

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
(CATIE)

AREA DE GANADERIA TROPICAL

Centro Interamericano de  
Documentación e Información  
Agrícola

8 JUN 1990

C I D I A  
Turrialba, Costa Rica

**MEMORIAS DE LA CONFERENCIA  
INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS  
Y ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO  
BOVINO EN EL TROPICO**

**Editado por:**

Assefaw Tewelde, Ph. D.  
CATIE

Denis Salgado F., M. Sc.  
CATIE

Fernando Mujica C., Ph. D.  
CATIE

MAYO, 1990

TURRIALBA, COSTA RICA

## INDICE

<b>LISTA DE PARTICIPANTES.....</b>	<b>1</b>
<b>PROGRAMA.....</b>	<b>3</b>
<b>PROLOGO.....</b>	<b>5</b>
<b>RECONOCIMIENTOS.....</b>	<b>9</b>
<b>COMITE ORGANIZADOR.....</b>	<b>10</b>
<b>ACTO DE INAUGURACION.....</b>	<b>11</b>
<b>PRESENTACIONES.....</b>	<b>13</b>
<b>Componentes de eficiencia en la producción de carne y leche.</b>	
<b>G. Dickerson.....</b>	<b>15</b>
<b>Parámetros genéticos para características de importancia económica en programas de producción de doble propósito.</b>	
<b>C.J. Wilcox, M.A. De Lorenzo y J.R. Simpson.....</b>	<b>39</b>
<b>Cruzamiento para la producción de leche en sistemas de doble propósito.</b>	
<b>C.J. Wilcox, M.E. McGlothlen y M.A. DeLorenzo.....</b>	<b>47</b>
<b>El papel de los recursos genéticos criollos en sistemas de producción bovina del trópico.</b>	
<b>A. Tewolde, D. Salgado, M. Campos y F. Mujica.....</b>	<b>53</b>
<b>Caracteres de importancia económica, especialmente en bovinos de doble propósito.</b>	
<b>F. Mujica y A. Tewolde.....</b>	<b>63</b>
<b>Estrategias de mejoramiento animal en los sistemas de producción bovina con énfasis en la utilización del criollo en sistemas de doble propósito.</b>	
<b>F.Mujica y A. Tewolde.....</b>	<b>81</b>
<b>Enfoque de sistemas para la elección de programas de selección y cruzamiento.</b>	
<b>J. W. Wilton .....</b>	<b>97</b>
<b>Algunas influencias genéticas sobre la eficiencia re productiva del ganado: una revisión.</b>	
<b>D. W. Vogt.....</b>	<b>101</b>

<b>Estrategias para el mejoramiento genético en el contexto físico y económico de ambientes tropicales.</b> <b>R.W.Blake, F.J Holman, T.L.Stanton y P.A. Oltenacu.....</b>	113
<b>Genética animal como componente integral de los sistemas de producción bovina en el trópico.</b> <b>J.M. Berruecos.....</b>	127
<b>Caracterización fenotípica del ganado Barroso criollo Salmeco</b> <b>Raúl Melgar y Romeo Solano.....</b>	131
<b>Avances en el mejoramientos de los sistemas de producción de ganado de doble propósito en Centroamérica</b> <b>Romeo Solano.....</b>	147
<b>Producción de ganado de doble propósito en Guatemala. Antecedentes y estrategia de desarrollo.</b> <b>Héctor González.....</b>	159
<b>Sesiones de preguntas y respuestas durante las sesiones plenarias.....</b>	167
<b>Recomendaciones.....</b>	171

## LISTA DE PARTICIPANTES

NOMBRE	INSTITUCION / PAIS
James Wilton	University of Guelph, Canadá
Charles Wilcox	University of Florida, USA
José M. Berruecos	UMAM, México
Gordon E. Dickerson	University of Nebraska, USA
Robert W. Blake	Cornell University, USA
Dale Vogt	University of Missouri, USA
Assefaw Tewolde	CATIE, Costa Rica
Fernando Mujica	CATIE, Costa Rica
Denis Salgado	CATIE, Costa Rica
Rafael Molina	ITCR, Costa Rica
Guido Seravalli	MAG, Costa Rica
Sonia Soto	MAG, Costa Rica
José L. Araya	MAG, Costa Rica
Pedro Guerra	IDIAP, Panamá
David Guevara	IDIAP, Panamá
Roger Sequeira	CENAMEGE, Nicaragua
Armando Rodríguez	MIDINRA, Nicaragua
Salvador Zavala	SRN, Honduras
Samuel Casco	SRN, Honduras
Rodolfo Mercadal	SRN, Honduras
Miguel H. Ramírez	MAG, El Salvador
Carlos Henríquez	MAG, El Salvador
Edgardo Salguero	MAG, El Salvador
Gino Castillo	MAG, El Salvador
Rubén Hernández	República Dominicana
Manuel Tapia	República Dominicana
Julio Ponce	República Dominicana
Manuel Isidor	República Dominicana
Juan Muscari	IVITA, Perú
Guillermo Meini	IVITA, Perú
Rafael Nuñez	UACH, Chapingo, México
Alberto Camero	CATIE, Costa Rica
Joel Maltos	IICA, Costa Rica
Romeo Solano	CATIE, Costa Rica
José A. Zaglul	CATIE, Costa Rica
José L. Cardona	CATIE, Costa Rica
Rodrigo Rosales	UCR, Costa Rica
Miguel Campos	CATIE, Costa Rica
Federico Holmann	Cornell University, USA
Miguel A. Gutiérrez	USAC, Guatemala
Rodolfo Fuentes	USAC, Guatemala
Moisés Rubio	CP, Chapingo, México
Carlos Wever	USAC, Guatemala
Gonzalo Roldán	DIGESEPE, Guatemala
Gerardo Anzueto	USAC, Guatemala
Carlos Ortiz	USAC, Guatemala
Luis Larrazabal	USAC, Guatemala
Héctor González	DIGESEPE, Guatemala
Joel Maltos	CENIP, República Dominicana

## PROGRAMA

<b>Día/hora</b>	<b>Actividad</b>
<b>Lunes, 19 de setiembre</b>	
8:00 - 9:30	Inscripción de participantes
9:30 - 10:15	INAUGURACION (programa especial)
10:15 - 11:00	Caracterización general de los sistemas de producción bovina de doble propósito en el trópico. R.Solano, CATIE
11:00 - 11:15	RECESO
11:15 - 12:00	Caracterización, perspectivas y alternativas tecnológicas probadas en los sistemas de producción de doble propósito con énfasis en el trópico Centroamericano. R.Solano, CATIE
12:00 - 12:45	Políticas y estrategias adaptables a los sistemas de producción de doble propósito en Guatemala. H.González, DIGESEPE
13:00 - 14:30	ALMUERZO
14:30 - 15:30	Criterios y metodologías de determinación de la importancia de características de relevancia, con énfasis en doble propósito <sup>1</sup> . J.M.Berruecos, UNAM, México
15:45 - 16:00	RECESO
16:00 - 17:30	Sesión plenaria
<b>Martes, 20 de setiembre</b>	
8:30 - 9:30	Estado actual del componente genético de los sistemas de producción ganadera en el trópico. A.Tewolde, CATIE

---

<sup>1</sup> Esta presentación está solo el manuscrito.

- 9:45 - 10:45      **Genética animal como componente integral de los sistemas de producción bovina en el trópico<sup>1</sup>.  
J.M.Berruecos, UNAM, MEXICO**
- 11:00 - 11:30      **RECESO**
- 11:30 - 12:30      **Importancia del mejoramiento animal en los sistemas de producción bovina de doble propósito en Guatemala<sup>2</sup>.  
L. Larrazábal, USAD**
- 12:45 - 14:30      **ALMUERZO**
- 14:30 - 15:30      **Características de importancia económica en producción de carne y leche, considerando especialmente sistemas de producción de doble propósito en el trópico.  
F. Mujica, CATIE**
- 15:45 - 16:00      **RECESO**
- 16:00 - 17:30      **Sesión plenaria. Discusión del Proyecto de sistemas de producción de doble propósito en República Dominicana (CENIP/CIID).  
J. Maltos, México.**

**Miércoles, 21 de setiembre**

- 8:30 - 9:30      **Necesidad de parámetros genéticos para las características de importancia en relación al medio tropical, en sistemas de doble propósito.  
C.Wilcox, U. de Florida, Gainesville EUA**
- 9:45 - 10:45      **Estrategias de mejoramiento animal en los sistemas de producción bovina con énfasis en la utilización del criollo en sistemas de doble propósito.  
F.Mujica, CATIE**
- 11:00 - 11:30      **RECESO**
- 11:30 - 12:30      **Aspectos genéticos de la ineficiencia reproductiva en bovinos.  
D.Vogt, U. de Missouri, Columbia, EUA.**
- 12:45 - 14:00      **ALMUERZO**
- 14:00 - 15:00      **Componentes de la eficiencia de producción de leche y carne.  
G.E.Dickerson, U. de Nebraska, Lincoln, EUA**
- 15:15 - 15:30      **RECESO**
- 15:30 - 17:00      **Sesión Plenaria**

---

<sup>1</sup> No existe el manuscrito de lo presentado.

**Jueves, 22 de setiembre**

- 8:30 - 9:30            Enfoque de sistemas y modelaje en la selección de alternativas para selección y cruzamiento.  
J.Wilton, U. de Guelph, Canadá
- 9:45 - 10:45        Uso de sementales cruzados en sistemas de producción de doble propósito.  
R.Blake, Cornell University, Nueva York, EUA
- 11:00 - 11:30        **RECESO**
- 11:30 - 12:30        Posibilidad y experiencias de sistemas de cruzamiento para doble propósito.  
C.Wilcox, U. de Florida, Gainesville, EUA
- 12:45 - 14:00        **ALMUERZO**
- 14:00 - 15:00        El papel de los criollos como recursos genéticos pecuarios en el mejoramiento de sistemas de doble propósito en el tropico.  
A.Tewolde, CATIE
- 15:15 - 15:30        **RECESO**
- 15:30 - 16:30        Sesión plenaria/clausura.

**Viernes, 23 de setiembre**

Visita a la finca de ganado Barroso Guatemalteco (Salmeco) en Chiquimulilla, Departamento de Santa Rosa, Guatemala.

**Sábado, 24 de setiembre**

Salida de los participantes a sus respectivos lugares de origen.

**HOSPEDAJE DURANTE LA CONFERENCIA: HOTEL RITZ CONTINENTAL,  
GUATEMALA**

**SEDE DE LA CONFERENCIA : FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA**

## PROLOGO

El trópico de América Latina en general y el istmo centroamericano en particular cuenta con diferentes recursos genéticos bovinos que básicamente son cebú (*Bos indicus*), razas europeas modernas y criollos (*Bos taurus*). Estos recursos en la actualidad se manejan bajo diferentes sistemas de producción bovina, como son la producción de leche y carne especializada y los sistemas de producción de doble propósito. Los niveles de producción y productividad son generalmente bajos debido a la influencia de factores genéticos y las condiciones ambientales adversas de las regiones tropicales.

Lo anterior permite pensar en la posibilidad de mejorar estos niveles mediante estrategias de mejoramiento genético y mejorando las condiciones de producción a nivel de fincas. La magnitud de mejoramiento puede depender más de la estrategia que del sistema de producción bovino empleado. Dentro de las estrategias genéticas es posible considerar diferentes niveles de acción. Estos niveles pueden ir desde el nivel celular o cromosomal hasta el individual, donde se consideran componentes de la eficiencia de producción. Asimismo, tales estrategias a menudo enfatizan además la utilización racional de los recursos biofísicos a nivel de las fincas.

