



# Heterosis, otra alternativa en sistemas de producción bovina

ARTÍCULO  
DE REVISIÓN

Hugo Alejandro Ramírez-Pérez<sup>1</sup>, Luis Fernando Uribe-Velásquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas.

<sup>2</sup>Departamento de Salud Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas.

alejorp89@hotmail.com

(Recibido: febrero 3, 2010; aprobado: junio 2, 2010)

**RESUMEN:** El cruzamiento del ganado *Bos taurus* x *Bos indicus*, en este caso específico Holstein x diferentes razas cebuínas, es una gran opción de rentabilidad para Colombia frente al reto que tiene con la firma del tratado de libre comercio con Europa. El beneficio total que acompaña la generación filial uno es explicado por la máxima heterosis que en ella ocurre, ya que tiene el 100% de sus loci ocupados por un gen de cada una de las razas cruzadas, y resulta la máxima heterocigosis racial posible. La raza Holstein presenta el mayor potencial de producción láctea conocida, siempre que reciba la cantidad de energía necesaria; pero la rentabilidad no solo puede ser medida desde esa óptica, porque existen también otros indicadores que afectan el nivel económico de producción. Además de los beneficios ya conocidos aportados por el ganado cebuino como lo son su rusticidad, resistencia a agentes infecciosos y disminución de requerimientos, en este trabajo se reúne información de importancia económica sobre el desempeño de estos cruces, tales como el intervalo entre partos, edad al primer parto, producción de leche y pesos de los terneros de los cruces terminales.

**Palabras clave:** bovinos, cebú, cruzamiento, genética, holstein

## Heterosis: another alternative for bovine production systems

**ABSTRACT:** The crossing of *Bos taurus* x *Bos indicus* cattle, in this specific case Holstein x different Zebu breeds, are a great option of profitability for Colombia to face the challenge of the free trade agreement with Europe. The total benefit that accompanies the filial generation one is explained by the greatest heterosis that occurs in it, because it has the 100% of its loci taken by one gene of each breed crossed, resulting in the greatest racial heterozygosity possible. Holstein is the breed with the greatest known potential for milk production if it receives the necessary quantity of energy; but profitability not only can be measured from that point of view because there are other indicators that affect the production economic level. Besides, the benefits already known given by zebu breeds such as rusticity, resistance to infectious agents and decrease of requirements, this paper puts together information of economic importance about the performance of these crosses, such as calving interval, age at first calving, milk yield and terminal crosses calves weight.

**Key words:** bovine, zebu, crossing, genetics, holstein

## Introducción

Ante la valiosa información suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM) y el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPPC) en la Convención de Cambio Climático de Las Naciones Unidas (2008), en donde se realizaron unos modelos de predicción que mostraron diferentes cambios climáticos y medioambientales para Colombia, en estos estudios se concluyó que prácticamente todo el territorio colombiano (99,9%) estaría presentando un aumento de temperatura por encima de los 2°C entre el periodo 2011-2040. En esta misma Convención se definieron dos términos con el fin de concientizar y, a su vez, enfrentar de la mejor manera este desafío: *vulnerabilidad, como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para enfrentar los efectos adversos del cambio climático*, y en función de contrarrestar lo anterior definió *adaptación, como el ajuste de los sistemas naturales o humanos en respuesta a los estímulos climáticos reales o esperados, con el fin de atenuar los efectos perjudiciales y potenciar las oportunidades beneficiosas*.

Con todo lo anterior, es indiscutible que surjan propuestas y soluciones ante las futuras adversidades que se avecinan, ya que las condiciones medioambientales serán más. Aplicando esta información a los sistemas ganaderos, se necesitarán animales mucho más resistentes que aguanten baja calidad de alimentación en ciertas épocas, que toleren altas temperaturas y altas cargas parasitarias, que no necesiten excesiva suplementación, ya que los sistemas agrícolas, como el cultivo de maíz y de soya, también tendrán sus propios retos. A todas estas variaciones ambientales, se une Bell et al. (2011) y Gill et al. (2009), quienes enfatizan que los sistemas lecheros deben mejorar la productividad, fertilidad y longevidad ante el potencial de calentamiento global. Además de lo climático, Colombia se está involucrando en una serie de tratados comerciales, en los que tendrá que ser altamente competitiva, productiva y rentable, donde la calidad en sus productos (sólidos totales en leche) será su fuerte. Por todo lo

anterior, este trabajo quiere aportar más opciones de producción, en las que las condiciones no sean las ideales para sistemas especializados.

La variación genética entre razas se constituye en un recurso natural que puede ser utilizado para una producción animal más eficiente, a través de uno de los tres siguientes procedimientos alternativos (Dickerson, 1969):

1. Selección de la mejor raza, cuando existe una claramente superior;
2. Uso de cruzamientos de forma sistémica; y
3. Desarrollo de una nueva raza, a partir de cruzamientos de las existentes.

