

CRUZAMIENTO EN BOVINOS DE CARNE EN AMERICA LATINA TROPICAL: QUE SABEMOS Y QUE NOS FALTA SABER

Dieter Plasse

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ciencias Veterinarias
Maracay, Venezuela

INTRODUCCIÓN

Hoy el futuro del cruzamiento no es como ayer. Porque ayer brillaba, todos éramos entusiastas por los resultados espectaculares en las vacas F₁ *Bos indicus* x *Bos taurus* en la Costa del Golfo en el sur de los Estados Unidos de América (Koger et al., 1973). Pero fue ese mismo investigador, maestro de muchos que trabajan hoy en América Latina Tropical, quien tempranamente llamó la atención sobre la situación particular de aquella zona ecológica, donde ambos puros disponibles, *Bos indicus* (Brahman) y *Bos taurus* (Hereford, Angus, Charolais, Shorthorn etc.) no estaban bien adaptados al clima subtropical y los F₁ si lo estaban en forma óptima. De allí los altos valores de heterosis observados. Pero hubo otra gran enseñanza que este científico y sus colaboradores divulgaron: los cruces, para manifestar su potencial fenotípicamente, requieren de mejores pastos que los *Bos indicus* (Koger et al., 1975).

Hoy el futuro del cruzamiento no es oscuro. Hoy, en base a muchos experimentos y experiencias realizadas en América Latina Tropical, sabemos más que ayer y tenemos una actitud más racional: no esperamos milagros, vemos el cruzamiento como una alternativa genética que en algunas circunstancias conviene y en otras no.

Quizás, en lo que se refiere al cruzamiento en el trópico, el aspecto que más consideración merece y que más ha sido ignorado, es la necesidad de armonizar el potencial genético y las condiciones ambientales que en ganado de carne tropical son principalmente la cantidad y calidad de forrajes, el nivel de suplementación factible y los aspectos sanitarios.

Es necesario definir primero bajo que sistema forrajero, alimenticio y sanitario se debe trabajar al inicio de este milenio en el subcontinente Latinoamericano, que tiene 566.5 millones de hectáreas de pastos permanentes, de los cuales un 85 % es ubicado en zonas de vida tropicales y subtropicales y el 23 % de éstas son clasificadas como sabana (Winograd, 1995); pero también tiene un déficit actual y futuro de granos (Pinstrup-Andersen et al., 1997). ¿Hasta dónde se podrá mejorar el nivel alimenticio y el programa sanitario y ser competitivo en el mundo globalizado? ¿No se mudará la ganadería de carne cada vez más a tierras marginales? El reto más grande para el genetista en todas partes del mundo es en la actualidad no generar animales que requieran de un ambiente no sostenible ecológica y económicamente (Beilharz, 1998).

Este trabajo ha sido apoyado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela a través de la Ayuda Institucional Tipo "A" N° 11-10-4323-99.

La tarea de este trabajo es resumir lo que hoy se sabe sobre el tema de cruzamiento de bovinos de carne en América Latina Tropical y señalar las lagunas de conocimiento. Se basará en revisiones previas (Plasse, 1973, 1981, 1983, 1985, 1988, 1994). La última de estas revisiones incluye los trabajos de Brasil revisados por Barbosa y Duarte (1989). Trabajos posteriores de Brasil no se consideran en este artículo porque serán tratados por otro autor en este mismo evento.

RAZAS PURAS Y HETEROSIS

Existe en América Latina Tropical una gran cantidad de razas *Bos indicus* puras para la producción de carne y no suficiente información científica sobre su valor productivo bajo condiciones comparables. Lo mismo vale para los únicos *Bos taurus* adaptados al trópico, las distintas razas Criollo descritas por De Alba (1987).

Para evaluar la magnitud de heterosis en un determinado ambiente, es necesario comparar los cruces F_1 con ambos puros paternos. Por eso, tales valores existen en América Latina Tropical solamente para cruces entre Criollo y *Bos indicus*. Los valores promedios (amplitud de variación entre experimentos en paréntesis) han sido para los distintos caracteres: Edad a pubertad, -11 %; peso a pubertad, 11 %; porcentaje de preñez, 14 % (9-16 %); peso al destete, 11 % (9-13 %); peso postdestete 16 % (12-19 %) (revisado por Plasse, 1983). En cruces entre Cebú y razas *Bos taurus* diferentes a Criollo no se puede evaluar la heterosis por falta de adaptación de éstas en forma pura. Por tal razón, estos cruces se comparan normalmente con *Bos indicus*, que en el trópico es la única alternativa de producción.

Las comparaciones entre poblaciones Criollo y Cebú han dado como resultado que en la producción total no varían mucho. Datos de 16 años de un rebaño Cebú élite de 7,352 vacas-años (Plasse et al., 1993) y sus terneros (Galdo et al., 1992) y otro de Criollo Yacumeño de 9,182 vacas-años (Verde et al., 1993) y sus terneros (Bauer et al., 1992) permitieron concluir que la extraordinaria eficiencia reproductiva en el Criollo fue compensada por el rebaño Cebú con una menor mortalidad y un mayor peso de los terneros resultando que su peso producido por vaca en rebaño al destete fue ligeramente inferior al Criollo.

SISTEMAS DISCONTINUOS DE CRUZAMIENTO

PRODUCCIÓN DE F_1 PARA EL MERCADO

Los sistemas discontinuos de cruzamiento producen más heterosis que los continuos, sin embargo, no generan sus hembras de reemplazo, las cuales hay que producir en otro rebaño o comprarlas, lo que es una gran desventaja.

La producción de machos F_1 a partir de vacas *Bos indicus* y razas paternas *Bos taurus* con 10 a 20 % del rebaño (Plasse et al., 1992) ha sido exitosa. Si se asigna una proporción mayor de vacas a este sistema, el bajo porcentaje de hembras de reemplazo Cebú no garantizará un progreso genético adecuado en este rebaño. Tanto el uso de toros Criollo en servicio natural como también el uso estratégico de la inseminación artificial (Plasse et al., 1988) han sido

funcionales en condiciones extensivas. Sin embargo, el uso de toros *Bos taurus* diferentes al Criollo en servicio natural ha sido sumamente costoso y difícil por su baja adaptabilidad al trópico y el uso de la inseminación en vacas lactantes en explotaciones extensivas no ha tenido buenos resultados.