Por estas razones, al organizar esta conferencia se pensó en considerar temas que abarquen áreas de interés desde el punto de vista de investigación para el desarrollo pecuario, bajo las condiciones del trópico. Es así que hay trabajos que señalan los caracteres de importancia económica en un determinado sistema de producción, p.e. sistema de doble propósito, identificación, caracterización y perspectivas de los recursos genéticos criollos, con particular énfasis en Centro América; además técnicas de mejoramiento y condiciones necesarias para su establecimiento, incluyendo aspectos citogenéticos, modelaje y simulación en producción animal, componentes de eficiencia en la producción de leche y carne, y su evaluación, así como aspectos económicos de los sistemas de mejoramiento bovino.

Es de destacar las contribuciones de científicos internacionalmente reconocidos en este ramo, entre los cuales resalta la activa participación del Dr. Gordon E. Dickerson, quienes hicieron posible que dicha conferencia tuviera el nivel de relevancia merecida.

Por último, se espera que los trabajos aquí presentados sirvan como base para reflexionar sobre las tremendas oportunidades y potenciales campos de acción existentes en referencia a los sistemas de producción animal tropical. Tales reflexiones fueron evidenciadas por las discusiones que se generaron alrededor de los diferentes temas y que sirvieron para generar las recomendaciones indicadas al final de este documento.

Lo anterior tiene sentido, particularmente si se consideran los programas de investigación, desarrollo, fomento y formación de recursos humanos a nivel de los países en ramas como ésta. Esto fue evidenciado por una de las recomendaciones surgida de la conferencia, en el sentido de reuniones semejantes en forma periódica y de este modo promover la participación de los países en esta importante área.

Assefaw Tewolde  
Coordinador de la Conferencia



## **RECONOCIMIENTOS**

La realización de esta conferencia fue posible gracias a las ayudas financieras recibidas por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza por parte del Proyecto de Educación Superior financiado por ROCAP y de la Red de Investigación en Sistemas de Producción Animal para Latinoamérica, para quienes los organizadores de este evento expresan su sincero agradecimiento. Al mismo tiempo queremos dejar testimonio de nuestro agradecimiento a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad San Carlos, Guatemala por las facilidades brindadas, que sin ellas hubiera sido difícil el éxito de esta conferencia y a nuestro representante en Guatemala, Ing. Bladimiro Villeda, por su colaboración y coordinación en dicha ciudad.

No queremos dejar de mencionar y expresar nuestro agradecimiento al Sr. Salvador Melgar y familia, criadores del ganado Barroso en Guatemala, por su amable invitación y atenciones durante nuestra visita a su finca.

Asimismo, nuestro agradecimiento a todos los conferencistas y participantes que hicieron posible el desarrollo exitoso de la conferencia.

Por último se agradece los trabajos de traducción que estuvieron a cargo de la Lic. Carmen Rojas, así como a todas las demás personas que ayudaron de una u otra manera en la realización del evento.

**Los Organizadores del Evento  
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza**

## **COMITE ORGANIZADOR**

**Presidente del Comité Organizador**

**Dr. Pablo Girón, Director General de Servicios Pecuarios**

**Presidente de la Conferencia**

**Lic. Luis B. Larrazábal, Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC**

**Secretario de la Conferencia**

**Lic. Carlos Wever, Director de la Escuela de Zootecnia de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC**

**Tesorero de la Conferencia**

**Ing. Bladimiro Villeda S., Representante y Coordinador de CATIE en Guatemala**

**Coordinador General del Evento**

**Dr. Assefaw Tewolde, Area Ganadería Tropical CATIE, Turrialba, Costa Rica**

**Presidente Honorario de la Conferencia**

**Dr. Alfonso Loarca, Vice-Ministro de Ganadería y Alimentación de Guatemala**

**Preside el Acto de Inauguración**

**Ing. Agr. Rodolfo Estrada Hurtarte, Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Representado por el Vice-Ministro**

## **ACTO DE INAUGURACION**

- 1. Himno Nacional de Guatemala**
- 2. Presentación del Presidium de Honor**
- 3. Palabras del Director General de CATIE, Dr. Rodrigo Tarté Ponce, o su Representante**
- 4. Intervención del Presidente del Comité Organizador Dr. Pablo Girón, Director General de Servicios Pecuarios**
- 5. Intervención del Presidente de la Conferencia, Lic. Luis Larrazábal**
- 6. Inauguración del Evento a cargo del Señor Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Ing. Rodolfo Estrada Hurtarte, o su Representante**

## **PRESENTACIONES**

## COMPONENTES DE EFICIENCIA EN LA PRODUCCION DE CARNE Y LECHE

*Gordon E. Dickerson<sup>1</sup>*

### RESUMEN

Se revisaron los factores más importantes que influyen en los costos de producción de carne bovina con relación a otros tipos de carne. Se evaluaron cambios genéticos potenciales en características biológicas de importancia económica en términos de los efectos esperados en los insumos alimenticios y no alimenticios, así como en el peso vivo y la producción de carne, incluyendo además efectos asociados en otras características. Se presenta una fórmula general para predecir los cambios en la eficiencia de la relación insumo/producto en la producción de carne y leche a partir del mejoramiento de algunos componentes, tales como la tasa reproductiva, la tasa de crecimiento, la composición corporal o la producción de leche. Se presentó una fórmula más simple para predecir, anualmente, la eficiencia del hato para producción de carne, en términos de carne producida por unidad de insumo alimenticio total para mantenimiento, basada en el inventario de vacas expuestas al toro, tasas de desecho y reemplazo, número, pesos y precios relativos de los terneros y vacas vendidas, más número y tamaño promedio de los terneros predestete y novillas de reemplazo mantenidas en el hato. El efecto de la raza del semental en las características biológicas del ternero y la vaca, se usaron para ilustrar las diferencias entre razas que contribuyen a la eficiencia en la producción de carne en razas puras y cruces rotativos, o en el papel materno o paterno en los cruces de razas. Si se incluye el valor de la leche para consumo humano, a partir de ganado de doble propósito, podría mejorarse significativamente la clasificación de las razas de mayor producción lechera.

### INTRODUCCION

En esta discusión, la eficiencia se referirá al insumo o costo por unidad de valor del producto. La eficiencia puede examinarse separadamente para la unidad vaca-ternero, para el crecimiento, y para el engorde en confinamiento, o combinada en términos de la relación insumo/producto en el ciclo de vida completo de los animales. La eficiencia puede también diferir entre razas puras, cruzadas y entre sistemas integrados de producción industrial que involucran apareamientos entre animales puros y cruzados, en la constitución de las poblaciones de ganado. La eficiencia biológica se mide como la entrada de energía alimenticia por unidad de rendimiento equivalente en carne y leche, en términos de Mcals/kg del valor del producto que sale del sistema. La eficiencia económica incluye tanto los costos equivalentes de alimentación como los de otros rubros (no alimenticios) por unidad de rendimiento en carne y leche producidas, considerando los costos relativos por vaca vs la alimentación del hato para engorde, el valor de las vacas descartadas vs el valor del hato de engorde para el mercado, para leche y para los diferentes rendimientos de carne magra y calidad del peso vivo en el mercado.

---

<sup>1</sup> Colaborador, Agric. Res. Serv., Dept. Agric., Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center, Clay Center, NE y Profesor Emerito, Animal Science, Univ. of Nebraska, A218 AnS, Lincoln, NE 68583-0908.

Los costos más bajos por unidad de producción de carne y leche resultarán en un aumento de las ganancias (o reducción de las pérdidas) para los productores de carne, pero sólo en la medida en que los precios del mercado no sean proporcionalmente reducidos. Sin embargo, los costos más bajos de producción siempre mejorarán la habilidad del ganado bovino para competir con la demanda del consumidor por carne de cerdo, pollo, pavo y pescado.

## **COMPONENTES DE LA EFICIENCIA**

### **Eficiencia biológica en la producción de carne y leche**

Las oportunidades para incrementar la eficiencia pueden ser evaluadas examinando los efectos de las diferencias en comportamiento en los insumos requeridos para cada una de las fases principales del ciclo de vida. La energía alimenticia necesaria para la producción de carne en el ciclo de vida, puede dividirse aproximadamente en 16% para crecimiento en las hembras de reemplazo, 34% para mantenimiento, 8% para gestación y lactancia, 23% para mantenimiento de los terneros en crecimiento del 80% de las vacas, 13% para deposición de grasa corporal y sólo 5 ó 6% para deposición de proteína corporal en los animales para el mercado. Cerca de dos tercios de la grasa y proteína del cuerpo están en canal, pero gran parte de la grasa de canal se pierde al hacer los cortes menores. La energía depositada en canal representa tan sólo un 4 ó 5%, y en los cortes menores menos de un 3% de la energía alimenticia total requerida para el ciclo de vida completo (Dickerson, 1978, 1983).

La oportunidad para la producción de carne está basada en la habilidad del ganado bovino para convertir la gran cantidad existente de forrajes y residuos de cultivos, que no utilizan los cerdos o las aves de corral, en alimento altamente nutritivo y gustosa para el hombre. Contrario a la ocasional información engañosa que brindan los medios de información, cerca de un 90% del total de energía alimenticia utilizada en la producción de carne proviene de pastizales, forrajes cosechados y sub-productos alimenticios, y sólo un 10% proviene de granos adicionales para completar la dieta del hato (Ward *et al.*, 1977). Incidentalmente, esta habilidad del hato para carne y de otros animales productores de carne, para transformar los excedentes de grano (es decir, provee la demanda mencionada antes para la exportación y para consumo humano), en una mayor producción de carne es esencial para la estabilización de precios para los productores de granos.

### **Diferencias entre especies que afectan la eficiencia**

Los componentes en el rendimiento que afectan la eficiencia de la relación insumo/producto en la producción de carne son dramáticamente ilustrados por las diferencias de rendimiento entre especies de animales de carne (Cuadro 1 y Figura 1). El ganado bovino y el cordero requieren mayor energía alimenticia por unidad de proteína en la carne que el cerdo o las aves de corral, principalmente por su menor tasa de reproducción, pero parcialmente también por su mayor deposición de grasa, menor crecimiento relativo o menor porcentaje de vísceras.

La energía alimenticia por unidad de proteína en la carne producida por el ganado vacuno y el cordero, es alrededor de cinco veces la necesaria para aves de corral y casi tres veces la del cerdo (Figura 1). Cuando se consideran, para los rumiantes, los costos menores de energía alimenticia y la menor tasa de costos de alimento/otros costos (Figura 2), los costos totales relativos por unidad de proteína vacuna o de cordero producida son menores, pero aún son casi 3 veces los de aves de corral y 1,4 veces los de carne de cerdo. Los mayores costos para ganado vacuno y corderos, en relación con el cerdo y la carne de aves de corral, son en gran parte debido a los costos más altos de reposición de hembras y mantenimiento anual, causados por la baja tasa reproductiva, pero también por una mayor deposición de grasa en relación con las aves de corral, y por una menor tasa relativa de crecimiento comparada con cerdos y pollos de engorde.