De los anteriores procedimientos, no se pretende señalar cuál de los tres es el mejor; por el contrario, se abre un mundo de posibilidades hacia la elección de un sistema de producción ganadero, sea carne, leche o doble propósito. La elección de la estrategia de cruzamientos más adecuada requiere de la evaluación del germoplasma disponible, tanto desde el punto de vista zootécnico como económico (Madalena et al., 1989).

La razón para evaluar el comportamiento productivo y reproductivo de los cruces  $F_1$  Holstein x Cebú, es la rapidez y eficiencia con que se pueden mejorar los resultados económicos. Solamente en la  $F_1$  todos los individuos tienen exactamente  $1/2$  de sus genes autosómicos de cada raza parental y todos sus *loci* ocupados con un gen de cada raza. En los otros cruzamientos, la presencia/ausencia de genes de cada raza en cada locus genera una distribución de probabilidades, de manera que, por ejemplo, un individuo  $F_2$  podría haber recibido todos sus genes de una sola raza, a pesar de su grado de sangre nominal de  $1/2$  (Madalena, 2001).

El objetivo de la presente revisión fue reunir el comportamiento de diferentes cruzamientos  $F_1$  frente a los indicadores productivos y reproductivos intervalo entre partos, edad al primer parto, producción de leche y peso de los cruces terminales.

### Intervalo entre partos

Antes de empezar a discutir el indicador intervalo entre partos y compararlo ampliamente entre los diferentes cruzamientos que resultan de la raza Holstein, por las diferentes razas cebuínas, se debe entrar a definir claramente cómo está conformado este indicador y cuál es el valor numérico ideal al que se aspira a llegar. Dicho indicador se evalúa de la siguiente forma:

1. Intervalo de parto con el primer estro (periodo de anestro posparto);
2. Intervalo del primer estro con la siguiente gestación (periodo de servicio); e
3. Intervalo de gestación con el parto.

Para obtener beneficios económicos bajo modernos sistemas intensivos, se acepta que el intervalo entre partos sea de un año. En ambientes tropicales, el intervalo entre partos de un año es difícil, y a veces, imposibles por diversos factores, como los problemas nutricionales, enfermedades y el nivel genético (Gasque-Gómez, 2008). Además de los factores mencionados que alargan el intervalo entre partos, existe uno en especial, que es inversamente proporcional: el volumen de leche producido. Salazar & Huertas (1979) encontraron que los animales con alta producción de leche presentan un periodo entre parto más prolongado, debido a mayores exigencias nutricionales y bajo valor nutritivo de los forrajes tropicales. A esta conclusión se unen Madalena et al. (2008), quienes concluyeron que, la relación de producción de leche e intervalo entre partos es de 5:1 y hasta 6:1, respectivamente, y quienes afirman que la economía a corto plazo se inclinó por la producción ignorando la selección para intervalo entre partos completamente.

El indicador intervalo entre partos no es el único afectado. Existen múltiples variables reproductivas de importancia económica que se ven afectadas negativamente, y como afirmaron Hoekstra et al. (1994), Evans et al. (2002) y Oltenacu & Broom (2010) se generaliza un deficiente comportamiento en la fertilidad de la vaca.

Respecto a la influencia genética sobre dicho indicador reproductivo, McDowell (1974) y Facó et al. (2005) concuerdan en que el intervalo entre partos es un rasgo de heredabilidad baja; a diferencia de Grajales et al. (2006), quienes afirman que las variaciones genéticas dentro de las diferentes razas afectan eventos de carácter reproductivo.

Pardo & Sánchez (1987) evaluaron el comportamiento de diferentes grupos raciales en el Bajo Trópico Colombiano, en la Granja Experimental de Turipaná (Córdoba). En las 124 observaciones de los cruzamientos Holstein x Cebú, encontraron un intervalo entre partos de 452 días, seguido por ganado Cebú;  $\frac{1}{2}$  Pardo Suizo x  $\frac{1}{2}$  Costeño con Cuernos;  $\frac{1}{2}$  Holstein x  $\frac{1}{2}$  Costeño con Cuernos, con valores de 457, 468, y 479 días, respectivamente.

Al cruzamiento Holstein x Cebú, únicamente lo supera el cruce de  $\frac{1}{2}$  Cebú x  $\frac{1}{2}$  Costeño con Cuernos, por lo que también se presenta como una buena opción. Osorio & Segura (2002) encontraron después de revisar 162 rebaños del Estado de Yucatán (México), un promedio de intervalo entre partos de 463 días para los cruces Holstein x Cebú, para un valor de 180 días de intervalo entre parto concepción. Este cruce fue comparado con ganado Holstein puro y Pardo Suizo puro, y se halló superioridad de las vacas  $F_1$ .