Los resultados de 32 grupos experimentales de seis países tropicales de América Latina en que los F₁ de 17 razas *Bos taurus* cruzados con *Bos indicus* fueron comparados con grupos testigo *Bos indicus*, han sido resumidos por Plasse (1994, actualizado). Los promedios no ponderados (y amplitud de variación entre experimentos) de porcentajes de superioridad de F₁ sobre Cebú fueron para 32 valores de peso al nacer, 4 % (-8 a 16 %); 29 valores para peso al destete, 9 % (-1 a 24 %); para 24 resultados de peso a 18 meses, 12% (-2 a 26 %); para 16 de peso final de ceba, 10 % (5 a 22 %) y para 11 grupos de peso de canal, 13 % (7 a 30 %). La mortalidad hasta el destete y hasta los 18 meses fue en promedio de tres grupos de F₁ en Calabozo, Venezuela, 38 y 17 % menor que en Brahman.

En nuestros dos experimentos (Plasse et al., 1995a,b) que involucraron ocho razas *Bos taurus* en cruzamiento con Brahman, los toros F₁ superaron en peso final a los Brahman en promedio 40 y 32 kg que en esos años correspondía a un ingreso igual de US Dólares. De esto se tenía que restar, por concepto de un mayor costo en relación al Brahman, 5 US Dólares para el semen de *Bos taurus*. El mejor grupo de cruces en los dos experimentos superó a los Brahman 58 y 44 kg respectivamente.

La variación en los resultados de una considerable cantidad de grupos experimentales es muy grande y confirma la existencia de gran variación entre experimentos en la heterosis producida por los cruces Cebú x Criollo referidos anteriormente. Esta variación entre experimentos es biológicamente explicable por diferencias entre el potencial genético de las vacas y de los toros usados en los grupos testigos y experimentales, pero también se explica por los diferentes ambientes en que se han desarrollado los experimentos. Como tercera razón, de mucho peso, está la posible interacción genético-ambiental cuya importancia ha sido comprobada (Koger et al., 1975; Brown et al., 1993; Arthur et al., 1999) y que se expresa, en parte, en una interacción entre heterosis y nivel ambiental (Barlow, 1981). En nuestros experimentos en Venezuela (Plasse et al., 1995a,b), se ha observado que la diferencia en la superioridad de cruces sobre puros era mucho menor en años con problemas nutricionales (sequía) o de brotes de parasitismo en comparación a años favorables. También se observó mucha diferencia entre fases de crecimiento en la superioridad de cruces vs puros en la ganancia diaria. En uno de los dos experimentos, en que la ganancia predestete de los F₁ fue 10 % mayor que en los testigos Brahman, en buen pasto entre el destete y 18 meses los cruces superaron en ganancia a los puros en 15 %, pero sólo en 6 % en la fase de levante en pasto de menor calidad entre los 18 meses y el inicio de la ceba. Por eso, aún cuando en la ceba los cruces ganaron 11 % más que los puros, en peso final los superaron sólo en 9 %. Esta es otra evidencia de la importancia del nivel nutricional para que la ventaja genética de los cruces se exprese fenotípicamente. He aquí también la razón del porque en el resumen de cruces F₁ vs Cebú para el peso final, los trabajos de Brasil reportan una ventaja de hasta 30 % en corral de alimentación. La conclusión, entonces, debe ser que para expresar su mayor potencial genético para crecimiento, los cruces F₁ deben estar en buenas condiciones alimenticias, por lo menos en pasto cultivado de buena calidad y en muy buenas condiciones sanitarias durante toda su vida.

Por otro lado, las diferencias genéticas de toros dentro de una raza juegan un papel grande en las comparaciones. Nosotros hemos definido como testigo el mejor Brahman que podemos producir y hemos observado, que estos rebaños testigos, cuando formaron parte de modernos programas de selección, avanzaron genéticamente, mientras que en el tiempo pasado no estaba siempre garantizada la disponibilidad de suficientes toros *Bos taurus* con buenas pruebas genéticas. En peso final, p. e., hemos tenido diferencias hasta de 77 kg o 18 % entre progenies del mejor y del peor toro dentro de la raza.

La diferencia entre grupos raciales de F_1 en la superioridad sobre los Cebú testigo ha sido considerable, en nuestros experimentos para el peso final entre 5 y 13 % con un orden de razas *Bos taurus* en el cruzamiento según su potencial de crecimiento similar al encontrado en Nebraska, USA (Cundiff et al., 1988), Europa (Langholz, 1988) y Canada (Amer et al., 1992): las razas grandes producen los mayores y las pequeñas los menores pesos, también en el cruzamiento. Sin embargo, para la decisión final sobre la raza a usar en el cruzamiento se debe considerar también el uso de las hembras y las ventajas de cada grupo racial de ellas en los caracteres maternos y reproductivos.

PRODUCCIÓN DE $3/4$ *Bos taurus* Y $3/4$ *Bos Indicus*

Los buenos resultados obtenidos con los animales F_1 *Bos taurus* x *Bos indicus* causaron entre los ganaderos latinoamericanos una cierta euforia que los hizo olvidar que además de los machos para matadero también producirían hembras que supuestamente tenían que servir como reproductoras. Esto fue el origen de la próxima fase de nuestros estudios: el apareamiento de las vacas F_1 con toros de ambas razas paternas para producir tanto $3/4$ *Bos taurus* como $3/4$ *Bos indicus*. Los primeros resultados correspondientes a este sistema se obtuvieron en la Estación Experimental de Calabozo, Venezuela (revisado por Plasse, 1994). Vacas F_1 Criollo, Charolais y Pardo Suizo, hijas de vacas Brahman, fueron apareadas con ambas razas paternas. Las vacas fueron mantenidas en sabana. El porcentaje de preñez de las vacas F_1 fue 6 % inferior a el de las vacas Brahman testigo. Las vacas con mayor superioridad para el peso al destete (F_1 Pardo Suizo) tuvieron el menor porcentaje de preñez. La mortalidad de los $3/4$ Charolais y $3/4$ Pardo Suizo fue 72 y 90 % mayor que en Brahman y la de $3/4$ Criollo fue 21 % menor. La mortalidad de los $3/4$ *Bos indicus* fue 18 % menor que en los testigos. En peso producido por vaca en rebaño al destete, todos los grupos de vacas F_1 superaron a las Brahman, menos las vacas F_1 Pardo Suizo con becerros $3/4$ *Bos taurus*. La superioridad promedio de todos los grupos fue 14 %, disminuyendo a 4 % para el peso producido por vaca a la edad de 18 meses.

