialmente en caracteres relacionados con eficiencia reproductiva y sobrevivencia, caracteres en los cuales las razas puras "adaptadas" como Criollo y Cebú no siempre son superados por la F_1 (Mujica y Tewolde, 1988).

Los resultados de estas investigaciones, si bien documentan en general la superioridad de los F_1 sobre la media en individuos de las razas puras (heterosis), aún no han dado una respuesta satisfactoria a cómo continuar posteriormente los cruzamientos de los individuos F_1 .

EXISTENCIA DE RECURSOS GENÉTICOS CRIOLLOS EN CENTROAMÉRICA

En la actualidad en Centroamérica son pocos los núcleos que cuentan con ganado Criollo. Los más importantes son los hatos Romosinuanos (Romo) y Criollo lechero Centroamericano (CLC) del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); el hato CLC de la Sra. Socorro Reyna y de la familia Sacasa en Rivas, Nicaragua; el hato del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA) en las Mercedes, Nicaragua; algunos núcleos de CLC en varias regiones (Choluteca, Catacamas, Dulce Nombre) y del CURLA en Honduras; un hato de CLC en Jocoro, El Salvador; el hato CLC del Centro de Investigación y Mejoramiento de Producción Animal (CIMPA) cerca de Santiago y el hato de Romana Rojo de Central Romana Corp. en República Dominicana; el hato de Criollo Barroso Salmeco (CBS) del Sr. Salvador Melgar en Chiquimulilla, Guatemala (Otras referencias: Muller-Haye, 1977). El uso de inseminación artificial (I.A.) como medio de propagación de estos recursos genéticos es aún muy limitado. Los principales son el Centro del MIDINRA en Nicaragua y el Centro de I.A. del CATIE; más limitados son los centros de transferencia de embriones.

Una acción coordinada y técnicamente dirigida con hatos de ganado criollo, combinada con una mejor ejecución y mayor uso de I.A., contribuirá a crear una base genética, que dé lugar a la expresión de una gran variabilidad genética, indispensable para la selección y adecuado uso de estos recursos genéticos. Previamente es indispensable la organización de buenos registros a nivel de las fincas particulares mencionadas.

Se deben buscar recursos y coordinar los programas de investigación en sistemas de producción promoviendo la utilización de recursos genéticos criollos. Sin embargo, tal como lo plantea McDowell (1987), se debe empezar desde ya con un activo intercambio de información.

Como se verá más en detalle posteriormente, ya se han realizado en la región muchas investigaciones sobre producción y mejoramiento bovino, con la utilización de recursos genéticos criollos. De estas investigaciones, tal como lo indica Tewolde *et al.* (1988), se puede llegar a la conclusión que los recursos genéticos estudiados tienen el potencial para contribuir al mejoramiento del componente biológico de los sistemas de producción predominantes en el trópico Centroamericano. Sin embargo, es necesario caracterizar los diferentes grupos genéticos en el trópico con mayor precisión en cuanto a adaptación a diferentes condiciones ambientales, considerando los sistemas de producción que se manejan.

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO

Más de 60 caracteres pueden ser mejorados por medio de cruzamientos (McDowell, 1985), pero para la elección de éstos deben haber claros objetivos de mejoramiento, para lo cual se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- a) Considerar que el trópico Centroamericano no es homogéneo, sino que hay variaciones principalmente:
 - por humedad (zonas húmedas, semi-húmedas, semi-secas y secas);
 - por altura (zonas altas, frescas; zonas intermedias; zonas bajas, calurosas);
 - por topografía del terreno (zonas planas y quebradas). Estas condiciones pueden definir el tipo de ganado en cuanto a su adaptación a condiciones de calor; resistencia a enfermedades y parásitos; capacidad de uso de pastizales pobres; en general estabilidad y viabilidad.
- b) Comercialización e infraestructura relacionadas con: precios, cercanías a mercados o centros de acopio de leche; caminos. Estas condiciones pueden definir el sistema de producción a emplear (leche, carne o doble propósito).
- c) Recursos alimenticios disponibles. Según Yazman *et al.* (cit. por McDowell, 1985), la producción de leche máxima que puede dar una buena pradera tropical, bajo riego, es 3,000 a 3,200 Kg, sin recurrir al uso de concentrado. Sin embargo, cuando la alimentación está limitada al pastoreo con praderas naturales, residuos de cosecha y poco uso de concentrado (<5kg/día), la producción de leche está limitada a 2.000-2.500 Kg; bajo las condiciones imperantes en algunas zonas del trópico Centroamericano (terrenos escarpados, pastizales pobres, "estrés" por calor, sequía prolongada de verano, fluctuaciones climáticas anuales, sin uso de concentrados), la capacidad de producción es aún menor que 2.000 kg.

Estas limitaciones en los recursos alimenticios deben tenerse presentes al establecer los objetivos de mejoramiento genético.

Para establecer algunas comparaciones, las producciones de leche alcanzadas por varios cruces de Holstein con Guzerat y con Gir en Brasil, dan los resultados expuestos en el Cuadro 1.

Resultados muy semejantes obtuvieron Madelena *et al.* (1978). Al existir condiciones que limiten el aprovechamiento de la capacidad productiva de los cruces, si las condiciones son pobres, se debe utilizar la raza mejorada en los cruces, en una proporción menor del 50%.