Facó et al. (2005) evaluaron diferentes grados de sangre resultantes entre el cruzamiento de las razas Holstein por Gir. Ellos evidenciaron que el grupo genético  $\frac{1}{2}$  Holstein x  $\frac{1}{2}$  Gir presentó un desempeño superior para la característica intervalo entre partos, comparado con los grupos  $\frac{3}{4}$  y  $\frac{7}{8}$  y semejantes a los grupos  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{5}{8}$ , como se muestra en la Tabla 1.

McManus et al. (2008) evidenciaron que el intervalo entre partos promedio del grupo genético  $\frac{1}{2}$  Holstein x  $\frac{1}{2}$  Gir fue de 442,9, lo que supera a las vacas Holstein puros con 458 días.

**Tabla 1.** Intervalo entre partos (IEP) de cinco grupos genéticos Holstein x Gir.

Grupo genético	N	IEP (días)
$\frac{1}{2}$	1.865	409,14
$\frac{1}{4}$	219	413,02
$\frac{3}{4}$	1.286	418,6
$\frac{5}{8}$	234	418,09
$\geq \frac{7}{8}$	159	433,47

Adaptado de Facó et al. (2005).

### Edad al primer parto

La edad al primer parto está íntimamente relacionada con el momento cuando se produce el primer servicio de la novilla, y este último indicador se ve influenciado directamente por la nutrición y el grupo racial, funcionamiento

reproductivo, manejo sanitario, ambiente, entre otros.

En la Tabla 2 se muestran los valores reproductivos para razas lecheras especializadas, los cuales se pueden tomar como una guía para evaluar a las razas mestizas.

**Tabla 2.** Valor (meses) para los indicadores edad al primer parto e intervalo entre partos en vacas lecheras.

Concepto	Ideal	Meta práctica	En problemas
EPP	24	25-26	Más de 27
IEP	12	12-13	Más de 13

EPP=Edad al primer parto; IEP=Intervalo entre partos. Adaptado de Gasque-Gómez (2008).

González et al. (2007) evaluaron la edad al primer servicio y edad al primer parto en vacas con mestizaje entre *Bos taurus* y *Bos indicus*, y al igual que Gasque-Gómez (2008), se recomienda como objetivo mantener una edad al primer parto de 25 meses, con pesos al primer servicio entre 320 kg y 340 kg y una meta real de peso al primer parto de 420 kg. Los autores resaltan que las variaciones que se registran en la edad al primer servicio, y por consiguiente edad al primer parto, se atribuyen a los criterios de manejo y gerenciales de cada empresa, y a las posibilidades de mantener buenos y suficientes pastizales, además de suplementos nutricionales y programas sanitarios.

Yuliska et al. (2010) encontraron cierta relación entre los indicadores edad al primer parto e intervalo entre partos, ya que animales con

edad temprana al primer parto generalmente tienen intervalo entre partos más cortos y, por consiguiente, tendrán la oportunidad de tener uno o dos partos más en su vida productiva, al compararlos con las vacas que paren por primera vez en edades más avanzadas.

En cuanto a los diferentes grados de sangre entre la raza Holstein y la raza Gir, Facó et al. (2005) hallaron que el cruzamiento  $\frac{1}{2}$  Holstein x  $\frac{1}{2}$  Gir presentó menor edad al primer parto (Tabla 3), seguido por el cruzamiento  $\frac{7}{8}$  Holstein x  $\frac{1}{8}$  Gir. El grupo  $\frac{5}{8}$  Holstein x  $\frac{3}{8}$  Gir presentó la mayor edad al primer parto.

Un estudio similar fue realizado por McManus et al. (2008), quienes también evaluaron la edad al primer parto. Se utilizaron registros de 1.456 partos de vacas lecheras de varias composiciones

raciales. La información fue obtenida entre 1993 y 2002 en el estado de Goiás, Brasil, a una altura entre 200 m y 800 m sobre el nivel del mar. Lo interesante de este estudio es que, además de ratificar la superioridad del cruce F<sub>1</sub> Holstein x

Gir frente a las demás composiciones raciales, también superó inclusive la raza Holstein pura, al obtener un valor numérico inferior de 1.069 días en cuanto a edad al primer parto se refiere.

**Tabla 3.** Valores para edad al primer parto (EPP) para cinco composiciones raciales diferentes entre Holstein (H) y Gir.

Proporción H	N	EPP (días)
1/2	652	1.002,18
1/4	54	1.041,71
3/4	1.256	1.025,82
5/8	396	1.053,51
≥7/8	242	1.018,65

Adaptado de Facó et al. (2005).