En dos experimentos en sabana inundable en Apure, Venezuela, se aparearon vacas F_1 de cinco razas *Bos taurus* con toros Brahman y vacas Brahman con toros F_1 (revisado por Plasse, 1994). Este último tipo de apareamiento fue diseñado para saber si era beneficioso introducir genes *Bos taurus* a poblaciones extensivas sin necesidad de recurrir a la inseminación artificial. La superioridad del peso al destete de los becerros $3/4$ de madres F_1 fue en promedio 16 % y la de los hijos de toros F_1 y vacas Brahman fue 10 %. A la edad de 18 meses bajó esta ventaja a 10 y 3 % respectivamente. Para el peso final en pasto cultivado sólo en un rebaño había una superioridad significativa de 5 % para los machos cruzados, en el otro no lo había.

El porcentaje de preñez de las vacas F_1 apareadas con toros Brahman fue 0.5 % (-13 a 11 %) superior que en Brahman, el peso producido por vaca en rebaño al destete fue en promedio 17 % (-6 a 28 %) superior y la cifra correspondiente a 18 meses fue 10 % (-3 a 25 %). Por otro lado, las vacas Brahman apareadas con toros F_1 tuvieron un porcentaje de preñez de 3 % (0 a 8 %) por debajo de las Brahman testigo y un peso producido por vaca en rebaño al destete 1.6 % (-1 a 3 %) superior y a 18 meses 1.3 % menor (-5 % a 1 %) que el testigo.

En conclusión de estos tres experimentos con vacas F_1 producidas por seis razas *Bos taurus*, se puede decir que la mayor producción de leche de las vacas F_1 no les permite, en condiciones de sabana, expresar su mayor potencial genético en eficiencia reproductiva, ya que bajo restricción alimentaria ellas dan prioridad a su ternero en lugar de concebir uno nuevo. Sin embargo, la productividad total al destete de las vacas F_1 las favorece en sistemas de producción en sabana que venden al destete, si los compradores disponen de pastos excelentes para levante y ceba. También podría deducirse que ellas lograrían una mayor superioridad en pasto cultivado si la cría en este sistema fuera económica, lo que es cuestionable. Para mantener las ventajas de los terneros $3/4$ *Bos indicus* sobre Brahman al destete hasta el final de la ceba, bajo nuestras condiciones, un pasto cultivado de buena calidad en suelos ácidos no fue suficiente. Por otro lado, no cabe duda que la producción de $3/4$ *Bos taurus* por su alta mortalidad y poca ventaja en crecimiento postdestete no es recomendable.

En México, vacas F_1 hijas de toros Angus, Hereford, Charolais y Pardo Suizo suplementados durante los tres últimos meses de la lactancia, tuvieron un porcentaje de preñez 17 % mayor que vacas *Bos indicus* (Ríos et al., 1996) y destetaron terneros 6 % más pesados. Resultados similares se obtuvieron en el Beni, Bolivia, donde vacas F_1 Cebú x Criollo tuvieron en dos lapsos diferentes 20 y 15 % mayor preñez que Cebú y destetaron terneros 10 % más pesados (revisado por Plasse, 1983). El apareamiento de toros F_1 con vacas Cebú no parece ser negativo, si con ello se persigue algún objetivo concreto diferente al aumento de la producción.

Si en nuestros experimentos se ordenan, de la mejor a la inferior, las razas paternas de las vacas según el peso producido por vaca en rebaño al destete, la secuencia es: Chianina, Charolais, Simmental y Marchigiana. Para el peso final de los medio hermanos F_1 de las vacas en los mismos rebaños, el orden sería: Marchigiana, Charolais, Simmental y Chianina. Esto significa que antes de decidir que raza usar en el cruzamiento, es necesario tomar en cuenta la relativa producción de machos y la de hembras F_1 , que pueden ser muy diferentes.

CRUZAMIENTO DE VACAS F_1 CEBÚ X CRIOLLO COM TOROS CHAROLAIS

En seis ensayos de tres países fueron apareadas vacas F_1 Cebú x Criollo con toros Charolais (revisado por Plasse, 1983). Estos terneros $3/4$ *Bos taurus* superaron a sus compañeros Cebú en promedio 22 % (15 a 26 %) en peso al destete.

APAREAMIENTO DE VACAS Y TOROS F_1 *Bos taurus* X *Bos indicus*

En Venezuela se formaron tres rebaños compuestos, de los cuales, en esta parte, nos referimos a los resultados de los primeros dos años en que vacas F_1 *Bos taurus* x *Bos indicus* de

diferentes razas europeas fueron apareadas en un solo grupo, de manera que no se sabe la raza paterna del becerro (revisado por Plasse,1994). En total de los tres rebaños participaron vacas y toros provenientes de ocho razas paternas *Bos taurus*. En cada rebaño había un grupo de Brahman testigo de la misma base que sirvió para la producción de los F₁.

En promedio de dos años, el peso destetado por vaca F₁ apareada con toros F₁, fue, para los tres rebaños, 13, 25 y 38 % superior que en el Brahman testigo. Sin embargo, son resultados preliminares y es necesario considerar más años y, además, el comportamiento postdestete antes de tomar conclusiones finales. Por otro lado, en base a estos resultados, varios ganaderos han iniciado y mantenido este tipo de cruzamiento, el cual es posible orientarlo hacia el uso estratégico de razas paternas y maternas, con el fin de producir terneros cruzados de altos pesos al destete para un mercado especial que demanda este tipo de carne.

Aparentemente, este programa, en el cual los machos y las hembras de reemplazo se generan con la producción de F₁, tiene buenos resultados, aún cuando solo se puede operar en una pequeña parte del rebaño.