Según McDowell (1985) hay evidencias de que para una mayor eficiencia, un genotipo debe tener habilidad de producción de alrededor de un 30% más de las posibilidades dadas por los recursos nutritivos disponibles en la finca.

Esta reserva se le asigna a la vaca para poder aprovechar ocasionales alimentos mejorados, por ejemplo después de caídas pluviométricas favorables a la pastizales.

Cuadro 1. Efecto de la proporción de sangre de razas europeas especializadas (Holstein) en cruzamiento con Gir y Guzerat sobre la producción de leche.

% sangre Holstein	Producción de leche (kg)
0	1.582
2/8	1.992
4/8	2.527
5/8	2.567
6/8	2.435
8/8	2.332

Fuente: McDowell (1985)

SISTEMAS DE CRUZAMIENTO

a. Generalidades

Los métodos de cruzamiento están basados en su mayor parte, en el arreglo o disposición de los efectos favorables de genes dominantes en cada generación. La teoría de la selección, en cambio, está basada en la acumulación de los efectos aditivos favorables, de una generación a otra.

Los cruzamientos no se deben considerar como un sistema alternativo a la selección, o como estrategias excluyentes. Por lo contrario, todo programa de cruzamiento debe estar complementado con una adecuada selección, para asegurar el mayor adelanto genético de la población (Cunningham, 1981).

Al aparearse animales de diferentes grupos genéticos suele producirse el fenómeno llamado heterosis, ésto es cuando la media de los hijos superan la media de los padres. La base de la heterosis es, según Cunningham y Syrstad (1987), la suma de todos los efectos de dominancia, positivos o benéficos, de los locus individuales. Ya que los efectos de dominancia de los genes son generalmente positivos (o benéficos), se espera que la heterosis actúe generalmente en dirección favorable. Se sabe que los mutantes, generalmente desventajosos, tienden a ser recesivos.

Normalmente se dá un énfasis al desarrollo de modelos para cruzamiento basado en los efectos aditivos y de dominancia de los genes. Sin embargo, puede haber desvíos ocasionales por:

- (1) la presencia de efectos epistáticos;
- (2) la presencia de efectos maternos; e
- (3) interacción genotipo-ambiente.

Según Dickerson (1974) un criterio general para evaluar grupos genéticos es la reducción potencial en el costo de producción por unidad de valor producto animal. Esto es de particular relevancia para pequeños y medianos productores, que cuentan con capital e infraestructura físico-económica muy limitados.

b. Cruces con dos razas. Uso de sementales cruzados (F₁).

(1) Generalidades

Estos cruces resultan de apareamiento de sementales de una raza mejorada con hembras locales (criollas o cebuinas), para formar la población comercial.

(2) Resultados de investigaciones.

Existen numerosas publicaciones en el trópico americano, cuyos resultados en general destacan la superioridad de los animales cruzados (F₁) sobre los puros (ver referencia de publicaciones en: Plasse, 1981; Plasse, 1983; Mujica y Tewolde, 1988). El mejor comportamiento reproductivo de los F₁ es aún más evidente al cruzar una raza mejorada europea (Bos taurus) con razas cebuinas (Bos indicus) de la región (Madelena e Hinojosa, 1976).

Algunos autores se refieren a la diferente "habilidad combinatoria" al considerar diversas razas en la línea materna y en la línea paterna, como asimismo la mayor habilidad materna de ciertas razas. Muñoz y Martín (1969) destacan, en sus investigaciones, una habilidad materna superior de las vacas Criollas y Sta. Gertrudis y la superioridad de los Brahman en la línea paterna.

McDowell (1985) hace un resumen de diferentes publicaciones provenientes de 25 países de clima tropical y que abarca 57 grupos de cruces de dos razas, considerando 15 razas nativas y 7 europeas (Cuadro 2). Los resultados más relevantes marcan una superioridad de los mestizos (F₁) sobre los puros, en relación con:

- primer parto más temprano;
- mayor producción de leche; e
- intervalos algo menores entre partos.

Cuadro 2. Promedios de producción para razas nativas, su primer cruce, cruces 3/4 y razas europeas puras.

Grupo Genético (GG)	No. de GG	Edad 1er. parto (meses)	Prod Leche (Kg)	Largo Lactancia (días)	Intervalo entre partos (días)
Nativa	15	43,1	894	244	444
Cruce de dos razas	57	33,8	1963	316	437
Cruces 3/4 Europeos	26	44,5	2072	288	454
Cruce de dos razas	7	36,5	2426	312	460
	21	34,3	2108	285	415
Desviación (%)					
Dos cruces: nativos		-27,6	147,1	30,8	-7,2
3/4: dos cruces		7,4	6,3	-8,5	20,9
Dos cruces: europeos		-11,2	-27,4	-12,1	-11,1

Fuente: McDowell (1985)

(3) Conclusiones generales.