### Producción de leche

La producción de leche en Colombia se puede dividir en:

- **Lechería especializada:** Conformada por ganaderos que se dedican a explotar razas lecheras. Se concentra en el altiplano y sus principales cuencas están localizadas en Nariño, el altiplano cundiboyacense y el suroriente antioqueño. Este sistema es el responsable del 40% de la producción total (FEDEGAN, 2007).
- **Doble propósito:** Conformada por los ganaderos que explotan un sistema de

producción basado en razas adaptadas al trópico y sus cruces con razas lecheras. La principal actividad es la producción de leche, con la venta de terneros como actividad subsidiaria. Cabe destacar que este sistema existe en todos los pisos térmicos, siendo responsable del 60% de la producción total (FEDEGAN, 2007).

De toda la actividad ganadera en Colombia, el 38,8% (Tabla 4) está orientado al sistema doble propósito. Esto es realmente importante, ya que existen múltiples unidades productivas susceptibles de ser mejoradas utilizando una estrategia adecuada.

**Tabla 4.** Orientación del hato colombiano por actividad ganadera.

Orientación del hato colombiano por actividad ganadera		
Actividad ganadera	Número de bovinos	% de participación
Doble propósito	8.512.322	38,8
Cría	7.425.487	33,8
Doble propósito – Cría	1.643.985	7,5
Leche	1.396.861	6,4
Doble Propósito – Cría – Ceba	1.239.418	5,6
Doble propósito – Ceba	1.026.250	4,7
Ceba	521.648	2,4
Ceba – Cría	198.675	0,9

Adaptado de FEDEGAN (2007).

El IDEAM y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia, mediante estudios expuestos en el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (UNFCCC, 2008), argumentan que el 99,9% del territorio colombiano estaría presentando un aumento de temperatura por encima de los 2°C, principalmente para finales del siglo. Este aumento de temperatura afectará muchos núcleos lecheros especializados, en donde las razas que se manejan son muy susceptibles al estrés por calor, además de crear ambientes más favorables para ectoparásitos. Por esta razón, debemos empezar a revisar, corregir y direccionar nuevos objetivos y hacer selección por rentabilidad.

Durante muchos años se ha confundido la *selección por rentabilidad* con la *selección por productividad*, lo que ha generado un continuo y considerable crecimiento de las producciones por

animal y por año, trayendo consigo problemas, tanto en el manejo como en la sanidad, con su consiguiente aumento de costos de producción y el deterioro de la longevidad de los animales (Gasque-Gómez, 2008).

Por lo anterior, se deben mostrar otras alternativas como el cruzamiento de la raza Holstein con diferentes razas cebuínas, muy válida para muchas zonas del país, donde son pocos los recursos de inversión, existen deficiencias en la alimentación y el alcance de la asistencia técnica es limitado.

Mahecha et al. (2007) evaluaron la producción de leche de vacas Holstein por Cebú, al ser suplementadas con forraje de *Tithonia diversifolia* utilizado como reemplazo parcial del alimento. Los diferentes tratamientos utilizados en este trabajo se presentan en la Tabla 5.

**Tabla 5.** Tratamientos de suplementación con alimento balanceado (SCAB) y suplementación con *Tithonia diversifolia* (STD) en vacas Holstein x Cebú.

Tto.	Pastoreo	% SCAB	% STD	Ensayo 1	Ensayo 2
1	X	100%	0%	12,5 kg/día	11,71 kg /día
2	X	75%	25%	12,41 kg/día	12 kg/día
3	X	65%	35%	12,39 kg/día	12,16 kg/día

Adaptado de Mahecha et al. (2007).

En el tratamiento tres, el porcentaje de 65% de SCAB equivale a 2 kg MS/animal/día y el 35% restante de STD corresponde a 5,6 kg de materia fresca/animal/día. Este experimento reveló que el requerimiento del híbrido posiblemente disminuye y es más eficiente en ciertas condiciones como la baja calidad de pasturas, programas sanitarios deficientes, niveles mínimos de suplementación, además de que se pueden implementar variadas fuentes forrajeras, en este caso Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*).

McManus et al. (2008), además de evaluar el intervalo entre partos de la raza Holstein pura y de sus diferentes grados de sangre resultantes al cruzarse con ganado cebuino, en este caso la raza

Gir, analizaron producción media de leche (PMD kg/día), días en lactancia (DL) y producción total de leche corregida a 305 días (P305) como se resume en la Tabla 6.