SISTEMAS CONTINUOS DE CRUZAMIENTO

CRUZAMIENTO DE ABSORCIÓN DE CRIOLLO A CEBÚ

La gran ventaja de los sistemas continuos de cruzamiento, de los cuales uno es la absorción, es que producen sus hembras de reemplazo. La absorción de cualquier población base a razas *Bos taurus* no ha sido bien documentada en la literatura científica, supuestamente porque siempre ha fracasado desde los 3/4 *Bos taurus* en adelante. Por otro lado, la absorción histórica de las poblaciones de Criollo hacia diferentes razas de Cebú, ha sido una práctica generalizada en toda América Latina Tropical. Su gran éxito en las primeras generaciones fue mal interpretado en su tiempo acreditándolo al mérito del Cebú, cuando gran parte de la mejora era debida a heterosis, que en generaciones avanzadas se perdía con la consecuente disminución de la producción. Este proceso fue documentado en un experimento realizado en sabana inundable del Beni, Bolivia, donde en la década de los 60 se inició un programa de absorción de Criollo a Cebú, que fue evaluado con 45,882 vacas-años correspondientes a 12 años y a cuatro generaciones de vacas (Bauer et al.,1997; Plasse et al., 1997). Las vacas 1/2 y 3/4 Cebú superaron a las Criollo de fundación en el peso destetado por vaca en rebaño en 27 y 8 %, mientras que las vacas 7/8 con terneros 15/16 Cebú produjeron 1 % menos que las Criollo, debido a una gradual disminución tanto de los porcentajes de preñez de las vacas en el proceso de absorción después de la generación F₁ como también de los pesos al destete de los terneros después de los 3/4 Cebú que superaron a los Criollo en 14 %. En los 12,771 pesos de canales los 1/2 Cebú superaron a los Criollo en 9 %. Esta ventaja bajó a 2 % en los 15/16 Cebú y a 1 % en los Cebú absorbidos.

CRUZAMIENTO ALTERNO

En sabana alta del Beni, Bolivia, se inició en 1975 un experimento para evaluar el cruzamiento alterno (rotacional con dos razas) entre Cebú y Criollo. Se fundó el rebaño con un grupo de vacas 3/4 Cebú 1/4 Criollo con toros Criollo y otro de 3/4 Criollo 1/4 Cebú con

toros Cebú. Como grupo testigo figuró un rebaño de absorción a Cebú fundado con vacas del mismo grupo racial que sirvió para establecer la rotación. Cada grupo incluyó aproximadamente 300 vientres. El experimento terminó forzosamente con los destetes de 1989 y produjo tres generaciones. Se analizaron 10,436 vacas-años y 7,302 terneros destetados. En la absorción se disponía para los análisis de terneros 7/8, 15/16 y 31/32 Cebú y en la rotación terneros 5/8, 11/16 y 21/32 Cebú y sus recíprocos hijos de Criollo. Como el grado de heterocigosis en la última generación se aproxima con 66 % a los 67 % que se alcanza en este sistema en estado estable, ya no se debería perder heterosis en grado importante. Por otro lado, la misma generación en la absorción (31/32 Cebú) tiene un grado de heterocigosis de 3 % y, generalmente se toma como puro. Por tal razón, la comparación de la última generación es la más importante y permite concluir sobre el beneficio final de este sistema. En porcentaje de preñez y destete, peso al destete y peso destetado por vaca en rebaño, la superioridad del promedio de los dos grupos recíprocos de la última generación rotacional sobre la misma generación en la absorción fue 2.8, 3.7, 2.8 y 6.6 % respectivamente. En el mismo orden, la ventaja promedio de todas las generaciones para el promedio de los grupos rotacionales sobre la absorción fueron 0.9, 1.9, 1.0 y 2.8 %. Para 1,436 pesos finales de vacas eliminadas el promedio de los grupos de rotación 5/16 Criollo - 11/16 Cebú y su recíprocos fue 2 % por debajo de la generación respectiva en la absorción. Para el peso vivo final de 2,268 hijos de estas vacas el promedio de la rotación fue 1 % superior a la generación respectiva en la absorción. Para un sistema de producción que vende becerros al destete, esta rotación presenta una pequeña ventaja que queda por debajo de lo teóricamente esperado. Sin embargo, en los pesos finales no se observó una ventaja significativa.

En la Estación Experimental de Calabozo se llevó a cabo apareamientos alternos entre Brahman y Pardo Suizo, Brahman y Charolais y Brahman y Criollo durante 20 años. Los primeros resultados fueron publicados y son revisados en Plasse (1983). Los pesos al destete de la generación 3/4 - 1/4 superaron en 20 % a los de Brahman testigo, sin embargo, gran parte de esta ventaja se perdió a los 18 meses, cuando fueron 5 % superiores. Nuestro criterio final sobre el beneficio de estas rotaciones tiene que esperar hasta la evaluación completa de este material. Sin embargo, el uso de toros Charolais y Pardo Suizo bajo condiciones tropicales mejoradas fue costoso y problemático por su baja adaptabilidad al medio y esto limitaría el uso de estos sistemas con toros europeos no autóctonos.

POBLACIONES COMPUESTAS

Todos los resultados de investigación y las experiencias prácticas en América Latina Tropical comprueban que las vacas y los animales en levante y ceba necesitan por lo menos 50 % de genes *Bos indicus* para adaptarse bien a condiciones ambientales sustentables y lograr una productividad adecuada en sistemas de producción competitivos. Mientras no esté claro cuales razas *Bos taurus* producen en el cruzamiento los resultados de mayor beneficio económico, la producción de poblaciones compuestas a partir de vacas y toros F₁ de madres *Bos indicus* y padres *Bos taurus* incorporando varias razas con características complementarias, cerrar la población y someterla a un fuerte proceso de selección pareció una alternativa atractiva. Dickerson (1969), Koger (1980) y Gregory y Cundiff (1980) consideraron necesario investigar estos sistemas de apareamiento.

Para América Latina Tropical se conocen valores de heterosis solamente para los cruces entre razas de Cebú y razas de Criollo (Plasse, 1981,1983). Para cruces de otras razas *Bos taurus* con Cebú y cruces entre razas europeas existe mucha información del sur subtropical de los Estados Unidos de América (Koger et al.,1973; Franke, 1980; Long, 1980). Koger (1980) estimó el porcentaje de heterosis entre razas *Bos taurus* como 30 % de la heterosis producida en cruces de *Bos taurus* x *Bos indicus*. Si una población compuesta es establecida en base a F₁ *Bos taurus* x *Bos indicus*, y cada uno de estos está representado por una sola raza, el porcentaje de heterocigosis y de la heterosis *intra locus* producida para caracteres individuales y maternos en los F₁ se retiene a partir de la generación F₂ y F₃ respectivamente sólo en 50 %. Si 2, 3, 4 ó 5 razas *Bos taurus* son usadas en igual proporción en combinación con 50 % Cebú, 63, 67, 69 y 70 % de la heterocigosis es teóricamente mantenida. Sin embargo, si se asume que las combinaciones *intra locus* de genes *Bos taurus* de diferentes razas producen solamente 30 % de la heterosis obtenida de la combinación de genes *Bos taurus* con *Bos indicus*, se puede deducir que en una población compuesta de 50 % de genes Cebú y 50 % de genes *Bos taurus* distribuidas proporcionalmente entre 1, 2, 3, 4, ó 5 razas, se retiene 50, 54, 55, 56 y 56 % de la heterosis producida en la generación F₁. Esta conclusión sólo es válida si en la producción de heterosis en bovinos de carne las interacciones *inter locus* no son importantes, lo cual, aparentemente, no es cierto. Para el trópico, éste sistema podría ser muy atractivo porque utiliza toros y vacas cruzadas, no requiere de inseminación artificial y genera sus machos y hembras de reemplazo. Pero hay que compararlo con el mejor Cebú que se puede producir para llegar a conclusiones válidas para la práctica ganadera.