Se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Los mestizos (F_1) son generalmente superiores a los puros.
- Si los F_1 se explotan como población comercial, es necesario mantener una parte de la población del genotipo local en forma "pura", para la producción de los descendientes comerciales.
- Los cruces presentan gran variabilidad debido a:
 - condiciones ambientales, y
 - baja dominancia de los genes de carácter productivo (leche o carne).
- En producción de leche, suelen presentar los mejores resultados los cruces con Holstein (Vaccaro, 1974a, 1974b); Becerril *et al.*, 1981), pero si se consideran además caracteres reproductivos, por medio de un índice, cambia el orden de mérito (Madelena, 1981). Es necesario destacar que a veces los cruces no gustan a los productores debido a:
 - menor temperamento que el semental corriente generalmente Cebú,
 - tetas pequeñas (más difícil de ordeñar o dificultades del ternero en el amamantamiento);
 - productoras de demasiada leche, para la capacidad que pueda comercializar el productor; o necesidad de más tiempo de ordeño.

El verdadero desafío es establecer programas de mejoramiento genético que en lo posible retengan los méritos de los F_1 . Algunos autores plantean como alternativas la formación de "poblaciones compuestas" (Plasse, 1988). En los capítulos posteriores se analizarán otros diferentes sistemas de cruzamientos.

(4) Uso de sementales cruzados (F_1)

Una alternativa es usar el semental F_1 (ej. Romosinuano x Cebú o Criollo lechero x Cebú) en los hatos comerciales de los productores. Este método tiene como gran ventaja la simplicidad para los productores, de que sólo tienen que aceptar o rechazar el uso del toro cruzado en las hembras de su finca, normalmente manejadas bajo condiciones deficitarias en cuanto a recursos alimenticios y que limitan "altas" producciones de las vacas. Para llevar a cabo este programa de mejoramiento es necesario una mínima organización, dirigida por organismos gubernamentales u otras organizaciones del agro. Se debe coordinar la producción de sementales cruzados (en granjas con hembras locales seleccionadas); también se debe coordinar la distribución de sementales en fincas y organizar en éstas los mínimos registros productivos y reproductivos. Este sistema de cruzamiento a veces llamado "absorción al 50% de la raza mejorada, o exótica", tiene la ventaja de aprovechar la mitad de los efectos de heterosis y la mitad de las diferencias aditivas entre la raza local (Criolla) y la introducida (Cebú o razas europeas).

Según Cunningham y Syrstad (1987) el aprovechamiento de este sistema es mayor cuando la heterosis es más importante, en relación con la magnitud de las diferencias aditivas

c. Cruce con tres razas

(1) Generalidades

Este cruce se forma con el apareamiento del F_1 con una tercer raza. Su éxito es muy discutido, sobre todo en áreas fuera del ámbito latinoamericano, donde se ha tenido malas experiencias (McDowell, 1985). Sin embargo en América Latina (A.L.) se ha tenido en general buenos resultados.

(2) Investigaciones realizadas

Plasse (1983) informa sobre resultados de la crucea F_1 (Criollo x Cebú) x Charolais, que dieron los mejores rendimientos en cuanto a peso al destete (122) y pesos a los 18 meses (113) comparando con el Cebú (100).

Según el autor, también la crucea (Criollo x Cebú) x Cebú obtuvo buenos resultados en cuanto al peso al destete (114), comparado con el Cebú (100), el peso al año es algo inferior (98).

Medina *et al.* (1974) constataron superioridad de la crucea entre vacas F_1 (Brahman x Sta. Gertrudis; Brahman x Criollo y Criollo x Sta. Gertrudis) cruzados con toros Charolais, en comparación con toros Brahman y Criollos.

El mejor comportamiento de los cruces con 3 razas en el trópico de A. L. eventualmente se debe a que dos de los grupos genéticos (Criollo y Cebú) están adaptados a las condiciones de la zona, solo el 3er. grupo (o segundo, *Bos taurus*) es de reciente introducción (exótico).

Estas experiencias coinciden con lo planteado por Dickerson (1969), quien afirma que la máxima utilización de la heterosis y de diferencias entre razas en el comportamiento maternal y paternal se obtiene con el cruce de tres razas: "una raza superior de sementales apareados con una F_1 compuesta por la crucea de dos razas superiores de madres".

d. Cruces 5/8

(1) Generalidades

Estos cruces tienden a dar tan buenos resultados como los individuos F_1 . Sin embargo, según López y Planas (1982) y McDowell (1983), es importante cómo ellos se originan:

- los mejores resultados se obtienen con los siguientes apareamientos: - hembra ($3/4 C$ $1/4 E$) x macho E.
- hembra ($1/2 C$ $1/2 E$) x macho ($1/4 C$ $3/4 E$);
- el peor comportamiento se obtiene:
- cruzando hembra ($1/4 C$ $3/4 E$) con macho C. siendo C= raza local ej: criollo. y E= raza europea mejorada.

La crucea formada por 5/8 (raza mejorada) y 3/8 (raza nativa, normalmente cebú), ha sido una base común para la formación de razas sintéticas.

(2) Resultados de investigaciones

Según datos no publicados procedentes de Cuba (cit. por McDowell, 1985), la crucea 5/8 Holstein x 3/8 Cebú es la que mejores resultados ha dado, considerando producción de leche y la eficiencia reproductiva de los animales (Cuadro 3).