**Cuadro 1. Características de comportamiento promedio en animales de carne\***

Especie	Progenie/ año	Peso al apareamiento (kg)	Peso al mercado (kg)	Vísceras %	Ganancia g	diaria g/kg <sup>0,75</sup>	Grasa de la carne (%)	Eficiencia biológica Mcal e aliment. kg proteína de carne
Pollos de engorde	100	3,0	2,0	63	31	30,5	13,0	80
Pavos	60	10	10	79	65	19,2	13,0	87
Conejos	40	4,5	3,2	60	32	22,3	6,8	105
Cerdos	12	170	100	73	540	28,4	32,0	151
Cordero	1,4	70	50	50	220	18,2	36,0	427
Bovino	0,8	500	475	61	950	14,8	32,0	442

\*/ Tomado de Dickerson (1983).

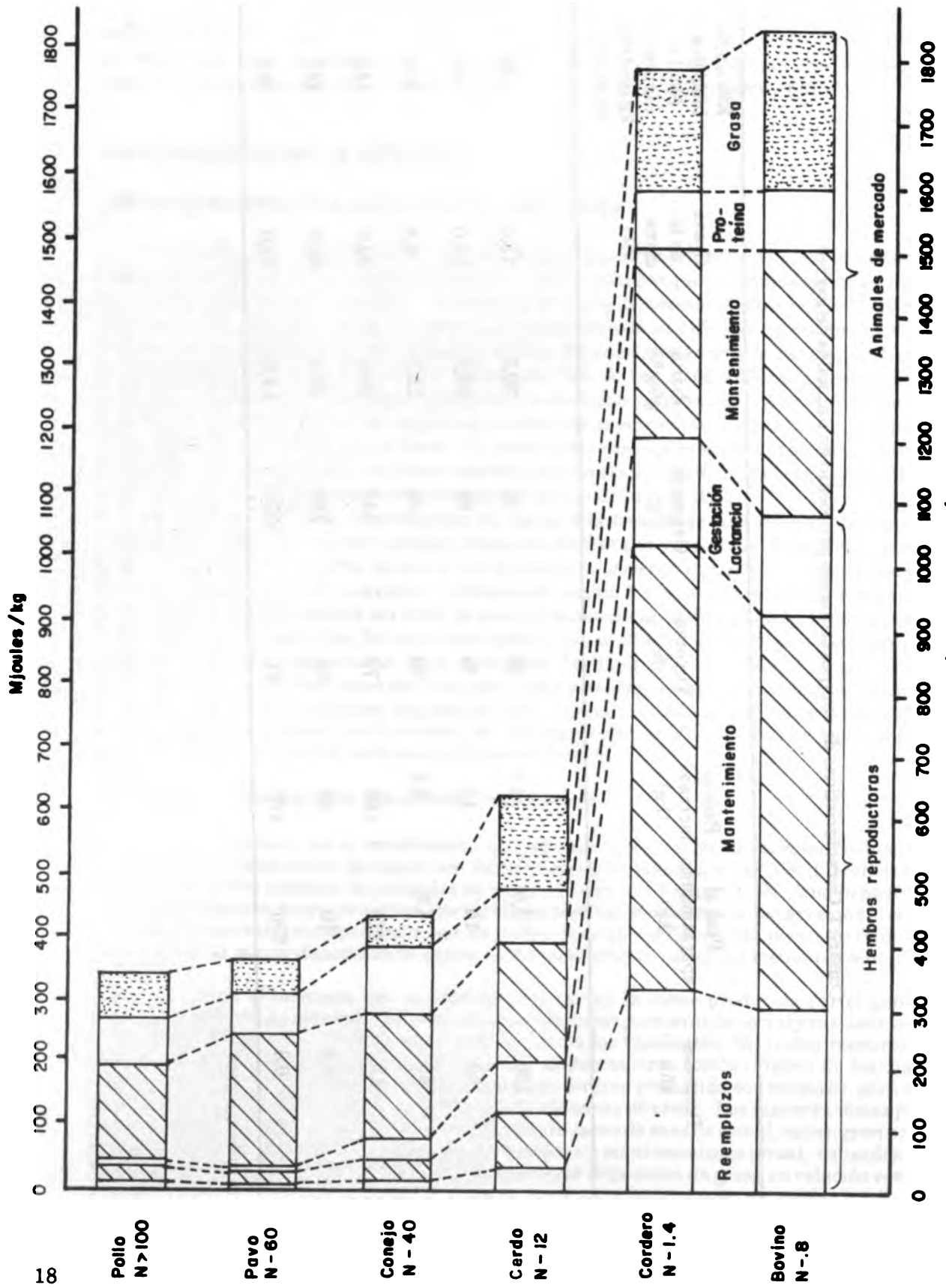


Fig. 1 Entrada total de energía al ciclo de vida por unidad de producción de proteína en carne comestible, por componentes de energía alimenticia usados para poblaciones de especies animales para carne (de Dickerson, 1978)



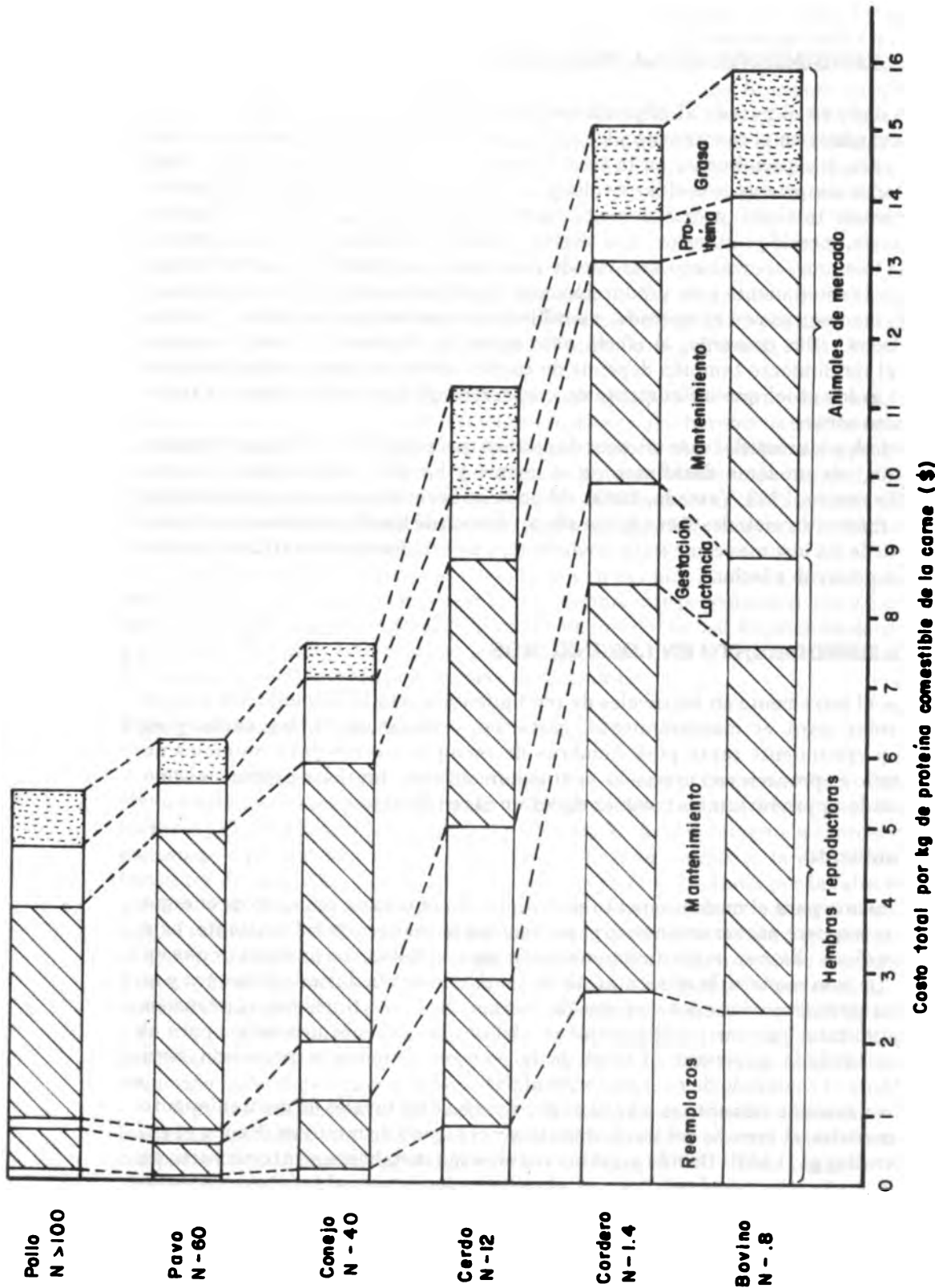


Figura 2. Costos totales del ciclo de vida por unidad de producción de proteína en carne comestible, y distribución por componentes del uso energético, para poblaciones de especies animales para carne (en \$). De los datos de Fig. 1, se asume que los costos de no alimentación son un 150% de la energía para la hembra más un 80% de la energía de mantenimiento del animal para el mercado para no rumiantes pero solo un 70 y 50%, respectivamente, para rumiantes. Los precios usados por MJ de alimento ME para hembras reproductoras y para animales para el mercado en crecimiento, respectivamente, fueron 0,956 y 1,076 para no rumiantes, y 0,478 y 0,717 para rumiantes. (De Dickerson, 1978).

Evidentemente, la eficiencia de la producción de carne magra vacuna estaría incrementada por una tasa neta de reproducción más elevada, por un más rápido crecimiento y una reducción de la deposición de grasa en los animales para el mercado.

## **EFFECTOS DEL RENDIMIENTO EN LA PRODUCCION**

El énfasis dado en el pasado al mejoramiento del ganado de carne se enfocó principalmente en los cambios en el rendimiento, los cuales podrían aumentar la producción por individuo o por vaca, y especialmente en la tasa de crecimiento debido a que esta es fácil medirla en las etapas tempranas de la vida y es altamente heredable. Asimismo, la producción por vaca mantenida también podría incrementarse claramente por primeros partos tempranos y recría, períodos abiertos más cortos y menor descarte de vacas, mayor sobrevivencia de terneros, crecimiento más rápido para tener mayores pesos al mercado y mayor porcentaje de rendimiento y de producción de cortes de consumo. También con vacas más grandes con menos grasa en el mercado, y posiblemente con más partos dobles y mayor producción de leche. Sin embargo, el efecto neto sobre la eficiencia de tales cambios alternativos en el rendimiento también depende de cuánto aumenta cada uno los insumos requeridos y del grado en el que un aumento en cualquiera de estas características tiene efectos adversos en otras.

La factibilidad, y los métodos más eficaces de crianza para lograr los cambios deseados en el rendimiento, es un tema desafiante en sí mismo y ha sido mencionado en otras publicaciones (Dickerson, 1983; Yamada, 1983). El principal propósito en esta presentación es considerar los diferentes métodos de medición o de predicción de los efectos de cambios tanto en el rendimiento de los insumos como en la producción, y de esta forma en la eficiencia neta de la producción de carne y leche.

## **EFFECTOS DEL RENDIMIENTO EN LOS INSUMOS**

Se sabe que el incremento en los niveles de rendimiento afecta la alimentación y otros insumos requeridos para el mantenimiento, gestación y lactancia de las vacas y el mantenimiento y crecimiento tanto para hembras de reemplazo como para animales de engorde. El desafío es predecir con precisión cuánto aumentarán, tanto los productos como los insumos, cuando se produzcan los cambios dados en el rendimiento.

### **Para el mantenimiento**

El requerimiento para el mantenimiento se define como la tasa de consumo de energía alimenticia que se requiere para mantener un peso y una composición corporal constante, bajo condiciones específicas. Esta se mide directamente en vacas adultas, no preñadas y que no estén lactando. De esta manera, la alimentación adicional requerida durante la preñez y la lactancia pueden considerarse como demandas de energía para tales funciones. La tensión causada por frío (o calor extremo) y el incremento del desplazamiento necesario para el pastoreo pueden también aumentar el total de la energía alimenticia requerida para mantener constante el contenido de energía corporal (NRC, 1981).