En 1975 se establecieron en sabana inundable en el Beni, Bolivia, dos poblaciones compuestas que fueron mantenidas hasta 1988: (1) un rebaño de 1,500 vacas F₁ Cebú x Criollo fue apareado con toros de la misma composición racial y la población fue cerrada (Rebaño A) y (2) un rebaño de 1,000 vacas de 1/2 Criollo 1/2 Cebú, 3/4 Cebú 1/4 Criollo y 1/2 Charolais 1/4 Cebú 1/4 Criollo fue apareado con toros de la última composición racial para formar una población compuesta que tenía al inicio aproximadamente 40 % de genes Cebú, 30 % de Criollo y 30 % de Charolais (Rebaño B). Ambos rebaños produjeron con cuatro generaciones de vacas tres generaciones de terneros. Una revisión de resultados preliminares fue presentado por Plasse (1989).

En el Rebaño A se analizaron 19,483 vacas-años de 14 temporadas de servicio y 8,160 terneros destetados en 10 años (en 3 años no se pudo destetar por grandes inundaciones y los terneros de la última temporada fueron vendidos con sus madres). En comparación a las vacas fundadoras (G₀) las generaciones G₁, G₂ y G₃ tuvieron un porcentaje de preñez 11,15 y 13 % menor. El peso al destete en G₂ y G₃ fue 6 y 3 % menor que en G₁ y el peso destetado por vaca en rebaño fue en G₁/G₂ y G₂/G₃ 19 y 18 % menor que en G₀/G₁. Comparando en un análisis anterior la población fundadora con un rebaño Cebú élite en el mismo hato, la primera logró 20 % más de preñez, 10 % más de peso al destete y 33 % más de peso destetado por vaca en rebaño. Según estas cifras, la productividad de las vacas compuestas al destete en las generaciones G₁ y G₂ quedaría un 8 % por encima del rebaño Cebú élite. Por otro lado, una evaluación de 9,900 pesos finales y de canales de novillos terminados en sabana como también de vacas y toros eliminados no señaló ningún cambio importante en las primeras tres generaciones.

En el Rebaño B se disponía para los análisis de 13,051 vacas-años y 5,654 terneros destetados, ambos datos correspondiendo a los mismos años usados para el Rebaño A.

Comparando con las vacas de fundación (G_0), en las generaciones G_1 , G_2 y G_3 se observó una preñez menor de 5, 8 y 4 %. El peso al destete fue en G_2 y G_3 1 % mayor que en G_1 y para el peso destetado por vaca en rebaño las generaciones G_1/G_2 y G_2/G_3 fueron 6 y 10 % inferiores a G_0/G_1 . Considerando que en un análisis comparativo las vacas de G_0 superaron 23 % al rebaño Cebú élite en productividad, las últimas dos generaciones de estos cruces superarían al Cebú en 13 %. Una evaluación de 6,385 pesos finales y de canales de novillos, toros y vacas no demostró un cambio significativo durante las primeras tres generaciones, sin embargo, una comparación con Cebú no fue posible.

En resumen de estos dos experimentos se puede decir que en el rebaño compuesto de dos razas las ventajas sobre Cebú de las vacas de fundación y sus hijos fueron altas y la pérdida de esta ventaja en la próxima generación también fue alta. En el compuesto de tres razas los valores iniciales de superioridad fueron menores y la caída en la próxima generación también lo fue. En cada caso, la producción se estabilizó aparentemente en la generación de las hijas de las vacas de fundación. Por la falta de un rebaño testigo se puede afirmar solamente la pérdida de heterosis pero con respecto a la superioridad de los cruces sobre Cebú solamente se pueden hacer deducciones indirectas.

En Venezuela se establecieron en 1987 tres poblaciones compuestas con sus rebaños Brahman testigo. El rebaño C estuvo ubicado en sabana inundable en el estado Apure. Fue fundado con vacas F_1 hijas de vacas Brahman comercial y semen de Gelbvieh, Chianina, Simmental y Angus apareadas con toros de la misma composición racial cerrando la población posteriormente. El rebaño fue mantenido por 12 años, dos años más de lo inicialmente establecido. El rebaño D estuvo ubicado en el ecosistema de sabanas altas del estado Cojedes, sembrado con diferentes brachiarias. En la fundación se aparearon vacas F_1 hijas de Brahman comercial y semen de Simmental y Angus con toros de estos dos tipos raciales y F_1 Charolais y F_1 Gelbvieh, cerrando luego la población. El ganadero abandonó su compromiso con los investigadores después de 8 años. El rebaño E estuvo ubicado en sabana baja en el estado Barinas. Se estableció con vacas F_1 Brahman comercial y semen de Chianina, Marchigiana, Romagnola, Charolais y Romosinuano y se aparearon con toros F_1 de las mismas composiciones raciales. Se cerró el rebaño a partir de la generación fundadora. El ganadero no quiso continuar después de los 10 años. Para cada uno de los tres rebaños se estableció un rebaño testigo de 100 a 170 vacas procedentes de la base de Brahman comercial de los hatos que fue usada en el cruzamiento. Los toros usados en estos rebaños testigo fueron producidos en rebaños élites de los mismos hatos y bajo modernos programas de selección. Los novillos fueron terminados en pasto cultivado, no siempre de óptima calidad.

Los resultados no han sido analizados y este resumen preliminar está basado en promedios anuales. Los niveles de producción fueron buenos a muy buenos en comparación al nivel productivo de estas zonas (Plasse y Tejos, 1999). Están disponibles 12,798 vacas-años y 8,588 terneros destetados. En promedio de los años la desviación (%) del rebaño compuesto con relación al rebaño testigo fue en los rebaños C, D y E respectivamente para el porcentaje de preñez 0, -4 y -1, para al peso al destete 3,11 y 10 %, para el peso a 18 meses -1, 1 y 1 %, para el peso por vaca en rebaño al destete 0, 4 y 12 % y a los 18 meses -4, -7 y -2 y para el peso final ajustado por edad de los novillos -6, -6 y 4 %.