En el Cuadro 3 se observa que en la medida que aumenta el % "de sangre" Holstein la producción de leche tiende a ser mayor, pero la eficiencia reproductiva (medida en la edad al primer servicio, intervalos entre partos, servicios por concepción y días al primer estro) tienden a empeorarse; también la calidad de la leche (% de grasa y proteína). Resultados semejantes fueron obtenidos por Prada (1979) en la misma crucea. Para maximizar el uso de Criollos (Ramosinuano y Criollo lechero centroamericano) el área de Ganadería Tropical del CATIE propone, a modo de ejemplo aún no validado, el siguiente sistema de cruzamiento con participación de 3 razas en diferentes cruces.

- Formación de la F_1 con la crucea del Cebú con Holstein, Pardo suizo, Jersey y Criollo.
- Incorporación del Ramosinuano:
 - Ramosinuano x (Holstein x Cebú)
 - x (P. Suizo x Cebú)
 - x (Jersey x Cebú)
 - x (Criollo x Cebú)

Cuadro 3. Comportamiento de Los Cruces Holstein x Cebú en Cuba (datos no publicados. cit. por McDowell, 1985).

PROPORCION DE HOLSTEIN	1/4	1/2	5/8	3/4	7/8
Caracteres					
Edad al 1er. servicio (meses)	22	21	19	20	21
Edad al 1er. parto (meses)	32	31	31	31	31
Producción 1er. lactancia (Kg)	1028	1811	3100	3333	3766
Largo lactancia (días)	151	214	270	301	320
% Mat. grasa	4,5	4,4	4,1	3,5	3,3
% Proteína	3,6	3,5	3,4	3,4	3,4
FCM, Kg	1104	1920	2821	3039	3426
Intervalos entre partos (días)	403	382	395	433	433
Servicios/concepción	1,6	1,6	1,7	2,0	2,3
Días al 1er. estro	72	77	66	71	92

- Cruce final

Holstein x (1/2 Romo 1/4 Holstein 1/4 Cebú)
 P. Suizo x (1/2 Romo 1/4 P. Suizo 1/4 Cebú)
 Jersey x (1/2 Romo 1/4 Jersey 1/4 Cebú)
 Criollo L. x (1/2 Romo 1/4 Criollo L. 1/4 Cebú)

Con ésto se obtiene un "producto final" compuesto por 2/8 Romo 1/8 Cebú y 5/8 de la raza lechera (Criollo, Jersey, Holstein, P. suizo.).

Estos cruces se deberían evaluar bajo diferentes condiciones de finca, fundamentalmente bajo un sistema de doble propósito. Sin embargo, la ejecución de un programa de cruzamiento, tal como el descrito, implica una organización e infraestructura difícil de encontrar bajo las condiciones normales de los países del área; existen antecedentes que permiten suponer un buen comportamiento productivo y reproductivo de este tipo de cruce 5/8, bajo las condiciones imperantes del trópico.

e. Cruces 3/4

(1) Generalidades

Es el resultado de la retrocruza de hembras F₁ con toros de la raza mejorada. Este cruce ha demostrado, en general, malos resultados, aún inferiores a los esperados.

(2) Investigaciones realizadas

Según investigaciones realizadas en Cuba (Cuadro 3) los 3/4 fueron algo superior en producción de leche, que la F_1 , pero su primer parto fue un año más tarde y su intervalos entre partos aproximadamente un mes más largos.

Los cruces 3/4 presentan además, mayores mortalidades y su viabilidad es menor. Según Madelena (1981) se le considera un ganado de "alto riesgo". También McDowell (1985) confirmó el bajo rendimiento de este tipo de cruzamiento (Cuadro 1); lo mismo Breinholt (1982), en hatos lecheros de Bolivia, y Prada (1979) en Cuba. Según las investigaciones de Madelena *et al.* (1979) el cruce 3/4 fue un ganado intermedio entre el 1/2 Holstein y el Holstein puro. En general, se puede afirmar que no hay un aumento lineal de la producción al sobrepasar el 50% de sangre de raza mejorada.

Falconer (1960) se refiere a la degradación del genotipo en ambiente tropical, pero probablemente se refiere a que el genotipo por condiciones de manejo y nutritivas, no responde a su potencial productivo.

De Alba y Kennedy (1985) analizaron el 3/4 Criollo y constataron que este cruce produce significativamente menos leche y tiene lactancias más cortas que los F_1 o los 3/4 Jersey. Por esta razón los autores mencionados recomiendan, para este material, la retrocruza de hembras F_1 con Jersey y posteriormente usar un sistema de cruzamiento tipo "criss - crossing".

f. Cruzamientos rotacionales

(1) Cruzamiento rotativo con 2 razas

Un cruzamiento rotacional entre dos razas (o grupos genéticos) se establece al aparear machos de cada raza con las hembras cruzadas, alternándose de generación en generación. Después de algunas generaciones se tiene individuos con 67% de genes de un grupo parental y 33% del otro, siendo el grupo genético que contribuye con 2/3, el último del cual se obtuvo los sementales en la rotación.

Si la diferencia entre los dos grupos genéticos es grande, en cada generación se obtienen animales de tipo y niveles de producción muy diferentes. Esto es una gran desventaja, pues ofrece a los individuos menores oportunidades de adaptación a los ambientes particulares, donde se originan; además existen problemas de manejo para el productor, de una generación a otra.