Cuando el consumo de alimento se mantiene por debajo de los niveles de mantenimiento durante largos períodos, el tamaño del tracto digestivo y el hígado disminuyen (Koong *et al.*, 1982b, 1983; Ferrell *et al.*, 1983). Debido a que las vísceras son metabólicamente más activas que los músculos, y aún más que el tejido graso, el requerimiento para el mantenimiento de los animales también se reduce hasta recuperar el tamaño "normal" del órgano, un tiempo después de que se recupere el consumo voluntario de alimentos.

Es difícil medir los requerimientos para mantenimiento de los animales en crecimiento, debido a que estos animales tienden a quemar grasa corporal, pero continúan el crecimiento de huesos y de músculos cuando son alimentados a niveles para mantener el "peso vivo" por largos periodos. Una simple estimación de la porción del metabolismo basal de mantenimiento puede obtenerse midiendo la producción total del calor corporal en animales jóvenes después que el aparato digestivo es vaciado temporalmente, mediante abstinencia durante pocos días.

El mantenimiento del peso corporal normal y de las funciones vitales, requieren alrededor del 75% de la energía alimenticia anual del hato y más del 50% de aquella que los terneros requieren desde el destete hasta la edad de mercado (Dickerson, 1978; Ferrell y Jenkins, 1985). La producción total de calor está asociada con el peso corporal, pero está muy poco influenciada por el peso de la grasa corporal (Cuadro 2). Esto está más estrechamente asociado con el tejido no graso (Pullar y Webster, 1977; Webster, 1978; Cuadro 2 de Buckley, 1985), especialmente con las vísceras y la sangre metabólicamente activas (Tess *et al.*, 1984a; Cuadro 3 de Buckley, 1985). La alimentación para mantenimiento por unidad de peso corporal ha mostrado ser más alta en las razas que están inherentemente equipadas para producir mayores cantidades de leche, aún en novillas en crecimiento y vacas en período abierto no-lactantes (Cuadro 4, Smith y Baldwin, 1974; Jenkins y Ferrell, 1984; Ferrell y Jenkins, 1984a,b; Buckley 1985).

Existe evidencia de que algunas razas (por ejemplo Brahman, Charolais) tienen menor apetito y menos grasa corporal en relación a su potencial inherente de crecimiento magro; pero también relativamente menos cantidad de proteína corporal en las vísceras que en el tejido muscular. De esta forma, los requerimientos de mantenimiento por unidad de peso corporal (Cuadro 4) pueden ser similares al de aquellas razas con más grasa, con más alta relación de órganos viscerales por masa muscular (Butler *et al.*, 1956; Frisch y Vercoe, 1977; Ferrell y Jenkins, 1984; Buckley, 1985).

Jacobs (1984) ha enfatizado la evidencia en las publicaciones de que generalmente el consumo total de la vaca puede estar más cercanamente proporcional a la 0,5 potencia que a la 0,75 potencia del peso corporal de la vaca, comparado con la 0,42 potencia del peso de la vaca para predecir el peso del ternero al destete. Así, el uso de la 0,75 potencia puede sobreestimar los costos de mantenimiento de vacas más grandes.

### **Para gestación y lactancia**

Los costos extra de energía alimenticia durante la gestación y lactancia están obviamente asociados con la duración de la gestación, tamaño del ternero, la presencia de mellizos y el nivel de producción de leche (Cuadro 5). Aparentemente los terneros mellizos no causan un aumento en el consumo de alimento de baja energía en la vaca, durante el último trimestre de la preñez, cuando la capacidad digestiva es limitada por la falta de espacio por presión. Pero sí causan una reducción sustancial en el peso del cuerpo vacío de las vacas (>45 kg), al suministrar el 60 o más % de aumento en la energía requerida para el crecimiento fetal, al igual que algún aumento en los requerimientos para mantenimiento (Koong *et al.*, 1982a). El nacimiento de mellizos no retrasa la siguiente concepción (Wheeler *et al.*, 1982), pero aumenta la producción de leche en un 30 a 50% durante los primeros tres meses de lactancia y en un 80 a 90% durante los segundos tres meses de la lactancia (Smith *et al.*, 1982). Se necesitan más datos y análisis para documentar el aumento en el consumo de alimento requerido para la gestación y la cría de mellizos.

Algunas indicaciones del aumento de los requerimientos alimenticios durante la lactancia asociados con una mayor producción de leche se muestran (Cuadro 6) en las comparaciones de cruces, registradas por Cundiff *et al.* (1983). Estas comparaciones incluyen los efectos de diferencias raciales en el tamaño corporal, composición y vísceras y distribución de la proteína corporal en los músculos de canal, además de las grandes diferencias registradas en producción de leche, para vacas alimentadas para mantener constante el peso

Cuadro 2. Correlación de la producción de calor en ayuno con el peso corporal y sus componentes químicos, por edad<sup>a</sup>.

Edad (meses)	Peso vivo (PV)	PV <sup>0,75</sup>	Cuerpo vacío	Grasa	. No grasa	H <sub>2</sub> O	Sin grasa en base seca	Proteína	Ceniza
0	0,74	0,74	0,74	0,59	0,73	0,73	0,78	0,77	0,73
4	0,82	0,82	0,83	0,46	0,84	0,84	0,80	0,77	0,83
7	0,72	0,71	0,66	0,26 <sup>b</sup>	0,71	0,70	0,71	0,68	0,77
10	0,84	0,83	0,81	-0,13 <sup>b</sup>	0,85	0,85	0,80	0,81	0,73
14	0,79	0,79	0,82	0,20 <sup>b</sup>	0,85	0,86	0,80	0,78	0,73

<sup>a/</sup> Tomado de Buckley (1985), datos de calorimetría y composición sobre 6 para cada una de las 5 edades, 0 a 14 meses, para cada raza Hereford, Charolais y Simmental.

<sup>b/</sup> P > 0,10

**Cuadro 3. Regresiones parciales de producción de calor en ayuno con los componentes del peso corporal vacío, por edad<sup>a</sup>**

Edad (meses)	b <sub>0</sub>	Sangre + víscera	Tracto GI	Cabeza caña tracera	Carne en canal
0	32,6	3,7	9,2	-8,6	4,5
4	-79,9	25,4**	10,6**	-1,4	-0,3
7	94,0	-13,6*	1,3	3,1	1,9**
10	36,4	4,7	3,0	-2,0	1,6*
14	21,3	6,2	-0,5	-1,1	1,8*
Mancomunada/ edad	51,0	4,0	1,1	-1,4	1,8**

<sup>a/</sup> Tomado de Buckley. 1985, datos de calorimetría y composición sobre 6/para cada una de las cinco edades, 0 a 14 meses, para cada raza Hereford, Charolais y Simmental.

<sup>v/</sup> P < 0,05

<sup>vv/</sup> P < 0,01

**Cuadro 4. Estimaciones de energía metabolizable requerida para mantenimiento de varias razas y cruces entre razas<sup>a,b</sup>**

Genotipo	Estado fisiológico	Mantenimiento (kcal/kg <sup>0,75</sup> /día)	
Angus x Hereford <sup>a</sup>	9-10 años no preñada, no lactando <sup>b</sup>	130	
Charolais - X	9-10 años no preñada, no lactando <sup>b</sup>	129	
Jersey-X	9-10 años no preñada, no lactando <sup>b</sup>	145	
Simmental-X	9-10 años no preñada, no lactando <sup>b</sup>	160	
Angus x Hereford <sup>a</sup>	8- 9 años lactando <sup>c</sup>	151	
Red Poll - X	8- 9 años lactando <sup>c</sup>	157	
Pardo Suizo - X	8- 9 años lactando <sup>c</sup>	156	
Gelbvieh - X	8- 9 años lactando <sup>c</sup>	158	
Maine Anjou - X	8- 9 años lactando <sup>c</sup>	146	
Chianina - X	8- 9 años lactando <sup>c</sup>	174	
Angus	5- 6 años lactando <sup>d</sup>	141	
Hereford	5- 6 años lactando <sup>d</sup>	149	
Simmental	5- 6 años lactando <sup>d</sup>	166	
Charolais	5- 6 años lactando <sup>d</sup>	165	
Angus	5- 6 años no lactando <sup>e</sup>	86	149
Hereford	5- 6 años no lactando <sup>e</sup>	99	142
Simmental	5- 6 años no lactando <sup>e</sup>	166	151
Hereford	9-15 meses	106	
Simmental	9-15 meses	126	

<sup>a/</sup> Las F<sub>1</sub> = producidos a partir de cruces de Angus, Hereford, Charolais, Jersey, Simmental, Red Poll, Pardo Suizo, Gelbvieh, Maine Anjou y Chianina con vacas Angus o Hereford.

<sup>b/</sup> Ferrell y Jenkins (1984a).

<sup>c/</sup> Cundiff et al (1983).

<sup>d/</sup> Ferrell y Jenkins (no publicado).

<sup>e/</sup> Ferrell y Jenkins (1984b), para alimentación restringida y *ad libitum*.

<sup>f/</sup> Ferrell y Jenkins ((1985) para toros y vaquillas.

**Cuadro 5. Efectos de partos simples vs partos dobles, en los requerimientos alimenticios de la vaca.**

	Vaquillas		Vacas	
	Simple	Doble	Simple	Doble
<b>Gestación <sup>a</sup></b>				
ME Alimento (Kcal/kg <sup>0,75</sup> /d)	180 <sup>b</sup>	176 <sup>b</sup>	167 <sup>c</sup>	165 <sup>c</sup>
Cambio peso corporal (g/d)	128 <sup>b</sup>	-321 <sup>c</sup>	56 <sup>b</sup>	-409 <sup>c</sup>
ME fetal (Kcal/d)	3890 <sup>b</sup>	6090 <sup>c</sup>	3800 <sup>b</sup>	6490 <sup>c</sup>
ME Mantenimiento (Kcal/kg <sup>0,75</sup> )	130	137	124	142
<b>Lactancia</b>				
Días a la concepción (Wheeler <i>et al.</i> , 1982)	57 <sup>b</sup>	69 <sup>b</sup>	87 <sup>c</sup>	76 <sup>c</sup>
<b>Leche/d (kg)</b>				
13 semanas (Pollak <i>et al.</i> , 1978)	—	8,5	—	11,5
Primeros 3 meses	9,6 <sup>b</sup>	12,3 <sup>d</sup>	6,8 <sup>c</sup>	10,1
Segundos 3 meses (Smith <i>et al.</i> , 1982)	7,6 <sup>b</sup>	14,3 <sup>d</sup>	7,6 <sup>b</sup>	13,7

<sup>a/</sup> Ultimo trimestre. Koong, *et al.*, (1982).