Si se presentan gráficamente los promedios no ajustados de los rebaños compuestos y testigo, se observa en E, en el peso producido al destete por vaca en rebaño, que mientras el rebaño

compuesto estaba formado sólo, o en gran parte por vacas F_1 , produjo considerablemente por encima del testigo, pero en los últimos años la superioridad fue poca. En los otros dos rebaños la diferencia era poca. Para el peso producido por vaca a los 18 meses había muy poca diferencia y, en la mayoría de los años en favor del rebaño testigo. Para el peso final de ceba ajustado por edad, en el rebaño C los machos compuestos fueron iguales a los testigos cuando fueron hijos de vacas F_1 y en años subsiguientes los testigos los superaron considerablemente. En D los animales del rebaño compuesto fueron inferiores a los testigos en todos los años. En el rebaño E los compuestos superaron a los testigos en la mayoría de los años, pero muy poco en los últimos.

En resumen, entonces, se puede decir que tomando en cuenta los caracteres de producción más importantes, en el ambiente prevaleciente, aparentemente no se logró una mejora de la producción de importancia económica. Si bien es cierto que la consideración final debe esperar los análisis completos, no se ve en los tres rebaños compuestos evaluados en Venezuela, una ventaja convincente que pueda ser de interés práctico.

CRUZAMIENTO DE ABSORCIÓN DE BRAHMAN A GUZERÁ Y NELORE

Estos experimentos fueron realizados en un rebaño de alta calidad genética en buenas condiciones ambientales en el estado Carabobo y en otros dos en sabana inundable del estado Apure.

Se generaron terneros desde 1/2 a 15/16 Guzerá y desde 1/2 a 15/16 Nelore y se contaba con Brahman, Guzerá y Nelore puros (Plasse et al., 1999). Los resultados detallados señalan la presencia de un efecto de heterosis en los caracteres reproductivos, pero ninguno sobre los pesos. Las diferencias entre grupos raciales de vacas para el peso producido por vaca en rebaño al destete y a los 18 meses no fueron significativas, pero había una clara tendencia de disminución de la producción de las vacas después de la generación F_1 hacia avanzadas generaciones de absorción. Por otro lado, el toro (esposo) dentro del grupo racial de vacas fue la fuente de variación más importante. La conclusión fue que, en el proceso de absorción de Brahman a Guzerá y Nelore no se logró ningún beneficio en la productividad de las vacas al destete y a 18 meses de sus hijos y que para mejorar la producción, el cambio de una raza por otra no era una buena alternativa. Se concluyó que en la población había mucha variación genética entre toros y que usar toros de alta calidad genética y fertilidad dentro de cada raza era el camino inmediato para mejorar la producción. Esta conclusión es apoyada también por los resultados de un apareamiento de vacas Brahman y Nelore con toros Brahman en Bolivia (Plasse et al., 1993).

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Entonces: ¿Qué sabemos y qué nos falta saber? Y, como consecuencia de la respuesta a esta pregunta: ¿Qué debemos hacer en el futuro inmediato para generar en América Latina Tropical una ganadería bovina de carne productiva, eficiente y competitiva?

Está bien documentado que los animales F_1 producidos a partir de vacas *Bos indicus* y toros de razas *Bos taurus* sobreviven mejor y crecen en cada fase de su vida a una tasa mayor que

Bos indicus. Las razas *Bos taurus* producen en los cruces una ventaja en pesos proporcional a su tamaño como raza pura. Por el contrario, aparentemente la eficiencia productiva de las hembras F₁ tiende a ser mayor cuando su raza paterna *Bos taurus* es de menor tamaño.

Se debe trabajar sobre la cuantificación de la pérdida genético-económica como consecuencia de la disminución del progreso genético en el rebaño Cebú causada por la restricción del número de hembras de reemplazo Cebú, cuando se cruza 10 a 20 % de las vacas con toros *Bos taurus*. Si lo que se gana en el cruzamiento se pierde en progreso genético en los Cebú, éste sistema no se justificaría.

Se debe descartar el apareamiento de las vacas F₁ con toros *Bos taurus* por la alta pérdida en sus hijos. Estas vacas se deben aparear con toros *Bos indicus* o toros F₁.

El apareamiento de vacas y toros F₁ permite usar como padres de éstos, razas *Bos taurus* maternas y paternas con las calidades deseadas en cada sexo. Este sistema ha tenido resultados favorables hasta el destete.

La eficiencia reproductiva de las vacas F₁ en sabana es, en muchos casos, inferior a la de vacas Cebú, por la alta producción de leche de ellas. No se sabe hasta donde responderían estas vacas a una mejora del nivel alimenticio y hasta que nivel ésta sería económica y socialmente defendible.

Frente a estos sistemas de cruzamiento discontinuos existe un conocimiento limitado sobre los continuos. Las ventajas predestete de los sistemas de cruzamiento rotacional estudiados no se han podido mantener en la fase postdestete y la de ceba por razones a discutir más adelante. Sin embargo, los problemas relacionados al uso de toros *Bos taurus* no adaptados y a la inseminación artificial en vaca lactantes, limita la factibilidad de éste sistema.

En los cinco rebaños compuestos estudiados no se obtuvieron resultados completamente concluyentes. La pérdida de heterosis fue alta, lo cual es teóricamente predecible y quizás las altas esperanzas fueron basadas en conceptos teóricos mal interpretados y sin considerar la particularidad de estos sistemas tropicales de tener 50 % de genes Cebú y producir en las combinaciones de genes *Bos taurus* mucho menos heterosis que en las combinaciones *Bos taurus* x *Bos indicus*. Lo determinante y lo que concuerda con otros sistemas de cruzamiento, es que no se ha observado una ventaja en crecimiento de los animales en la fase de levante y ceba. Estos sistemas, sin embargo, merecen ser estudiados en todas las fases de producción, con varias alternativas nutricionales sustentables y con distintos recursos genéticos y su combinación bajo una estricta evaluación económica. El autor no conoce en la literatura científica latinoamericana actual alguna información que permita recomendar responsablemente este sistema a la práctica ganadera.