De lo encontrado por los autores cabe destacar que para los valores de producción media de leche y producción total de leche corregida a 305 días, fueron mayores en los animales  $\frac{3}{4}$  Holstein  $\frac{1}{4}$  Gir y  $\frac{1}{2}$  Holstein  $\frac{1}{2}$  Gir, y menores en los animales con mayor proporción de raza Gir,  $\frac{1}{4}$  Holstein  $\frac{3}{4}$  Gir. La producción media de las vacas Holstein puras fue inferior, lo que evidencia la adaptación de las vacas mestizas al ambiente al que fueron sometidas y que en esas condiciones de crianza, en razón del estrés nutricional o

térmico, probablemente los animales puros de raza Holstein no expresaron todo su potencial genético para producción lechera. En este trabajo, el cruzamiento  $\frac{3}{4}$  Holstein  $\frac{1}{4}$  Gir se comportó muy bien en estas condiciones, siendo

una opción viable de éxito productivo. Sin embargo, genéticamente es más predecible el comportamiento de la primera generación filial frente a las demás familias genéticas (Madalena, 2001).

**Tabla 6.** Valores para diferentes variables productivas y reproductivas de diferentes grupos genéticos.

	Grupo genético			
	H	$\frac{1}{2}$ H $\frac{1}{2}$ G	$\frac{3}{8}$ H $\frac{5}{8}$ G	$\frac{1}{4}$ H $\frac{3}{4}$ G
<b>N</b>	138	65	936	240
<b>PMD</b>	8,8 ± 3	11,5 ± 3,1	9,5 ± 2,1	7,9 ± 3,1
<b>P305</b>	3.049,2 ± 1.191,8	3.473,4 ± 1178,4	2.759,5 ± 1.131,5	2.348,8 ± 1.058,2
<b>DL</b>	279,6 ± 28	279,3 ± 27,3	281,5 ± 29,6	284,4 ± 36
<b>PG</b>	311,1 ± 9,6	299,9 ± 5,2	275,4 ± 4,9	277,6 ± 4,1
<b>IEP</b>	458 ± 17,2	442,9 ± 19,1	412 ± 17,2	438,8 ± 20,1
<b>EPP</b>	1.069 ± 117,2	1.003,1 ± 97,1	1.240,2 ± 123,2	1.278,8 ± 120,1

H=Holstein; G= Gir; n=Observaciones; PMD=Producción media diaria; P305=Producción en 305 días; DL=Duración de la lactancia; PG=Periodo de gestación; IEP=Intervalo entre partos; EPP=Edad al primer parto. Adaptado de McManus et al. (2008).

Barbosa et al. (2008) realizaron un análisis similar en el cruce resultante entre la raza Holstein y la raza Gir (Tabla 7), y encontraron que el grupo genético  $\frac{1}{2}$  Holstein  $\frac{1}{2}$  Gir presentó los promedios lecheros más altos para producción

de leche; porcentaje de grasa y producción de grasa; seguidos por el grupo  $\frac{5}{8}$  Holstein para producción de leche y grasa, pero el porcentaje de grasa fue bajo.

**Tabla 7.** Producción de leche, grasa y porcentaje de grasa para los grupos genéticos Holstein (H) x Gir.

Variables	Grupo genético			
	$\frac{1}{2}$ H	$\frac{1}{4}$ H	$\frac{5}{8}$ H	$\frac{5}{8}$ H inter se
<b>Producción de leche (kg)</b>	7,15 ± 0,38	5,24 ± 0,38	6,58 ± 0,30	4,68 ± 0,37
<b>Producción de grasa (kg)</b>	0,313 ± 0,015	0,230 ± 0,015	0,267 ± 0,012	0,193 ± 0,015
<b>Porcentaje de grasa</b>	4,50 ± 0,08	4,31 ± 0,08	4,09 ± 0,07	4,07 ± 0,08

Adaptado de Barbosa et al. (2008).

Las hembras bovinas del grupo  $\frac{5}{8}$  H x  $\frac{5}{8}$  H presentaron, de todos los grupos genéticos analizados, los valores más bajos para producción de leche y grasa y porcentaje de grasa. La superioridad de producción de leche por el grupo  $\frac{1}{2}$  H concuerda con lo reportado por Lobo et al. (1984). Madalena et al. (1990) también

evidenciaron la disminución de la productividad del cruce  $\frac{5}{8}$  H x  $\frac{5}{8}$  H, pero también afirman que con este grupo es posible llegar a la creación de nuevas razas siempre y cuando se realice una intensa selección para evitar así las pérdidas por recombinación.