<sup>b,c,d</sup> Medias con supercriptos distintos son significativamente diferentes.

corporal, desde los 45 a los 183 días de lactancia. El consumo de alimento de la vaca estuvo estrechamente asociado con la producción de leche, cuando ambos se expresaban por cada 100 kg de peso vivo. Sin embargo, tanto la ganancia de peso como el peso a los 183 días de los terneros por Mcal de la vaca más el alimento del ternero durante la lactancia, fueron ligeramente mayores para los cruces de Angus-Hereford que para las razas con mayor producción de leche como la Pardo suiza y Gelbvieh o las de mayor tamaño como la Maine-Anjou y cruces con Chianina. Estas comparaciones están incompletas, debido a que no incluyen los insumos para las vacas durante los otros 5/8 del año, para reemplazos en crecimiento y para la ganancia post-destete del ternero, y la venta de terneros y vacas de desecho (fertilidad). También, el apareamiento de todos los tipos de vacas con toros de la misma raza dan ventajas a las vacas de tipo más pequeño (por ejemplo el cruce Red Poll) en el potencial de crecimiento del ternero con relación al mantenimiento de la vaca (esto es complementariedad). Varios experimentos que comparan la producción de terneros destetados en relación a los insumos alimenticios de todo el año (Davis *et al.*, 1983; Dinkel, 1984b, Marshall, *et al.*, 1984 y otros citados en la revisión de Gregory, 1982) para razas o cruces con apreciables diferencias en el nivel de producción de leche, sugieren que el incremento de los insumos en la vaca para mayor producción de leche pueden compensarse con un aumento

**Cuadro 6. Requerimientos alimenticios y venta de terneros para seis tipos de vacas cruzadas<sup>a</sup>. partir de 45 a 183 días de lactancia<sup>a</sup>.**

Raza de la vaca	Peso promedio de la vaca (kg)	Por 100 kg de peso de la vaca		Peso del ternero (kg)			Peso de 100 terneros/alimento(kg/Mcal) <sup>b</sup>		
		Leche (kg/d)	ME de alimento(Mcal) Vaca	Desarrollo	Medio	Ganancia	Final	Ganancia	Final
Angus x Hererod (A/H)	513	1,24	671	154	155	151	231	3,57	5,45
Red Poll x (A/H)	472	1,73	769	161	167	157	245	3,58	5,59
Pardo Suizo x (A/H)	504	1,89	787	146	171	161	251	3,42	5,35
Gelbvieh x (A/H)	523	1,65	758	136	170	157	249	3,36	5,31
Maine Anjou x (A/H)	560	1,46	709	130	173	161	254	3,42	5,39
Chianina x (A/H)	557	1,14	704	132	168	154	244	3,30	5,25

<sup>a</sup>= Calculado a partir de Cundiff et al., (1983).

<sup>b</sup>= Mcal del alimento total de la vaca más el alimento del ternero en desarrollo.

proporcional en la producción de terneros destetados, bajo una adecuada disponibilidad de nutrimentos, pero que la eficiencia del destete disminuye para una producción de leche por encima de los niveles óptimos para el crecimiento del ternero o para el mantenimiento de la condición de la vaca durante el empadre. La mayor eficiencia en la utilización de leche, en vez de la suplementación con energía alimenticia a los terneros, y la distribución de los costos de mantenimiento de la vaca sobre una mayor productividad por vaca, ayudan a mantener la eficiencia del destete junto con el incremento en la producción de leche. Esto podría ser aún más acentuado en sistemas de producción de doble propósito, leche y carne.

### **Para crecimiento**

La energía alimenticia diaria requerida para el crecimiento del ganado (por encima de la de mantenimiento) (MEg) está principalmente determinada por la tasa de crecimiento, composición de la ganancia, y la proporción de alimento en base seca vs leche como la fuente de alimento consumido. Debido a que la proteína contiene menos energía que la grasa (5,7 vs 9,6 kcal/g) y es depositada con menos eficiencia neta (por ejemplo 40 vs 78%), el requerimiento de EM en el post-rumen, es similar para la proteína y la grasa (14 vs 12 Kcal/g). Sin embargo, para el consumo de EM por medio del rumen, la eficiencia neta es menor para la deposición de proteína (~25%), duplicando así el consumo de EM requerida para la deposición de proteína. Pero los requerimientos de consumo de EM para la deposición de tejidos no grasos (magros) es mucho menor (de 1/5 a 1/4) que para la de proteína, debido al contenido de agua en los tejidos magros, y así difieren con la edad y condición, así como también entre los tejidos (Webster, 1980).

El requerimiento total de alimento para crecimiento incluye, por supuesto, aquellos para mantenimiento, los cuales aumentan con los cambios de edad de la masa corporal. Así, la conversión alimenticia para la ganancia desde el nacimiento o destete hasta la edad de mercado para animales individuales de un peso adulto dado, declina para pesos mayores finales. Pero los insumos en el ciclo de vida también incluyen la alimentación de las vacas del hato, la cual se hace menor por unidad de carne vendida a medida que se incrementa el peso en el mercado. De esta forma, los pesos económicamente óptimos de venta son parcialmente una combinación de aumento individual y disminución en el hato de los insumos alimenticios por unidad de carne vendida.

### **Costos no-alimenticios.**

Los insumos no-alimenticios son parcialmente costos fijos por vaca o animal de engorde para rubros tales como vacunación e impuestos. Sin embargo, otros costos no-alimenticios son prácticamente fijos para una finca dedicada al pastoreo o engorde en corral, varían aproximadamente en proporción al alimento consumido por vaca o novillo (Jacobs, 1984). Esto tiende a convertir la eficiencia biológica (alimenticia) en un buen medio para predecir la eficiencia económica, excepto en la medida en que los precios por unidad de energía alimenticia difieran ampliamente entre la unidad vaca-ternero, fase de crecimiento y fase de engorde. Así, los niveles de rendimiento o los cambios en el manejo pueden causar diferentes efectos en la eficiencia económica del ciclo de vida, dependiendo, por ejemplo, del impacto relativo de estos en la unidad vaca-ternero vs en las fases post-destete de los alimentados en corral (engorde). Por ejemplo, la ventaja potencial de los cruces terminales sobre los programas de cruces rotativos llega a ser mayor, a medida que los precios de la energía alimenticia para las vacas alcanzan los precios para los terneros alimentados en corral (Notter et al., 1979c).

## **PREDICCIÓN DE LA EFICIENCIA A PARTIR DEL RENDIMIENTO**

No es factible, desafortunadamente, la medición actual de la eficiencia biológica y económica en producción de carne, para niveles genéticos variables de los componentes de rendimiento bajo un ámbito representativo de los "escenarios" de producción-mercadeo de la carne. La alternativa es predecir los insumos alimenticios y no alimenticios, la producción y eficiencia neta, usando información disponible en las publicaciones referente a las relaciones



de niveles genéticos de rendimiento con los insumos alimenticios y no alimenticios bajo diferentes sistemas de producción-mercadeo. Esta no es una tarea simple, pero se puede lograr con diferentes niveles de detalle. T.C. Cartwright ha sido un pionero de la simulación detallada de sistemas de producción de carne (Cartwright, 1984). Se considerará solamente la utilidad y limitaciones de algunos medios aproximados para predecir los efectos a nivel de rendimiento en la eficiencia de la producción de carne y leche.

### Costo del insumo/kg de carne producida

Una fórmula general, modificada de Dickerson (1976) servirá para ilustrar los efectos esperados de cambios en los componentes del rendimiento, en los costos por unidad de producto.

$$\text{Insumo} = \frac{\text{Para vacas en producción (d)} + \text{para la progenie (p)}}{\text{Producto}}$$

$$= \frac{N_o(C_{od} + F_{md} \cdot B_d) + N \cdot F_1(W_w + W_m)/(W_w + W_m) + N \cdot D(C_{op} + F_{mp} \cdot B_p + F_{gp} \cdot G_p) + N_o \cdot S_p}{N_c \cdot W_d \cdot V_d + N_p \cdot W_p \cdot V_p + N \cdot W_m \cdot V_m}$$

Donde los costos anuales o ingresos por vaca mantenida (expuesta al toro) son:

- $C_{od}$  = artículos no alimenticios de la vaca
- $F_{md}$  = alimentación promedio de mantenimiento/vaca
- $B_d$  = tamaño metabólico de la vaca, con relación a la media poblacional.
- $F_1$  = alimentación promedio por vaca, superior a la de mantenimiento, para la preñez y lactancia.
- $(W_w + W_m)/(W_w + W_m)$  = peso total del ternero destetado más la leche, con relación a la media poblacional.
- $N$  = número de terneros criados
- $D$  = número de días desde el destete hasta el peso en el mercado.
- $C_{op}$  = promedio de costos no alimenticios/día de alimentación posdestete.
- $F_{mp}$  = alimentación promedio posdestete del ternero/día, para mantenimiento.
- $B_p$  = tamaño metabólico promedio posdestete del ternero, con relación a la media poblacional.
- $F_{gp}$  = promedio de alimento por encima de mantenimiento/kg de ganancia posdestete del ternero.
- $G_p$  = ganancia diaria de peso posdestete del ternero, en kg.
- $N_o$  = número de terneros vendidos =  $N - N_r$ , donde  $N_r$  = número de reemplazos =  $(N_o - N)R + N_o + N_m$ ,  $R$  = tasa de desecho de vacas no preñadas,  $N_o$  = número de vacas descartadas por otras causas,  $N_m$  = número de vacas muertas y  $N_o$  = número de vacas expuestas a toro.
- $S_p$  = costos de sacrificio y venta/cabeza.
- $N_c$  = número de vacas desechadas =  $(N_o - N)R + N_o$ .
- $W_d$  = peso promedio por vaca descartada, kg.
- $V_d$  = valor por kg de vaca descartada, en relación a  $V_p$
- $W_p$  = peso promedio de ternero vendido, kg.
- $V_p$  = valor por kg de terneros vendidos.
- $W_m$  = peso de leche producida por vaca (excluyen la leche ingerida por el ternero), kg.
- $V_m$  = valor por kg de leche.

Las diferencias en los costos de las vacas vs la alimentación en corral, podrían ser reflejadas en los valores promedio de  $F_{md}$  y  $F_1$  vs  $F_{mp}$  y  $F_{gp}$ .

Aumentando la cantidad neta de terneros nacidos ( $N$ ), aumenta el número de terneros vendidos del total de terneros criados, ( $N/N$ ) ya que  $N$  se aumenta por el reducido número de reemplazos ( $N_r$ ), por medio de menos descarte por infertilidad ( $(N_r - N)R$ ), u otras causas ( $N_r$ ), y por una menor mortalidad de vacas ( $N_m$ ). El efecto principal del incremento de  $N$ , sin embargo, es reducir los costos totales de cría del hato por unidad de leche más los terneros vendidos en proporción a  $N/N_r$ .

El incremento en terneros vendidos ( $N$ ) sólo es parcialmente compensado por la reducción en el número de vacas descartadas ( $N_d$ ); tanto que el total de la carne producida es  $(N - N_m) \cdot W_p \cdot V_p - [R(N_r - N) + N_r](W_p \cdot V_p - W_d \cdot V_d)$  o (valor del ternero en el mercado x la reducción en el número de terneros debido a mortalidad de vacas), menos la (diferencia en valor de venta de vaquillas vs una vaca de desecho) x (número de vacas descartadas). La reducción del número de vacas descartadas es importante (Gibbs, 1984), pero menos que el aumento del número de terneros nacidos y la sobrevivencia de vacas (Niswendor y Wiltbank, 1984). La eficiencia podría aumentarse con una mayor tasa de preñez, a menos que tales aumentos requieran suplementos alimenticios caros (Bourdon, 1984).