En todos los sistemas de cruzamiento, la magnitud de la ventaja de los cruces sobre los puros depende aparentemente del nivel nutricional y de la intensidad del programa sanitario. Aparentemente, los cruces superan a los puros en la fase predestete, también en sabana. Sin embargo, en la fase postdestete y ceba en pastos pobres no se expresa la ventaja genética de los cruces y éstos pueden tener tasas de crecimiento inferiores a los Cebú si la base nutricional y el plan sanitario no se ajustan a sus exigencias. Esta interacción genético-ambiental debe ser

estudiada con más intensidad y bajo monitoreo económico, para saber hasta donde los cruces responderían a un aumento de insumos, tanto sanitarios como nutricionales.

Esta discusión no sería completa sin considerar las alternativas para el cruzamiento tanto genéticas como ambientales. Las poblaciones *Bos indicus* en América Latina Tropical, cuando se les ha trabajado sistemáticamente, han demostrado buenas respuestas a la mejora ambiental y a modernos programas de selección. Hemos comprobado que una duplicación de la producción por vaca en rebaño, en condiciones representativas para la ganadería tropical latinoamericana, es posible en 5 años, si se aplica un paquete tecnológico que contenga un programa de selección, y uno de manejo racional basado en una temporada de servicio limitada, la oferta de minerales, un programa sanitario, el manejo del pastizal y el ajuste de carga animal y, en la segunda fase (en sabana), establecimiento de 5 a 10 % de la superficie en pasto cultivado (Plasse y Tejos, 1999) y/o una suplementación estratégica con subproductos de la agricultura nacional.

La utilización de modernos programas cooperativos de selección han sido exitosos en Brasil (Lôbo et al, 1998) y Venezuela (Plasse et al., 1997) y podrán garantizar en el futuro un progreso genético en crecimiento de alrededor de 1 % por año, que es acumulativo y a largo plazo tiende a semejar o superar los efectos del cruzamiento.

El futuro trabajo genético en América Latina Tropical tiene que ser orientado a generar poblaciones que con recursos nacionales puedan garantizar una máxima producción sustentable. El uso, en la alimentación de bovino de carne, de granos, renglón deficitario en la producción agrícola latinoamericana, en presencia de abundantes recursos forrajeros, parece económicamente irracional y socialmente absurdo. Si el uso más racional y sustentable de nuestros pastos naturales y cultivados es un imperativo, el mejoramiento genético de las poblaciones de Cebú es una absoluta prioridad. Esta puede ser acompañada, con cuidado, de ciertos sistemas estratégicos de cruzamiento en ambientes que garanticen su sustentación. Pero tengamos bien claro que el futuro inmediato de la ganadería tropical en América Latina dependerá principalmente de la mejora productiva de las poblaciones *Bos indicus*.

REFERENCIAS

- AMER, R., H. KEMP y C. SMITH. 1992. Genetic differences among the predominant beef cattle breeds in Canada. An analysis of published results. *Canad. J. Anim. Sci.* 72: 759-771.
- ARTHUR, P.F., H. HEARNshaw y P. D. Stephenson. 1999. Direct and maternal additive and heterosis effects from crossing *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle: Cow and calf performance in two environments. *Livest. Prod. Sci.* 57: 231-241.
- BARBOSA, P.F. y F.A.M. DUARTE. 1989. Crossbreeding and new beef cattle breeds in Brazil. *Rev. Brasil. Genet.* 12.3 (Suppl.) 257-301.
- BARLOW, R. 1981. Experimental evidence for interaction between heterosis and environment in animals. *Anim. Breed. Abstr.* 49: 715-737.
- BAUER, B., D. PLASSE, E. GALDO y O. VERDE. 1997. Cruzamiento de absorción de Criollo hacia Cebú en el Beni, Bolivia. 1. Peso al destete y de canales. *Rev. Fac. Agron. (Luz)* 14:539-549.

- BAUER, B., D. PLASSE, E. GALDO y O. VERDE. 1992. Producción de un rebaño de bovinos de carne Criollo Yacumeño en el Beni, Bolivia. I. Pesos mortalidad. Rev. Fac. Agron. (Maracay) 18: 159-179.
- BEILHARZ, R. G. 1998. Environmental limit to genetic change. An alternative theorem of natural selection. J. Anim. Breed. Genet. 115:433-437.
- BROWN, M.A., A. H. BROWN Jr, W.G. JACKSON y J.R. MIESNER. 1993. Genotype x environmental interactions in post weaning performance to yearling in Angus, Brahman and reciprocal-cross calves. J. Anim. Sci. 71: 3273-3279.
- CUNDIFF, L.V., K.E. GREGORY y R.M. KOCH. 1988 Productivity of large sized cattle breeds in beef cow herds in the temperate zones of Northern América. En: Proc. 3rd World Cong. on Sheep and Beef Cattle Breeding. 19-23 June, 1988. Paris, Francia. Vol. 2, INRA. Paris. pp 3-23.
- De ALBA, J. 1987. Criollo cattle of Latin América. En: J. Hodges (Ed.). Animal Genetic Resources. FAO Animal Production and Health Paper 66. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia. pp 19-43.
- DICKERSON, G.E. 1969. Experimental approaches in utilizing breed resources. Anim. Breed. Abstr. 37:191-202.
- FRANKE, D.E. 1980. Breed and heterosis effects of American Zebu cattle. J. Anim. Sci. 50: 1206-1214.
- GALDO, E., D. PLASSE, B. BAUER y O. VERDE. 1992. Producción de un rebaño de bovinos de carne Cebú en el Beni, Bolivia. I. Pesos y mortalidad. Rev. Fac. Agron. (Maracay) 18: 181-200.
- GREGORY, K.E. y L.V. CUNDIFF. 1980. Crossbreeding in beef cattle: Evaluation of systems. J. Anim. Sci. 51:1224-1242.
- KOGER, M. 1980. Effective crossbreeding systems utilizing Zebu cattle. J. Anim. Sci. 50:1215-1226.
- KOGER, M., F.M. PEACOCK, W.G. KIRK y J.R. CROCKET. 1975. Heterosis effects on weaning performance of Brahman-Shorthorn calves. J. Anim. Sci. 40:826-833.
- KOGER, M., T.J. CUNHA y A.C. WARNICK (Eds.). 1973. Crossbreeding Beef Cattle. Series 2. University of Florida, Gainesville, Fla., USA. 459 pp.
- LANGHOLZ, H.J. 1988. Advantage of using large sized breeds for improving beef production of dairy herds. In: Proc. 3rd World Cong. on Sheep and Beef Cattle Breeding. 19-23 June, 1988. Paris, Francia. Vol 2. INRA, Paris. pp 141-163.
- LOBÔ, R.B., L.A.F. BEZERRA, H. N. OLIVEIRA y A. DE LOS REYES. 1998. Avaliação Genética de Animais Jovens, Touros e Matrizes. Universidad de São Paulo, Facultad de Medicina de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. 60 pp.
- LONG, C.R. 1980. Crossbreeding for beef production: experimental results. J. Anim. Sci. 51: 1197-1223.
- PINSTRUP-ANDERSEN, P. R. PANDYA-LORCH y M.W. ROSEGRANT. 1997. The World Food Situation: Recent Developments, Emerging Issues and Long-Term Prospects Int. Food Policy Res. Inst. Washington, USA. 36 pp.
- PLASSE, D. 1973. Crossing Zebu, native and European breeds in Venezuela and other parts of Latin América. En: Crossbreeding Beef Cattle. Series 2. M. Koger, T.J. Cunha y A. C. Warnick (Eds.). Univ. Fla. Press. Gainesville, Fla. USA. pp 408-421.
- PLASSE, D. 1981. El uso del ganado Criollo en programas de cruzamiento para la producción de carne en América Latina. En: B. Müller-Haye y J. Gelman (Eds.). Recursos Genéticos Animales en América Latina. Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal N° 22. 77-107. Roma Italia.