El éxito de estos sistemas de cruzamiento dependerá de la proporción de efectos aditivos y de heterosis del material que se va a trabajar. Este sistema de cruzamiento se conoce también como retrocruzamiento recíproco o "criss - cross" y teóricamente tiene mayores posibilidades de éxito en especies de bajos niveles reproductivos, como es el caso de los bovinos (Dickerson, 1974). El autor recomienda en ganado de carne el uso de sementales terminales con rotación de hembras cruzadas, y en ganado de leche, la rotación de sementales en un programa de cruzamiento entre razas.

Según Cunningham y Syrstad (1987) este sistema tiene la ventaja de utilizar pequeños núcleos de raza, ya que sólo se necesitan sementales puros de ambas razas. Las hembras constituyen la extensa población comercial.

Plasse (1983) y Gregory y Cundiff (1980) informan sobre resultados de cruzamiento rotacionales entre Criollo y Cebú en Beni, Bolivia. En el Cuadro 4, se puede observar las variaciones de los resultados dependiendo de los grupos genéticos correspondientes. Los mejores resultados lo obtuvieron los cruces 1/2Z 1/2C, pero llama la atención los bajos rendimientos de los 3/8Z 5/8C, en relación con el peso al destete.

(2) Cruzamiento rotativo con 3 razas

Cada una de las tres razas es usada en forma rotativa como raza del semental. Bajo nuestras condiciones se asume la cruce de un Criollo con Cebú y luego con una raza europea mejorada.

Cuadro 4. Cruzamientos rotacionales entre Criollos y Cebú en Beni, Bolivia.

GRUPO GENETICO	PREÑEZ (%)	PESO DESTETE (kg)	PESO POST-DESTETE (18 meses, kg)
Cebú (Z)	100	100	100
1/4Z 3/4Criollo	110	105	90
3/8Z 5/8Criollo	108	94	101
1/2Z 1/2Criollo	118	105	110
5/8Z 3/8Criollo	107	108	101
3/4Z 1/4Criollo	106	110	101
11/16Z 5/16Criollo	—	101	—

Fuente: Plasse (1983); Gregory y Cundiff (1980)

En producción bovina, no hay muchas experiencias en A.L. con este sistema de cruzamiento. Seguramente por dificultades prácticas originadas por el largo intervalo de generación del bovino.

Teóricamente en la medida que aumentan los grupos genéticos que intervienen en el cruzamiento rotativo, se puede mantener un mayor % de heterocigosis de los F₁.

Según Gregory y Cundiff (1980), el sistema de cruzamientos rotativos puede proveer el medio para usar simultáneamente, tanto los efectos no aditivos (heterosis) como aditivos (diferencia entre razas) de los genes.

Según los mismos autores, el cruzamiento rotativo de cuatro razas generalmente muestra, para la mayoría de los caracteres postdestete, un mayor nivel de heterosis que el cruzamiento entre tres razas

g. Absorción a la raza introducida (encaste)

Este ha sido probablemente uno de los sistemas de cruzamiento más usado en el trópico Centroamericano, pero por falta de orientación técnica ha tenido en general resultados negativos.

En América Central el primer cruzamiento absorbente que se realizó fue el de Cebú x Criollo, que tuvo por resultado la extinción casi completa de este último valioso recurso genético y un descenso de la eficiencia reproductiva y productiva del animal encastado.

Plasse (1983), Bauer *et al.* (1988) y Verde *et al.* (1988) informan de datos tomados en Beni, Bolivia, el efecto del uso continuo de toros Cebú, sobre hembras originalmente Criollas (Cuadro 5). En este Cuadro se observa que la mejor eficiencia reproductiva la presenta el F₁ (1/2Z 1/2C), posteriormente, en la medida que aumenta el Cebú, las cruas se van haciendo más deficientes.

Cuadro 5. Efecto de absorber Criollos por Cebú en el Beni, Bolivia.

MADRE	TERNERO (%)	PREÑEZ	DESTETE	DESTETE/VACA
Criollo (C)	C	—	100	100
Criollo	1/2Z	100	108	109
1/2 Z 1/2 C	3/4Z	122	114	135
3/4 Cebú (Z)	7/8Z	114	103	115
7/8 Cebú	15/16Z	107	104	109

Fuente: Plasse (1988); Bauer *et al.* (1988); Verde *et al.* (1988)

Plasse (1983) informa sobre resultados semejantes al absorber el Criollo - Brahman con el Santa Gertrudis.

También hay experiencias cuando la raza que "absorbe" es una raza mejorada europea (*Bos taurus*). Para esto ver Cuadro 1, según datos tomados en Brasil por McDowell (1985) y considerar los trabajos de Madelena *et al.* (1982), que dan resultados semejantes a los anteriormente señalado.

En general se puede afirmar que el óptimo porcentaje de la raza mejorada en la cruce dependerá de las condiciones ambientales de las fincas, donde la cruce se manejará, pero por las investigaciones analizadas se puede afirmar que aún en las mejores condiciones, no debe pasar los 5/8.

h. Razas sintéticas

(1) Generalidades

Las razas o grupos genéticos sintéticos, pueden formarse por el apareamiento inter se de cualquier grupo cruzado.