Si  $N$  es parcialmente aumentado mediante partos de mellizos, se necesitaría algún aumento en la cantidad y calidad de alimento para la gestación y la lactancia, en una proporción aproximada al incremento de peso total destetado por vaca expuesta,  $F_1 W_w/W_w$ , lo mismo que entre más días pasen desde el destete hasta la venta ( $D$ ); una pequeña disminución en el tamaño metabólico posdestete ( $B_p$ ) y posiblemente una menor tasa de ganancia ( $G_p$ ). Si sólo un mellizo se deja con la vaca y el otro es criado artificialmente, los costos post-natales por vaca podrían permanecer inalterados, pero se podría necesitar costos extra para sustitutos de la leche, mano de obra e instalaciones, posiblemente combinados con mayores pesos al destete. Si los terneros son vendidos al destete, o después de un período de crecimiento, los costos posdestete podrían reducirse o eliminarse; los pesos de venta ( $W_p$ ) serían menores, y los valores ( $V_p$ ), serían cambiados comparados con la venta en el momento del sacrificio, y los efectos de incrementar  $N$  en el costo por unidad de producto, podrían ser proporcionalmente mayores, principalmente por una reducción de los costos del hato.

### Tasa de crecimiento

Incrementar la tasa de crecimiento de los terneros ( $G_p$ ) podría ser de mayor utilidad en cruces terminales especializados de padre puro con madres cruzadas (Notter, 1979b,c), que en sistemas de cruzamiento rotativos o puros, con el objeto de evitar que el tamaño esperado de la vaca aumente los costos no alimenticios y de mantenimiento ( $C_{od} + F_{md} \cdot B_d$ ), (en adición al aumento de los costos por destetes más pesados ( $W_w/W_w$ ) y los pesos posdestete a una determinada edad ( $C_{op} + F_{mp} \cdot B_p + F_{gp} \cdot G_p$ ), que sólo podrían ser parcialmente compensados por mayores ganancias por vaca de desecho ( $N_c \cdot W_d \cdot V_d$ ). Un crecimiento más acelerado de los terneros mejora mucho más la eficiencia si el peso final de venta ( $W_p$ ) se aumenta en proporción al peso a una edad fija, que si los pesos al sacrificio no son modificados, debido a que los costos totales de las vacas del hato son distribuidos entre muchos más kg de carne vendida. Los resultados de simulación de Notter et al., (1979b) indican: a) una pequeña ventaja al aumentar el tamaño de la vaca adulta, en razas puras o en cruzamientos rotativos, especialmente si el aumento en el tamaño es acompañado por una madurez más tardía, pero b) una clara ventaja al incrementar únicamente el crecimiento potencial de los terneros a la venta, particularmente cuando el alimento es relativamente caro para las vacas vs la alimentación en corral y si el incremento de distocia puede evitarse mediante el uso de vacas más viejas para los cruces terminales.

El análisis de medidas experimentales de los productos anuales individuales del sistema vaca-ternero por unidad de alimento suministrado a voluntad hasta el destete o el sacrificio (Wagner, 1984; Dinkel, 1984a; Hauser, 1984), generalmente muestra una ligera asociación negativa con el tamaño de la vaca y la producción de leche, pero una fuerte asociación positiva

con el peso del ternero al destete y con el peso vivo o peso del producto vendido, a nivel o edad constante al sacrificio. Estas asociaciones altamente positivas con la tasa de crecimiento incluyen efectos de la variación individual en la complementariedad (por ejemplo, la relación del tamaño adulto del padre con el de la madre del ternero); y en la producción de leche y composición corporal bajo alimentación a voluntad, así como también errores individuales de medición. En esta forma, se esperan efectos exagerados a partir de la tasa promedio de crecimiento genético en aumento y del tamaño adulto en sistemas de razas puras o de cruzamientos rotativos para producción de carne.

Si los costos no alimenticios son altamente proporcionales al uso de alimentos (Jacobs, 1984), ellos podrían aumentar con la alimentación para el mantenimiento de vacas más grandes, además de la gestación y amamantamiento de terneros más grandes. Los costos no alimenticios en el engorde en corral ( $D.C_{op}$ ) también son altamente proporcionales al uso del alimento, en vez de ser fijos por cabeza, y por eso son aproximadamente proporcionales al tamaño metabólico promedio posdestete del ternero y a los días de alimentación ( $D.F_{mp}.B_p$ ).

### Composición corporal

El aumento solamente en el rendimiento de los cortes magros, en el peso vivo al sacrificio ( $V_p$  y  $V_d$ ), podría mejorar la eficiencia de producción de carne de razas puras o cruzamientos rotativos hasta el grado en que el valor del producto es aumentado ( $N_p.W_p.V_p + N_c.W_d.V_d$ ) y se reducen los costos de alimentación para producir carnes más magras, por encima del mantenimiento, ( $F_1$  y  $F_{mp}$ ), además de balancear el incremento de la alimentación para mantenimiento de vacas y terneros más magros ( $F_{md}.B_d + F_{mp}.B_p$ ). Se presume que los costos no alimenticios no aumentarían, pero podrían ser distribuidos entre más unidades de productos para el consumidor. Aunque la deposición de proteína en rumiantes es energéticamente menos eficiente que la deposición de grasa (cerca de un 25% vs 75%), los tejidos musculares no grasos contienen solo alrededor de 20% de proteína y requieren menos de la mitad de la energía alimenticia, por encima de la de mantenimiento, por unidad de ganancia como grasa (Webster, 1978; Graham, 1980; Geay, 1984). Ya se ha encontrado evidencia de que los requerimientos alimenticios para el mantenimiento podrían ser aproximadamente proporcionales a la masa corporal sin grasa, excepto por las diferencias en la distribución de la proteína corporal entre el músculo de canal y los órganos viscerales metabólicamente mucho más activos (Ferrell y Jenkins, 1984d).

Si el incremento en el rendimiento de carne magra se restringe sólo a terneros para la venta, hijos de sementales de razas especializadas para canal, se podrían evitar efectos adversos en el mantenimiento de las vacas del hato y la principal ventaja de un mayor valor del producto de la progenie ( $V_p$ ) podría lograrse para terneros de cruce terminal, acompañado con un menor costo neto de las ganancias (Smith *et al.*, 1976).

### Producción de leche

El aumento aislado de la producción de leche, podría aumentar la venta de ternero ( $W_p$ ) al destete y/o el rendimiento de leche para consumo humano ( $W_m$ ). Con pesos fijos al sacrificio también se podría acortar el período de alimentación posdestete ( $D$ ) y reducir ligeramente la ganancia diaria ( $G_p$ ), dependiendo del manejo y del sexo (Olson, *et al.*, 1978), pero podría aumentar el mantenimiento diario ( $F_{mp}.B_p$ ). Los insumos por vaca para producción de leche ( $F_1.(W_w + W_m)/(W_w + W_m)$ ) se podrían incrementar, y posiblemente también aquellos para mantenimiento ( $F_m.B_d$ ) entre el destete y el parto (Cuadro 4). Resultados de simulación obtenidos por Nötter *et al.*, (1979a), incluyeron efectos adversos esperados, de un aumento en la producción de leche, en la condición de la vaca, la recría y el número de terneros, e indicaron que los más amplios y mayores ámbitos de producción de leche fueron óptimos para eficiencia bajo condiciones de abundancia de recursos alimenticios, en vez de bajo condiciones de pobreza.

## Predicción de la eficiencia en el campo

Debido a que los registros exactos de consumo alimenticio son difíciles de obtener, especialmente bajo condiciones de pastoreo, algunos medios de predecir la eficiencia que están basados en la producción por unidad de vaca mantenida, merecen considerarse para uso en el campo. La eficiencia puede predecirse mucho más exactamente para un hato que para las vacas individualmente, debido a que la información requerida incluye el inventario anual de vacas y la mortalidad, salida de terneros, tasas de descarte y de reemplazo, y pesos de los terneros vendidos. Los pesos de las vacas podrían también utilizarse para corregir el sesgo del producto que favorece a las vacas de mayor tamaño promedio. Un "simple" índice de campo de la eficiencia de producción de carne y leche de un hato, para un período de 1 año, podría ser el valor total de la producción en relación al peso metabólico (equivalente al de la vaca) de las vacas y terneros mantenidos:

$$\frac{N_v \cdot W_p \cdot V_p + N_m \cdot W_m \cdot V_m + N_c \cdot W_c \cdot V_c}{N_v \cdot W_v^x + N_m \cdot W_m^x \cdot A_w/12 + N_r \cdot W_r^x \cdot (A_v - A_w)/12 + N_c \cdot W_p \cdot (A_p - A_w)/12}$$

donde iniciando con la estación de apareamiento:

- $N_v$  = número de terneros vendidos
- $W_p$  = peso promedio (kg) de los terneros vendidos (al destete o al sacrificio).
- $V_p$  = valor por kg de ternero vendido
- $W_m$  = peso promedio (kg) de leche/vaca (excluyendo la ingerida por el ternero).
- $V_m$  = valor/kg de leche.
- $N_c$  = número de vacas descartadas.
- $W_c$  = peso promedio (kg) de las vacas descartadas.
- $V_c$  = valor/kg de vacas descartadas.
- $N_v$  = total de vacas y vaquillas expuestas al toro.
- $W_v^x$  = peso promedio de vacas y novillas expuestas al toro; x es el exponente del peso proporcional al consumo de alimentos, usualmente  $x = 0,75$ , pero  $x = 0,5$  puede ser más cercano, (Jacobs, 1984).
- $N$  = número de terneros destetados.
- $A_w/12$  = edad promedio de los terneros al destete en meses, como una proporción del año (por ejemplo 7/12).
- $N_r$  = número de vaquillas de reemplazo, desde el destete hasta el primer apareamiento.
- $W_r^x = 1/2 (W_w + W_v)$  = promedio del peso medio de las vaquillas de reemplazo desde el destete hasta el apareamiento ( $W_v$ ), elevada a la potencia (x) proporcional a la ingestión de alimento.
- $(A_v - A_w)/12$  = promedio de la proporción del año (12 meses) desde el destete ( $A_w$ ) hasta la edad de apareamiento ( $A_v$ ) en meses.
- $W_w^x$  =  $1/2 (W_w + W_v)^x$  = promedio del peso medio por ternero desde el nacimiento ( $W_v$ ) al destete ( $W_w$ ), elevado a la potencia (x) proporcional al consumo de alimento.
- $W_p^x$  =  $1/2 (W_p + W_w)^x$  = promedio del peso medio de los terneros alimentados desde el destete ( $A_w$ ) hasta la edad de sacrificio ( $A_p$ ), elevado a la potencia (x) proporcional al consumo de alimentos

La mayor parte de la información que se requiere para medir la eficiencia del hato debiera estar fácilmente disponible para pie de cría o aún para algunas operaciones comerciales con ganado. El peso de las vacas al apareamiento y el peso de los terneros al destete podría

predecirse fácilmente por medio de mediciones del perímetro torácico ( $r= 0,9$ ; Nelson *et al.*, 1985), si la pesada de los animales no es factible. El cálculo más usual de la producción del hato por vaca expuesta no toma en cuenta el aumento de los insumos para vacas más grandes ( $W_v$ ), terneros ( $W_t$ ) y reemplazos ( $W_r$ ), y para más terneros ( $N$ ) o más reemplazos ( $N_r$ ). La política de desecho por infertilidad y vejez de las vacas también puede influenciar el rendimiento del hato por medio de  $N_c$  y  $N_r$ . Este enfoque aún exagera las diferencias en eficiencia, ya que ignora la alimentación por encima de mantenimiento por las ganancias de peso de vacas y terneros, y por la producción de leche de las vacas, y los efectos de las diferencias en la composición corporal en el consumo de alimento.