- PLASSE, D. 1983. Crossbreeding results from beef cattle in the Latin American Tropics. *Anim. Breed. Abstr.* 51, 11: 779-797.
- PLASSE, D. 1985. Crossbreeding Brahmans, European, and South American Indigenous breeds. En: F. H. BAKER y M.E. MILLER (Eds.). *Emerging Technology and Management for Ruminants*. Winrock International. Westview Press. Boulder, Colorado, USA. pp 60-71.
- PLASSE, D. 1988. Results from crossbreeding *Bos taurus* and *Bos indicus* in Tropical Latin America. Mem. III Congreso Mundial de Reproducción y Mejoramiento de Ovinos y Bovinos de Carne Mem. Vol. 2: pp 73-92. INRA Publ. Paris, Francia. También: *Rev. Brasil. Genét.* 12.3 (suplemento): 163-181 (1989).
- PLASSE, D. 1994. Producción y apareamiento de ganado de carne F₁ *Bos taurus* x *Bos indicus* en la América Latina. Conf. Intern. sobre Ganadería en los Trópicos. University of Florida. Gainesville, Fla. USA. Mem. pp 13-41.
- PLASSE, D. y R. TEJOS. 1999. La convergencia de los programas de genética y de pastos en la mejora de la producción de bovinos de carne. En: R. Tejos, C. Zambrano, C. E. Mancilla y W. García (Eds.). V Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Universidad Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ) Barinas Venezuela. pp 157-186.
- PLASSE, D., B. BAUER, E. GALDO y O. VERDE. 1993. Producción de un rebaño de bovinos de carne Cebú en Beni, Bolivia. II Porcentaje de preñez y destete, pérdidas y producción por vaca. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 19:367-389.
- PLASSE, D., E. GALDO, B. BAUER y O. VERDE. 1993. Producción de vacas Brahman y Nelore apareadas con Brahman en el Trópico de Bolivia. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 1(2): 187-202.
- PLASSE, D., E. GALDO, B. BAUER y O. VERDE. 1997. Cruzamiento de absorción de Criollo hacia Cebú en el Beni, Bolivia. 2. Porcentajes de preñez y destete y peso destetado por vaca. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 4:551-559.
- PLASSE, D., H. FOSSI y O. VERDE. 1992, Crecimiento de animales F₁ *Bos taurus* y *Bos indicus* hasta la edad de servicio (hembras) o sacrificio (machos). En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.). VIII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 239-272.
- PLASSE, D., H. FOSSI, R. HOOGESTEIJN, O. VERDE, C. RODRÍGUEZ M., R. RODRÍGUEZ y P. BASTIDAS. 1995b. Growth of F₁ *Bos taurus* x *Bos indicus* versus *Bos indicus* beef cattle in Venezuela. II. Initial, final, and carcass weight of bulls, and breeding weight of heifers. *J. Anim. Breed. Genet.* 112: 133-145.
- PLASSE, D., H. FOSSI, R. HOOGESTEIJN, O. VERDE, R. RODRÍGUEZ, C. RODRÍGUEZ M. y P. BASTIDAS. 1995a. Growth of F₁ *Bos taurus* x *Bos indicus* versus *Bos indicus* beef cattle in Venezuela. I. Weights at birth, weaning and 18 months. *J. Anim. Breed. Genet.* 112:117-132.
- PLASSE, D., O. VERDE y H. FOSSI. 1997. Un programa genético cooperativo con Brahman en Venezuela. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y R. Romero. (Eds.). XIII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 233-264.
- PLASSE, D., R. HOOGESTEIJN, H. FOSSI, O. VERDE, P. bastidas, R. Rodríguez y V. SILVA. 1988. Estrategias para el uso de la Inseminación Artificial en Bovinos de Carne en Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. 119 pp.

- PLASSE, D., R. ROMERO, J. ARANGO, O. VERDE, H. FOSSI, R. HOOGESTEIJN, P. BASTIDAS y R. RODRÍGUEZ. 1999. Cow production from upgrading Brahman to Nelore and Guzerat. *J. Anim. Breed. Genet.* 116: 75-86.
- RIOS UTRERA, A., V. E. VEGA MORILLO, M. MONTAÑO BERMÚDEZ, J. LAGUNES LAGUNES y J. V. ROSETE FERNÁNDEZ. 1996. Comportamiento reproducido de vacas Brahman, Indobrasil y cruces F₁ Angus, Charolais, Hereford y Suizo Pardo x Cebú y peso al destete de sus crías. *Tec. Pecu. Mex.* 34: 20-28.
- VERDE, O., D. PLASSE, B. BAUER y E. GALDO. 1993. Producción de un rebaño de bovinos de carne Criollo Yacumeño en el Beni, Bolivia. II Porcentaje de preñez y destete, pérdidas y producción por vaca. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 19: 391-411.
- WINOGRAD, M. 1995. Indicadores ambientales para Latinoamérica y el Caribe: Hacia la sustentabilidad en el uso de tierras. Proyecto IICA/GT2 Organización de los Estados Americanos, Instituto de Recursos Mundiales. San José, Costa Rica. 84 pp.