La forma más sencilla es formarla a partir de la generación F_1 . También puede formarse por el retrocruzamiento con el grupo genético parental superior.

La proporción de heterosis retenida en los grupos sintéticos depende de la proporción de genes del grupo sintético de cada padre (P_i), según la fórmula de Dickerson (1973):

$$1 - (P_i)^2$$

Y así por ejemplo, si un sintético parte de un retrocruzamiento, la proporción de heterosis es:

$$1 - (0.75)^2 - (0.25)^2 = 0.375$$

Se han descrito por lo menos 30 grupos sintéticos (Falconer, 1960), pero que en general no han tenido éxito, sobre todo por el escaso número de individuos con los cuales se trabaja. También hay escepticismo en aceptar estas razas sintéticas, pues en general no hay posibilidades de valorar objetivamente los registros de comportamiento de los individuos "fundadores".

(2) Investigaciones realizadas

La raza sintética más antigua en A. L. de que se ha informado es la Jamaica Hope (80% Jersey, 15% Sahiwal y 5% Holstein), según Wellington y Mahadevan, (1975), originada en una granja estatal de Jamaica (1952).

Otras razas sintéticas son:

- Pitangueiras (5/8 Red Poll, 3/8 Cebú), originada en una granja particular (1980), bajo buenas condiciones de manejo, en relación a explotaciones comerciales, y
- Siboney (5/8 Holstein, 3/8 Cebú), originada en varias granjas estatales de Cuba.

Los "creadores" de estas razas sintéticas recomiendan emplear estas razas absorbiendo las razas nativas (Cebú y Criollos), lo que en muchas circunstancias puede ser muy discutible.

(3) Condiciones generales para razas sintéticas (McDowell, 1985):

- hay muy pocos (si es que hay) sementales probados de estas razas;
- se han realizado muy pocas evaluaciones fuera del área de origen;
- altos costos de producción debido a que las unidades son pequeñas;
- una posibilidad de uso es cruzar con F_1 (I. A.);

- las poblaciones sintéticas ofrecen las mismas oportunidades, como los cruzamientos rotacionales para retener heterosis individual y maternal (Dickerson, 1974);
- si la adaptación a determinadas condiciones de manejo es crítica, los "sintéticos" se comportan mejor que los rotativos; y
- en general se considera operacionalmente más fácil el uso de razas sintéticas.

(4) Obtención de F_2

Se origina por el apareamiento inter se de los F_1 . Según McDowell (1985), teóricamente se espera que los F_2 tengan el siguiente comportamiento:

- producción de leche: 16 - 20% inferior a F_1 ;
- heterosis: 6% de la de F_1 ;
- una desventaja adicional de 10 - 15% por haber menores oportunidades de seleccionar a los padres.

Bajo condiciones tropicales, según McDowell (1985), los F_2 presentan producciones de un 20 - 60% menos de las de F_1 , o sea, muy por debajo de las expectativas.

De Alba y Solares (1962) constataron un marcado vigor híbrido en el F_1 (ejm. Cebú x Pardo Suizo), pero el F_2 según los autores, mostró una producción inferior a todos los otros grupos con cruzamientos Europeos x Cebú.

Sin embargo, según Hernández (1981) el apareamiento inter se de animales F_1 produce una F_2 muy similar a la F_1 , no observando segregación o disminución de la heterosis original.

Cabe recordar que, como en todos los sistemas de cruzamientos, debe haber una adecuada selección de los animales que serán progenitores de la siguiente generación.

i. Limitaciones en el uso de cruzamientos

- (1) Altos costos de organización, aunque según resultados obtenidos fuera del área, los costos de mantenimiento de cruces son menores que los de los puros.
- (2) A menudo se establecen programas de mejoramiento genético sin considerar las prioridades de los productores y por lo tanto hay poca receptibilidad de parte de ellos.

Algunas consecuencias de este hecho:

- México: las vacas locales presentaban mayor persistencia en la producción de leche que los cruces (Aluja, 1984).
 - Los cruces necesitan generalmente alimentación complementaria, que bajo las condiciones prácticas de finca, es difícil ofrecer (problema de costos).
 - Mayores producciones de leche necesitan mejores canales de comercialización (centros de acopio) o las vacas se pueden constituir "de alto riesgo". Esto puede solucionarse por medio de sistema de doble propósito.
- (3) Estructuras complicadas. Los productores prefieren sistemas sencillos por ejemplo: uso de toros cruzados, en vez de efectuar apareamientos dirigidos con dos o tres razas.
 - (4) No se considera la venta del animal para carne, pues con mucho % de razas lecheras (mayor del 50%) se obtienen bajos precios de los animales en el mercado de carne.
 - (5) Fluctuaciones climáticas anuales comunes en el trópico, especialmente en relación con el largo del período seco y caída pluviométrica total. Este factor es de más alto riesgo bajo condiciones tropicales de lechería especializada.

Según Schneeberger *et al.* (1982) las fluctuaciones anuales en producción de leche son de un 32% y en el intervalo entre partos es de un 31%, medidas tomadas en animales Jamaica Hope.

En un período similar a la investigación recién mencionada, según datos no publicados, en Venezuela (cit. por McDowell, 1985), las fluctuaciones anuales fueron en ganado de leche Holstein: de un 32%.