Las medidas de la eficiencia individual de una vaca reflejan mayormente las diferencias en el peso del ternero y en la producción de leche con relación a los insumos alimenticios para la vaca, medidos o predichos, a partir del tamaño de la vaca y los pesos del ternero más la producción de leche, porque la variación de la fertilidad y sobrevivencia de vacas y terneros puede ser medida solamente durante varios partos, y porque las políticas de desecho lógicamente dejan en su mayoría las vacas más saludables del hato y las que se aparean regularmente (Dinkel, 1984; Hauser, 1984b).

## **DIFERENCIAS RACIALES EN LAS CARACTERÍSTICAS QUE CONTRIBUYEN A LA EFICIENCIA**

La diversidad genética disponible para mejorar la eficiencia en la producción de carne y leche puede ilustrarse por las diferencias raciales. Características biológicas de 15 razas, estimadas a partir de cruces con hembras Hereford y Angus, se resumen para efectos de genotipo del ternero en el Cuadro 7 y para aquellas del genotipo de la vaca, en el Cuadro 8. Estos datos, provenientes de tres ciclos del Programa de evaluación de germoplasma del Centro de investigación de carne animal de E.U., están basados en el doble de los efectos de la raza del toro, con relación a los cruces recíprocos de Hereford  $\times$  Angus = 100, por lo que se incluye (2x) cualesquiera desviaciones en la heterosis específica a partir de aquella del Hereford  $\times$  Angus.

Entre las 15 razas caracterizadas, se nota que el aumento del tamaño adulto de la raza (peso de la vaca, Cuadro 8) se asoció, generalmente, con el genotipo del ternero (Cuadro 7) para un mayor peso al nacimiento, una mayor dificultad al nacimiento y una menor sobrevivencia de terneros pero con pesos mayores al destete y a los 15 o 18 meses, con mayor canal y, especialmente, con un mejor rendimiento en los cortes para el consumidor y más eficiencia en la ganancia de peso vivo en el engorde y, particularmente, en la venta del producto (cortes magros). Sin embargo, los mayores tamaños a la madurez fueron relativamente independientes de los efectos del genotipo de la vaca en el rendimiento (Cuadro 8), excepto para la asociación con los mayores pesos al nacimiento. El peso total del ternero destetado por vaca expuesta (Cuadro 8) combina la fertilidad de la vaca y la sobrevivencia del ternero con los efectos transmitidos y maternos (leche), en el crecimiento del ternero. El principal factor que contribuye a la amplia variación de las razas de las vacas con relación a los destetes producidos por vaca expuesta (91 a 138% de Hereford  $\times$  Angus), fue el peso al destete del ternero (100 a 129%), a partir del nivel de leche (80 a 210%) y del tamaño de la vaca (77 a 123%). La variación en los terneros destetados (93 a 106%) fue mucho menos importante, bajo el amplio ambiente de pruebas en "Great Plains". El peso producido por vaca expuesta ignora los efectos del tamaño corporal, la habilidad de ordeño y la composición corporal, tanto en los insumos para pre y postdestete, como también los efectos de la composición (corporal) en los cortes producidos.

Expresando la producción de terneros destetados por unidad de tamaño metabólico de la vaca (peso<sup>0.75</sup> o peso<sup>0.5</sup>, Cuadro 8) se ajusta aproximadamente para las diferencias raciales en los costos esperados por vaca con relación al tamaño de la vaca, pero todavía se ignoran las diferencias en los costos de las vacas con relación a las grandes diferencias raciales en cuanto

**Cuadro 7. Efectos del genotipo del ternero en los componentes de comportamiento para muestras de razas, relacionado a cruces Hereford-Angus (=100).**

Genotipo del ternero	Gestación (días)	Nacimiento normal(%)	Sobrevivencia(%)	Peso corporal, kg		Grasa visceral (%)	Producto al menudeo Mcal de ME/kg de ganancia (RP.%) a 468 d en		Peso canal	Peso vivo	RP
				al nacer	200 d		452 d	550 d			
Jersey	99	100	90	74	88	86	107,1	97,6	93,5	108	115
Sahiwal	107	93	94	112	100	94	98,3	108,4	109,5	110	101
Red Poll	101	98	101	100	98	92	100,5	100,9	100,6	117	116
Tarentaise	102	94	95	110	106	104	100,0	110,6	110,4	105	95
Her. x Ang.	100	100	100	100	100	100	100,0	100,0	100,0	100	100
Pinzgauer	101	93	96	128	104	104	107,3	109,4	104,8	99	94
Pardo Suizo	101	89	100	118	110	103	101,5	108,4	107,5	98	90
Limousin	104	87	88	118	102	98	96,4	118,4	120,6	94	75
So. Devon	102	81	91	112	100	105	98,4	104,2	105,2	97	92
Gelbvieh	102	89	88	118	114	112	100,9	110,6	110,0	94	85
Brahman	105	85	92	130	112	110	94,7	109,4	112,6	106	94
Simmental	102	75	83	126	110	116	104,5	114,2	111,4	98	87
Charolais	102	68	78	130	114	114	99,9	116,7	116,7	91	76
Maine-Anjou	101	64	87	130	112	116	96,6	111,8	113,9	95	82
Chianina	102	82	87	126	112	112	95,3	120,2	123,2	98	78
Rango, %	99/107	64/100	78/101	74/130	88/114	86/116	95/120	98/120	93/123	91/117	75/116
Media,											
Her x Ang.	284	97	97	35,7	195	412	36,8	66,3	41,9	23,1	55,2

<sup>a</sup> Estimaciones como el doble (2x) del efecto de la raza del seminal en cruces con vacas Hereford y Angus.

Datos tomados de Gregory *et al* (1982 a, b), Cundiff *et al* (1982a) y Koch *et al* (1982).

Incluye el doble de cualquier desviación del efecto de heterosis específica a partir de HxE (e.j. para Brahman y Sahiwal).

<sup>b</sup> 452 días para novillos y 550 días para vaquillas.

**Cuadro 8. Efecto del genotipo de la vaca en los componentes de comportamiento para muestras de genotipos, relacionado a cruces Hereford-Angus =100<sup>a</sup>.**

Genotipo de la vaca	Peso de la vaca a 5 años de edad (kg)	Pubertad (semanas)	Preñez a los 18 meses (%)	Nacimientos normales (%)	Terneros vivos al nacer (%)	peso del ternero al nacer (kg)	Leche/ día. terneros (%)	Viabilidad de terneros (%)	Terneros destetados (%)	Peso de ternero a los 200 días por vaca expuesta			
										200 d	200 d	kg <sup>67s</sup>	kg <sup>65</sup>
Jersey	77	127	84	116	100	83	109	193	102	101	111	135	127
Sahiwal	87	68	136	131	111	76	113	187	101	106	126	140	115
Red Poll	90	111	94	98	98	107	111	143	90	94	99	107	104
Tarentaise	97	104	120	110	100	102	121	167	100	100	121	124	123
Her. x Ang.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Pinzquer	101	113	128	100	104	112	115	170	100	102	120	119	119
Pardo Suizo	101	114	113	112	102	111	124	170	100	101	127	126	126
Limousin	105	85	72	105	92	102	104	80	97	93	91	88	89
South Devon	108	104	82	95	96	110	107	113	109	101	110	104	106
Gelbvieh	109	117	114	105	109	109	124	170	98	104	132	124	126
Brahman	109	60	125	131	109	93	129	210	98	104	138	129	132
Simmental	111	99	84	91	94	110	121	167	104	98	117	108	111
Charolais	123	85	72	95	96	114	112	80	97	95	104	89	90
Maine-Aniou	123	100	116	105	107	123	120	110	98	102	125	107	113
Chianina	123	85	96	112	104	120	120	100	100	102	125	107	113
Ambito en %	77/123	60/127	72/136	91/136	92/111	76/123	100/129	80/210	90/109	93/106	91/138	88/140	89/135
Media,													
Her. x Ang.	500	51	87	85	92			5.5	92	84	177	167	792

<sup>a</sup> Estimado como dos veces el efecto de la raza de la vaca del seminal sobre su comportamiento en cruces con sementales de la misma raza. Datos tomados de Gregory et al (1982b) y Cundiff et al (1982b).

Incluye el doble de cualquier desviación del efecto de heterosis específica a partir de HxA (ej. para Brahman y Sahiwal).

**Cuadro 9. Eficiencia biológica (Mcal/kg) y económica (\$/kg) predicha de producción de carne magra para muestras de razas usadas en el papel de cruzamientos alternos\***

Genotipo	Mcal/kg de producto al menudeo			\$/kg de producto al menudeo		
	X Rot	X Madre	X Padre	X Rot	X Madre	X Padre
Jersey	124	110	112	120	108	110
Sahiwal	105	105	100	103	104	99
Red Poll	115	111	104	111	108	103
Tarentaise	104	108	96	103	107	96
Her x Angus	100	100	100	100	100	100
Pinzgauer	108	111	98	107	110	98
Pardo Suizo	99	106	94	99	105	95
Limousin	101	108	93	100	107	93
South Devon	101	102	99	101	102	99
Gelbvieh	101	107	94	101	106	95
Brahman	104	111	93	104	110	95
Simmental	110	114	90	110	109	96
Charolais	103	108	94	103	108	94
Maine-Anjou	96	103	93	97	104	94
Chianina	95	105	90	96	106	91
Ambito	95/124	100/114	90/112	96/120	100/110	91/100
Media, Her x Angus	78,6	78,6	78,6	2,88	2,88	2,88

\* Tomado de Dickerson, 1984.

a producción de leche (80 a 210%) y en composición corporal (93 a 123%, Cuadro 7), al igual que sus efectos en los insumos para las vacas en corral y en la producción de los cortes al momento del sacrificio. Insumos alimenticios extra, para vaca y ternero, que conlleven a una mayor producción de leche pueden tender a ser cercanamente proporcionales al incremento en la producción de terneros destetados (o de leche para el ternero) como fue informado por Davis *et al.* (1983); Dinkel (1984b) y Marshall *et al.* (1984). Sin embargo los insumos extra para vacas de tipo más magro, se podrían balancear únicamente considerando la eficiencia mejorada a partir de mayores rendimientos del producto final para venta al menudeo.

El arreglo de características raciales que conducen a la máxima eficiencia en la producción de carne, es probable que sea distinto para las razas utilizadas en los cruces rotativos, comparados con las razas a ser utilizadas en los sistemas de cruce terminal (padre o madre). Una estimación preliminar de la clasificación de las razas para su uso en cruce rotativo vs cruces terminales con papel materno o paterno - terminal se muestra en el Cuadro 9 (Dickerson, 1984).

Estas clasificaciones incluyeron efectos raciales en el cruzamiento en la producción de terneros destetados, pesos al destete, ganancias posdestete, % del producto para venta al menudeo, en el peso al matadero, más los efectos esperados del tamaño de la vaca, producción de leche y composición corporal en el consumo de alimento. Aunque preliminarmente, estos cálculos al menos hacen recordar que la información producida, por sí sola, puede ser muy confusa. Debe notarse que la producción de terneros destetados por unidad de tamaño metabólico (peso<sup>0.75</sup>), fue más alta para las razas Sahiwal, Jersey, Brahman, Gelbvieh, Pardo suizo, Tarantaise y Pinzgaver (Cuadro 8), pero que el costo esperado por unidad de producto para venta al menudeo estuvo entre los más altos para estas razas para uso como madre en los cruces (Cuadro 9), con poca relación con el tamaño adulto de la raza. Utilizados como sementales terminales de animales para la venta, las razas más magras tendieron a sobresalir o presentar ventaja.