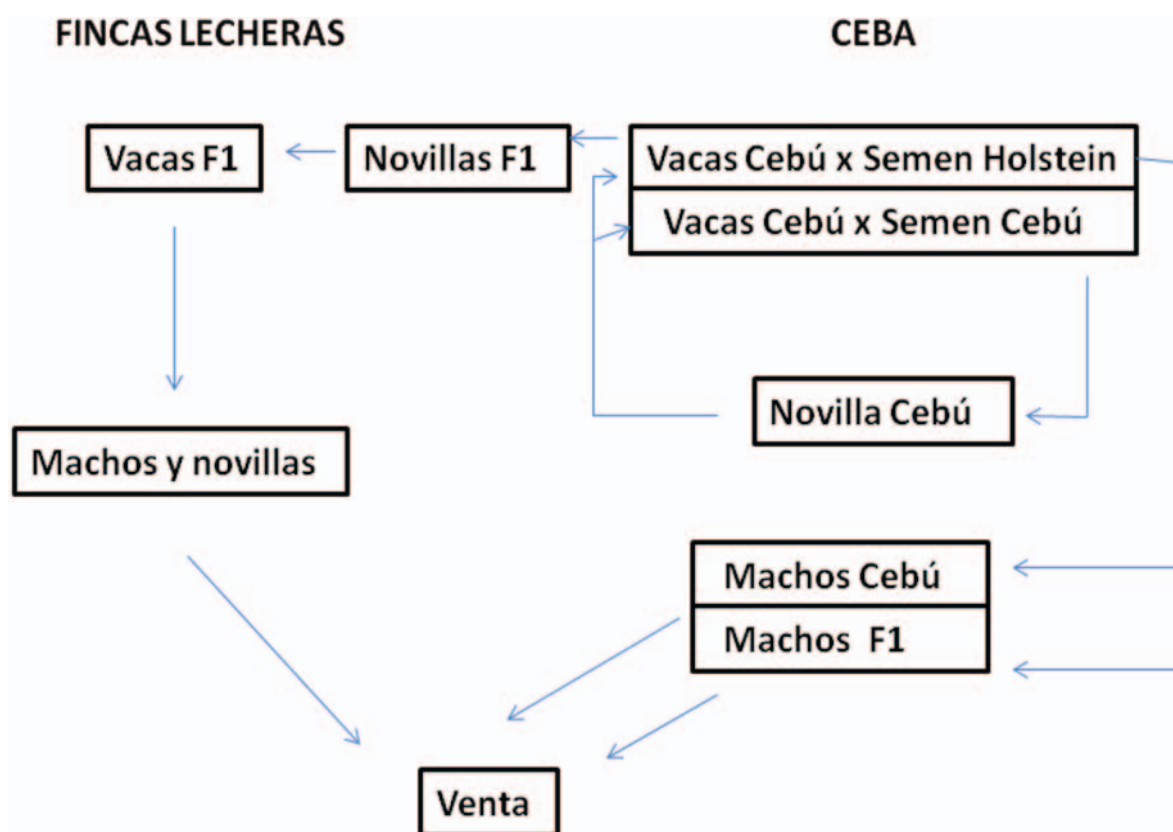
### Cruce terminal

Siendo la  $F_1$  la primera generación de un cruzamiento, este no puede ser perpetuado. Madalena (2005) sugiere que las hijas de la  $F_1$  deben ser vendidas y no incorporadas al hato, lo que caracteriza a este sistema como terminal. Además, también sostiene que para mantener el hato  $F_1$ , la reposición solo puede ser hecha con novillas  $F_1$ , lo que implica su compra para la mayoría de las haciendas.

Una forma de alcanzar el cruce terminal es mediante el cruzamiento de vacas lecheras con toros terminadores de razas cebuínas (Ruas et al., 2005). Madalena (1993) planteó el esquema de producción de leche de Brasil que luego fue ratificado por Guimarães (2006), en donde

las granjas lecheras compran los remplazos  $F_1$  hembras (Figura 1). Estas hembras son producidas en áreas de tierras menos costosas y, por medio de la inseminación artificial, utilizan semen de toros Holstein para fecundar hembras Gir o Guzerá.

Ruas et al. (2005) afirman que a favor de la renta, la hembra de leche debe producir inclusive terneros de ceba y que los rebaños lecheros pueden volverse buenos proveedores de terneros para sacrificio. Además de los cruzamientos tradicionales, estos autores dejan abiertas otras opciones de cruzamiento, es decir, además del ganado cebuino se podrían utilizar toros de razas europeas de carne y hasta toros de razas lecheras; en definitiva, la escogencia está en función del lucro.