Estas grandes variaciones climáticas (ambientales en general), teóricamente reducen el componente genético y por lo tanto hay mayores dificultades para estimar el mérito de los cruces.

BIBLIOGRAFIA

- ALBA, J.; y SOLARES, L. 1962. La utilización de sangre de razas europeas y zebú para producción de leche en América Tropical. Turrialba (C.R.) no. 12:38-39.
- ALBA, J. de; KENNEDY, B.W. 1985. Milk production in the Latin America Milking Criollo and its crosses with the Jersey. Anim. Prod. (EE.UU.) no. 41: 143-150.
- ALUJA, A. 1984. Livestock production systems in central Veracruz State of Mexico. Tesis Ph.D. Ithaca, N.Y. Cornell Univ.
- BAUER, B.; GALDO, E.; VERDE, O.; PLASSE, D. 1988. Absorción de Criollos Cebú en el Beni, Bolivia. 1. Porcentaje de Preñez. Resumen en: ALPA Mem. (en prensa).
- BECERRIL, P.C.M.; ROMAN H.; CASTILLO. 1981. Performance of Holstein Friesian and Brown Swiss cows and their F₁ crosses with Zebu in a tropical climate. Tec. Pecu. (Méx.) 40:16.
- BREINHOLT, K.A.; 1982. Annual milk yields and reproductive performance on small-scale dairy ranches of tropical Bolivia. Trop. Anim. Prod. (EE.UU.) no. 7:267-274.
- CATIE BID. 1983. Investigación en Sistemas de producción de leche para campesinos de limitados recursos del Istmo Centroamericano, informe final. s.n.t.
- CATIE CIID. 1985. Sistemas de Producción bovina de doble propósito para pequeños productores del istmo Centroamericano, informe técnico final del proyecto. s.n.t.
- CUNNINGHAM, E.P. 1981. Selection and cross breeding strategies in adverse environments. In: Animal Genetic Resources Conservation and Management, Anim. Prod. Health Paper. Roma, Italia, FAO. no. 24. pp. 279-288.
- CUNNINGHAM, E.P.; SYRSTAD, O. 1987. Crossbreeding Bos indicus and Bos taurus for milk production in the tropics. Roma, Italia, FAO. Anim. Prod. Health Paper. no. 68.
- DICKERSON, G.E. 1969. Experimental approaches in utilizing breed resources. Anim. Breed Abstr. 37:191-202.
- DICKERSON, G.E. 1973. Inbreeding and heterosis in animals. In: Animal Breeding and Genetic Symp. Champaign, Il., EE.UU., Amer. Soc. Anim. Sci.). (Proceeding). p. 54-77.
- DICKERSON, G.E. 1974. Evaluation and utilization of breed differences. Presentado en: Working Symposium Breed Evaluation and Crossing Experiments, Zeist.
- DICKERSON, G.E. 1978. Animal size efficiency: basic concepts. Anim. Prod. (EE.UU.) no. 27:367-379.
- DICKERSON, G.E. 1982. Effects of genetic changes in components of growth in biological and economic efficiency of meat production. In: Wld. Congr. Genet. Appl. Silvest. Prod. (Madrid, España). (Proceeding). v.5. p. 252-267.

- FALCONER, D.S. 1960. An introduction to quantitative genetics. New York, EE.UU., Ronald Publ. Co.
- FRISCH, J.E. VERCOE. 1978. Utilizing breed differences in growth of cattle in the tropics. *World Animal Review* (EE.UU.) no. 25:8-12.
- GALLARDO M.E. y LOPEZ J.R.. 1986. Centroamérica, la crisis en cifras. San José, C.R., IICA/FLACSO.
- GREGORY, K.E. y L.V. CUNDIFF. 1980. Crossbreeding in beef cattle. Evaluation of systems. *J. Anim Sc.* (EE.UU.) no. 51:1224-1242.
- HERNANDEZ, G. . 1981. Las razas Criollas Colombianas para la producción de carne. *In: Recursos Genéticos Animales en América Latina*. Ed. by B. Muller - Haye y J. Gelman. Italia, FAO. Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal no. 22. p. 52-76.
- HETZEL, D.L.S. y SEIFERT, G.W. 1986. Breeding objectives and selection traits for extensive beef cattle production in the tropics. *In: Congr. Genet. Apl. Anim.* (3., Lincoln, Nebraska, EE.UU.). p. 244-258.
- LEONARD, J. 1986. Recursos naturales y desarrollo económico en América Central, un perfil ambiental regional. CATIE. Informe Técnico no. 127. 268 p.
- LOPEZ, D.; PLANAS, T. 1982. The productive performance of the base population of a new breed genotype: The Cuban Siboney. *In: World Congr. Genet. Appl. Livest.* (2.). (Proceeding). v. 8. p. 238.
- MADELENA F.E.. 1981. Crossbreeding strategies for dairy cattle in Brazil. *World Anim. Rev.* (EE.UU.) no. 38:23.
- MADELENA, F. 1987. Crossbreeding cattle in Latin America. *In: Animal Genetic Resources Strategies for improved use and conservation*. Italia. FAO. Anim. Prod. Health. Paper no. 66.
- MADELENA, F.E.; HINOJOSA, C. 1976. Reproductive performance of Zebu compared with Charolais x Zebu females in a humid tropical environment. *Anim. Prod.* (EE.UU.) no. 23:55-62.
- MADELENA, F.E., FREITAGS, A.F.; MARTINEZ, M.L. 1978. Comparative evaluation of milk production in Holstein Friesian x Gir cows. *In: World Conference on Animal Production* (4., Buenos Aires, Argentina). (Proceeding). v. 2. p. 650-658.
- MADELENA, F.E.; MARTINEZ, M.L.; FREITAGS, A.F. 1979. Lactation curves of Holstein Friesian x Gir cows. *Anim. Prod* (EE.UU.) no. 29:101-107.
- MADELENA, F.E., LEMOS, A.M., TEODORO, R.L.; BARBOSA, R.T. 1982. Preliminary results on the comparative dairy performance of six Holstein- Friesian: Gusera grades in Brazil. *In: World Congress of Genetics Applied to Livestock Production* (2., Madrid, España). no. 2. p. 18-22.
- McDOWELL, R.E. 1983. Strategy for improving beef and dairy cattle in the tropics. Ithaca, N.Y. Cornell Univ. Cornell Intl. Agric. Mimeo. no. 100.
- McDOWELL, R.E. 1985. Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk, health, and fitness. *J. Dairy Sci* (EE.UU.) no. 68:2418-2435.

- McDOWELL, R.E. 1987. Matching the animal to the environment: cattle. In: Forage-Livestock Research needs for the Caribbean Basin. Ed. by Moore, J.E. Quesenberry, K.H., Michaud, M. p. 109-118.
- MEDINA, O.; H. MUÑOZ, H.; DEATON, O. 1974. Productividad de ocho grupos raciales de vacas de carne. Tomado de: ALPA Mem. v. 9. p. 65.
- MULLER-HAYE, B. 1977. Bibliografía del ganado vacuno criollo de las Américas. Roma, Italia. Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal no. 5. p 67.
- MUJICA, F.; TEWOLDE, A. 1988. Características de importancia económica en producción de leche y carne, considerando especialmente sistemas de producción de doble propósito en el trópico. Tomado de: Memorias de Conferencia Internacional sobre Sistemas y Estrategias de mejoramiento de ganado en el trópico. Guatemala.
- MUÑOZ, H.; MARTIN, T.G. 1969. Crecimiento antes y después del destete en ganado Santa Gertrudis, Brahman y Criollo y sus cruces recíprocos. Tomado de: ALPA. Mem. v.4. p. 7-27.
- PLASSE, A. 1981 El uso de ganado Criollo en programas de cruzamiento para la producción de carne en América Latina. Ed. by B. Muller Haye y J. Gelman. Roma, Italia. Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal no. 22. p. 77-107.
- PLASSE, D. 1983. Crossbreeding results from Beef cattle in the Latin American Tropic. Anim Breed Abstr. (EE.UU.) 51 (11):779-797.
- PLASSE, D. 1988. Result from crossbreeding, Bos taurus and Bos indicus in tropical Latin America. In: Congreso de Ovinos y Bovinos de carne (3.). (Acta). v.2. p. 73-92.
- PLASSE, D.; GONZALEZ, M.; VERDE, O.; LINARES T.; BURGUERA, M. 1986. Comportamiento productivo de Bos taurus, Bos indicus y sus cruces. VIII. Mortalidad pre- y postdestete. ALPA Mem. 21:42 (Resúmen). Resumen en: ALPA Mem. v.14. p. 163-167.
- PRADA, N. 1979. Programa de cruzamiento lechero en Cuba. ALPA Mem. 14:163-167.
- SALAZAR, J.J.; CARDOZO, A. 1981. Recursos genéticos animales en América Latina. Italia. Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal. v. 22. p. 8-12.
- SCHNEEBERGER, C.P.; WELLINGTON, K.E.; Mc DOWELL, R.E. 1982. Performance of Jamaica Hope cattle in comercial dairy herds in Jamaica. J. Dairy Sci. (EE.UU.) no. 65:1364.
- TEWOLDE, A.; SALGADO, D.; CAMPOS, M.; MUJICA, F. 1988. El papel de los recursos genéticos criollos en sistemas de producción bovina del trópico. Tomado de: Mem. de Conferencia Internacional sobre sistemas y estrategias de mejoramiento de ganado en el trópico. Guatemala.
- VACCARO de P.L. 1974. Dairy cattle breeding in tropical South America. World Anim. Rev. (EE.UU.) no. 12:8.
- VACCARO, de P.L. 1974. Some aspects of the performance of European purebred and crossbred dairy cattle in the tropics. Part II: Mortality and culling rates. Anim. Breed. Abstr. (EE.UU.) no. 42:93-103.
- VERDE, O.; PLASSE, D.; GALLARDO, E.; BAUER, E. 1988. Absorción de Criollo y Zebú en el Beni, Bolivia. Tomado de ALPA Mem. (en prensa).
- WELLINGTON, K.E.; MAHADEVAN, P. 1975. Development of the Jamaica Hope breed. Wold Anim. Rev. (EE.UU.) no. 15:27.