**Figura 1.** Secuencia productiva de Brasil, usando razas Cebú y semen Holstein (Madalena, 1993).



## Conclusión

El cruzamiento entre el ganado *Bos taurus* x *Bos indicus* es una manera rápida de obtener beneficios económicos. Es un sistema de producción en el que se pueden obtener salidas de leche y carne, ya que su esquema organizacional así lo permite, al aprovechar la hembra de la familia uno resultante del cruce de dos razas puras como la Holstein y la Cebú, y la hembra o macho resultante del cruce terminal de dicha hembra F1. No es un sistema que deba cuadrarse en una forma de producción, ya que de acuerdo con lo que se necesite en el mercado, se pueden ir redireccionando los objetivos empresariales. Si la demanda en cierto momento es leche, se puede limitar el consumo de este producto por parte del ternero resultante del cruce terminal. Si la demanda es carne, se puede aumentar el consumo de leche por parte del ternero y así mejorar las ganancias de peso. En ambas circunstancias se puede implementar la suplementación estratégica, y así rebajar los costos del alimento balanceado, ya que el requerimiento de la generación filial uno disminuye. No es posible determinar cuál es el mejor sistema de producción, o cuál es la mejor forma de manejar la genética de una empresa bovina; todos los sistemas son fundamentales, ya que la existencia de uno da origen a otro, como la lechería especializada con ganado Holstein puro, ganado Cebú comercial, y los diferentes cruzamientos. Todo depende de las características del sistema, su ubicación geográfica, su medio ambiente, su clima; lo único que se pretende es mostrar otras formas de producción, que seguramente serán muy útiles ante el inevitable cambio climático. Lo mismo sucede entre la heterosis y la selección, pues ninguna es superior a la otra y ambas son necesarias, ambas son herramientas válidas, pero se debe tener muy claro el objetivo de la empresa ganadera y tener claro que la selección es una opción a largo plazo mientras que la heterosis es inmediata.

## Recomendaciones

El éxito de la empresa ganadera parte de tener muy claro el objetivo empresarial. Las decisiones

en cuanto al rumbo de un sistema productivo, en este caso, el ganadero, debe ser dirigido con base en razonamientos lógicos y fundamentados, es decir, elegir los sistemas productivos desde un criterio zootécnico sólido y claro que obviamente sea eficiente económicamente.

Ante el aumento de la temperatura global, muchas regiones caracterizadas por sistemas lecheros especializados se verán bastante afectadas, ya que en algunos de ellos se utilizan animales muy delicados y susceptibles al seguro aumento de temperatura y a la proliferación de ectoparásitos. Si de entrada se sabe que esto va a ocurrir, ¿por qué no empezar a prepararnos desde ya? Si sabemos que vienen situaciones adversas, ¿por qué no convertirlas en grandes oportunidades? ¿Por qué no convertirlas en ventajas competitivas?

Si retomamos el término *adaptación*, definido por la Convención de Cambio Climático de las Naciones Unidas (2008), el sistema propuesto a lo largo de este trabajo es una herramienta que aplicada desde ahora, sería una fortaleza, más que una debilidad.

## Referencias bibliográficas

- Barbosa, S; Ramalho, R; Monardes, H; Dias, F; Dos Santos, D; Batista, A. Milk and fat production of crossbred Holstein-Gir cows (*Bos taurus taurus*-*Bos taurus indicus*) in the Agreste region of the Brazilian state of Pernambuco. **Genetics and Molecular Biology**, v.31, n.2, p.468-474, 2008.
- Bedoya, M; Benavides, H; Cabrera, M. et al. **Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático**. 2008. Disponible en: <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc18157/doc18157-e.pdf> Accedido en: 18/11/2011.
- Bell, M.J; Wall, E.; Russell, G. et al. The effect of improving cow productivity, fertility, and longevity on the global warming potential of dairy systems. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.7, p. 3662-3678, 2011.
- Dickerson, G.E. Experimental approaches in utilizing breed resources. **Animal Breeding Abstracts**, v.37, p.191-202, 1969.

- Evans, R.D.; Buckley, F.; Dillon, P.; Veerkamp, R.F. Genetic parameters for production and reproduction of spring-calving upgraded Holstein-Friesian dairy cows in Ireland. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v.41, p.43-54, 2002.
- Facó, O.; Lôbo, R.N.B.; Martins Filho, R. et al. Idade ao Primeiro Parto e Intervalo de Partos de Cinco Grupos Genéticos Holandês x Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1920-1926, 2005.
- FEDEGAN. **Orientación del hato colombiano por actividad ganadera**. 2007. Disponible en: [http://portal.fedegan.org.co/PEGA\\_Regionales/02\\_Presentaciones/Mapas%20Ganaderos%20Geograficos.pdf](http://portal.fedegan.org.co/PEGA_Regionales/02_Presentaciones/Mapas%20Ganaderos%20Geograficos.pdf) Accesado en: 03/07/2011.
- Gasque-Gómez, R. **Enciclopedia Bovina**. 1.ed. México: Centro Editorial Universidad Nacional Autónoma de México, 2008. 400p.
- Gill, M.; Smith, P.; y Wilkinson, J.M. Mitigating climate change: the role of domestic livestock. **Animal**, v.4, p.323-333, 2009.
- Gonzales-Stagnaro, C.; Madrid- Bury, N.J.; Goicochea-Llaque, J.; Gonzales-Villalobos, D.; Rodriguez-Urbina, M. Primer Servicio en Novillas de Doble propósito. **Revista Científica**, p.39-46, 2007.
- Grajales, H.; Hernández, A.; Prieto, E. Age and weight at puberty and their relation with reproductive efficiency cattle breeds in the Colombian tropics. **Livestock Research for Rural Development**, v.18, n.3, 2006.
- Guimarães, P.H.; Madalena, F.E. & Cezar, I. Comparative economics of Holstein/Gir F1 dairy female production and conventional beef cattle suckler herds – A simulation study. **Agricultural Systems**, v.88, p.11-124, 2006.
- Hoekstra, J.; Van der Lugt, A.W.; Van der Werf, J.H.J.; Ouweltjes, W. Genetic and phenotypic parameters for milk production and fertility traits in upgraded dairy cattle. **Livestock Production Science**. v.40, p.225-232, 1994.
- Lobo, R.B.; Duarte, F.A.M.; Gonçalves, A.A.M.; Oliveira, J.A.; Wilcox, C.J. Genetic and environmental effects on milk yield of Pitangueiras cattle. **Animal Production**, v.39, p.157-163, 1984.
- Madalena, F.E. **¿Por qué la F1?** 1993. Disponible en: [http://www.fernandomadalena.com/site\\_arquivos/011.pdf](http://www.fernandomadalena.com/site_arquivos/011.pdf) Accesado en: 18/08/2011.
- Madalena, F.E. Consideraciones sobre modelos para la predicción del desempeño de cruzamientos en bovinos. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.9, n.2, p.108-117, 2001.
- Madalena, F.E. A simple scheme to utilize heterosis in tropical dairy cattle. 2005. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/feedback/war/u9550b/u9550b0a.htm> Accesado en: 05/07/2011.
- Madalena, F.E.; Lemos, A.M.; Teodoro, R.L. Effect of cost-price structure on the relative economic performance of alternative dairy cattle crossbreeding strategies. **Brazilian Journal of Genetics**, v.12, p.887-893, 1989.
- Madalena, F.E.; Lemos, A.M.; Teodoro, R.L.; Barbosa, R.T.; Monteiro, J.B.N. Dairy Production and Reproduction in Holstein-Friesian and Guzera Crosses. **Journal of Dairy Science** 73, v.73, n.7, p.1872-1886, 1990.
- Madalena, F.E.; Reis, G.; Melo, F.E. Predicción del peso vivo a partir de medidas corporales en animales mestizos Holstein/Gir. **Ciencia Rural**, v.38, n.003, 2008.
- Mahecha, L.; Escobar, J.P.; Suárez, J.F.; Restrepo, L.F. *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). **Livestock Research for Rural Development**, v.19, n.16, 2007.
- McDowell, R.E. **Bases biológicas para la producción animal en zonas tropicales**. 1 ed. Zaragoza, España: Editorial Acribia, 1974. 351p.
- McManus, C.; De Almeida-Teixeira, R.; Talarico-Dias, L.; Louvandini, H.; Bianchini-Oliveira, E.M. Características produtivas e reprodutivas de vacas Holandesas e mestiças Holandês × Gir no Planalto Central. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.819-823, 2008.
- Oltenucu, P.A.; Broom, D.M. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. **Animal Welfare**. v.19, p.39-49, 2010.
- Osorio, M.; Segura, J. Reproductive performance of dual-purpose cows in Yucatan, México. **Livestock Research for Rural Development**, v.14, n.2, 2002.
- Pardo, O.; Sánchez, J. **Evaluación de leche y/o carne de diferentes grupos raciales en el trópico bajo colombiano. Ecosistema valle medio del Sinú**. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 1987. Trabajo de Grado (Medicina Veterinaria).
- Ruas, J.R.M.; Amarral, R.; Neto, A.; Ferreira, J.J. Produção de leite e bezerro comercial com vacas F1 holandês-zebu. XXVI Encontro de Médicos Veterinarios y Zootecnistas-Mayo de 2005.

Values do Mucuri, Jequitinhonha y Rio Doce. **Resumen en evento internacional**, 2005.

Salazar, D.; Huertas, E. Eficiencia de las razas Holstein, Pardo Suizo y Costeño con Cuernos para producción de leche en el trópico. **Revista ICA**, v.14, n.4, p.247-253, 1979.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) [http://unfccc.int/files/national\\_reports/nonannex\\_i\\_natcom/](http://unfccc.int/files/national_reports/nonannex_i_natcom/)

[submitted\\_natcom/application/pdf/executive\\_summary\\_spanish.pdf](#) 2008.

Yuliska, Y.; Rodríguez, G.; Martínez, G. Efecto de la Edad al Primer Parto, Grupo racial y algunos factores ambientales sobre la Producción de leche y El Primer intervalo Entre Partos En vacas doble Propósito. **Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Central de Venezuela**, v.51, n.2, p.79-91, 2010.