## BIBLIOGRAFIA

- BOURDON, R. M. 1984. The meaning and expectations of total management systems. **In:** Beef Cow Efficiency Forum. (Proceeding). E. Lansing, Mich., Michigan State Univ. p. 116-124.
- BUCKLEY, B. A. 1985. Relationship of body composition and fasting heat production on three biological types of growing beef heifers. Tesis Ph.D. Lincoln, Univ. of Nebraska Library.
- BUTLER, O. D.; REDDISH, R. L.; KING, G. T.; SIMMS, P. L. 1956. Factors contributing to the difference in dressing percentage between Hereford and Brahman x Hereford steers. *Journal of Animal Science* (EE.UU.) no. 15:523-528.
- CARTWRIGHT, T. C. 1984. Evaluating beef management systems. **In:** Beef Cow Efficiency Forum. (Proceeding). E. Lansing, Mich., Michigan State Univ. p. 133-141.
- CUNDIFF, L.V.; KOCH, R. M.; GREGORY, K. E. 1982. Characterization of breeds representing diverse biological types: postweaning growth and feed efficiency. U.S. Department of Agriculture. Beef Research Progress Report no. 1. ARM-NC 21. p. 1-11.
- CUNDIFF, L. V.; GREGORY, K. E.; KOCH, R. M. 1982. U.S. Department of Agriculture. Germ Plasm evaluation progress report no. 10, NC-21. p. 1-11.
- CUNDIFF, L. V. FERRELL, C. L.; JENKINS, T.G. 1983. Output/ input differences among F<sub>1</sub> cows of diverse biological types. *Journal of Animal Science* no. 51(Supl. 1):48.
- DAVIS, M. E.; RUTLEDGE, J. J.; CUNDIFF, L. V.; HAUSER, E. R. 1983.. Life cycle efficiency of beef production. I. Cow efficiency ratios for progeny weaned. *Journal of Animal Science* (EE.UU.) no. 57:832-851.
- DICKERSON, G. E. 1976. The choice of selection objectives in meat producing animals. **In:** Meat Animals Growth and Productivity. NATO Advanced Study Institute, Series A Life Sciences. Ed. by D. Lister, D. N. Rhodes, V. R. Fowler and M. F. Fuller. New York. Plenum Press. p. 449-467.
- DICKERSON, G. E. 1978. Animal size and efficiency basic concepts. *Animal Production* (G.B.) no.27:367-379.
- DICKERSON, G. E. 1983. Potential genetic improvements in the efficiency of beef production. **In:** Strategies for most efficient beef production. (Proceeding). Ed. by Y. Yamada. Japan, Kyoto University. p. 85-120.
- DINKEL, C. A. 1984a. Energetics from birth to slaughter. **In:** Beef Cow Efficiency Forum. (Proceeding). E. Lansing, Mich., Michigan State Univ. E. Lansing, MI p. 38-46.
- DINKEL, C. A. 1984b. Range cow size. **In** Ft. Keogh Beef Research Symposium. (Proceeding).
- FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G. 1984. A note on energy requirements for maintenance of lean and fat Angus, Hereford and Simmental cows. *Animal Production* (G.B.) no. 39:305.
- FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G. 1984. Energy utilization by mature non-pregnant, non-lactating cows of different types. *Journal of Animal Science* (EE.UU.) no. 58:234-243.

- FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G. 1985. Energy utilization by Hereford and Simmental males and females. *Animal Production (G.B.)* no. 41:53.
- FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G. 1985. Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. *Journal of Animal Science (EE.UU.)* no. 61:725.
- FERRELL, C. L.; NIENABER, J. A.; KOONG, L. J. 1983. Effects of previous nutrition on maintenance requirements and efficiency of feed utilization of growing lambs. *Journal of Animal Science (EE.UU.)* no. 57 (Supl. 1):431.
- FRISCH, J. E.; VERCOE, J. E. 1977. Food intake, eating rate, weight gains, metabolic rate and efficiency of feed utilization in Bos taurus and Bos indicus crossbred cattle. *Animal Production (G.B.)* no. 25:343.
- GEAY, Y. 1984. Energy and protein utilization in growing cattle. *Journal of Animal Science (EE.UU.)* no. 58:766.
- GIBBS, J. P. 1984. Functional traits affecting cow efficiency. *In: Beef Cow Efficiency Forum. (Proceeding). E. Lansing, Mich., Mich. State Univ. p. 54-62.*
- GRAHAM, N. Mc.C. 1980. Variation in energy and nitrogen utilization by sheep between weaning and maturity. *Australian Journal of Agricultural Research (A.C.T.)* no. 31:335.
- GREGORY, K. E. 1982. Breeding and production of beef to optimize production efficiency, retail product percentage and palatability characteristics. *Journal of Animal Science (EE.UU.)* no. 55:716-726.
- GREGORY, K. E.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M. 1982. Characterization of breeds representing diverse biological types: postweaning growth and puberty of females. U.S. Department of Agriculture. Beef Research Program Progress Report no. 1, ARM-NC-21. p. 9-10.
- GREGORY, K. E.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M. 1982. Characterization of breeds representing diverse biological types: preweaning traits. U.S. Department of Agriculture. Beef Research Program Progress Report no. 1, ARM-NC-21. p. 7-8.
- HAUSER, E. R. 1984. Efficiency during the life cycle of beef cows. *In: Beef Cow Efficiency Forum. (Proceeding). E. Lansing, Mich., Michigan State Univ. p. 77-83.*
- JACOBS, V. E. 1984. Economic efficiency in beef production. *In: Beef Cow Efficiency Forum. (Proceeding). E. Lansing, Mich., Michigan State Univ. p. 101-115.*
- JENKINS, T. G.; FERRELL, C. L. 1984. Output/input differences among biological types. *In: Beef Cow Efficiency Forum. (Proceeding). Mich., Michigan State Univ. p. 15-37.*
- KOCH, R. M., CUNDIFF, L. V.; GREGORY, K. E.; DIKEMAN, M. E. 1982. Characterizations of breeds representing diverse biological types: carcass and meat traits of steers. U.S. Department of Agriculture. Beef Research Progress Report no. 1, ARM-NC-21. p. 13-15.
- KOCH, R. M., CUNDIFF, L. V.; GREGORY, K. E. 1982. Critical analysis of selection methods and experiments in beef cattle and consequences upon selection programs applied. *In: World Congress on Genetics Applied Livestock Production. (2.). (Proceedings). Madrid, España, Ed. por C.L. de Cuenca. no. 5. p. 514-526.*

- KOONG, L. J.; FERREL, C. L.; NIENABER, J. A. 1982. Effect of plane of nutrition in organ size and fasting heat production in swine and sheep. In *Energy Metabolism in Farm Animals*. EAAP Publ. no. 29. p. 245.
- KOONG, L. J.; ANDERSON, G. B.; GARRETT, W. N. 1982. Maternal energy status of beef cattle during single and twin pregnancy. *Journal of Animal Science*. no. 54:480.
- KOONG, L. J.; NIENABER, J. A.; MERSMAN, H. J. 1983. Effects of plane of nutrition in organ size and fasting heat production in genetically obese and lean pigs. *Journal of Nutrition (EE.UU.)* no. 113:1626.
- MARSHALL, D. M.; FRAHM, R. R.; HORN, G. W. 1984. Nutrient intake and efficiency of calf production by two-breed cross cows. *Journal of Animal Science (EE.UU.)* no. 59:317-328.
- NELSON, T. C.; SHORT, R. E.; REYNOLDS, W. L.; URICK, J. J. 1985. Palpated and visually assigned condition scores compared with weight, height and heart girth in Hereford and crossbred cows. *Journal of Animal Science (EE.UU.)* no. 60:363-368.
- NISWENDER, G. D.; WILTBANK, J. N. 1984. Realistic limits on reproduction in beef cows. In: (Eds.). *Beef Cow Efficiency Forum. (Proceeding)*. E. Lansing, Mich. Michigan State Univ. p. 47-53.
- NOTTER, D. R.; SANDERS, J. O.; DICKERSON, G. E.; SMITH, G. M.; CARTWRIGHT, T. C. 1979. Simulated efficiency of beef production for a midwestern cow-calf-feedlot management system. II. Mature body size. *Journal of Animal Sciences (EE.UU.)* no. 49:83-91.
- NOTTER, D. R.; SANDERS, J. O.; DICKERSON, G. E.; SMITH, G. M.; CARTWRIGHT, T. C. 1979. Simulated efficiency of beef production for a midwestern cow-calf-feedlot management system. I. Milk production. *Journal of Animal Sciences (EE.UU.)* p. 49:70-82.
- NOTTER, D. R.; SANDERS, J. O.; DICKERSON, G. E.; SMITH, G. M.; CARTWRIGHT, T. C. 1979c. Simulated efficiency of beef production for a midwestern cow-calf-feedlot management system. III. Crossbreeding systems. *Journal of Animal Sciences (EE.UU.)* no. 49:92-102.
- NRC. 1981. *Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals*. Washington, D.C., National Academy of Sciences.
- OLSON, L. W.; CUNDIFF, L. V.; DICKERSON, G. E.; GREGORY, K. E. 1978. Maternal heterosis effects on postweaning growth efficiency. *Journal of Animal Science (EE.UU.)* no. 46:1529-1538.
- PULLAR, J. D.; WEBSTER, A. J. F. 1977. The energy cost of fat and protein deposition in the rat. *British Journal Nutrition (G.B.)* no. 37:355-363.
- SMITH, N. E.; BALDWIN, R. L. 1974. Effect of breed, pregnancy and lactation on weights of organs and tissues of dairy cattle. *Journal of Dairy Science (EE.UU.)* p. 57:1055.
- SMITH, G. M.; LASTER, D. B.; CUNDIFF, L. V.; GREGORY, K. E. 1976. Characterization of biological types of cattle. II. Postweaning growth and feed efficiency of steers. *Journal of Animal Science (EE.UU.)* no. 43:37-47.

- SMITH, S. P.; POLLAK, E. J.; ANDERSON, G. B. 1982.. Maternal influence on growth of twin and single calves. *Journal of Animal Science* (EE.UU.) no. 55:533.
- TESS, M. W.; DICKERSON, G. E.; NIENABER, J. A.; FERRELL, C. L. 1984a. The effects of body composition on fasting heat production in pigs. *Journal of Animal Science* (EE.UU.) no. 58:99-110.
- TESS, M. W.; DICKERSON, G. E.; NIENABER, J. A.; YEN, J. T. FERRELL, C. L. 1984b. Energy costs of protein and fat deposition in pigs fed ad libitum. *Journal of Animal Science* (EE.UU.) no. 58:111-112.
- WAGNER, W. R. 1984. Factors affecting cow-calf unit efficiency. *In* Beef Cow Efficiency Forum. (Proceeding). E. Lansing, Mich., Michigan State Univ. p. 38-46.
- WARD, G. M.; KNOX, P. L.; HOBSON, B. W. 1977. Beef production options and requirements for fossil fuel. *Science* (EE.UU.) no. 198:265-271.
- WEBSTER, A. J. F. 1978. Prediction of the energy requirements for growth in beef cattle. *World.. Review of Nutrition and Diet.* (EE.UU.) no. 30:189.
- WEBSTER, A. J. F. 1980.. The energetic efficiency of growth. *Livestock Production Sci.* (Holanda) no. 7:243.
- WHEELER, M. B.; ANDERSON, G. B.; BONDURANT, R. H.; STABENFELDT, G. H. 1982. Postpartum ovarian function and fertility in beef cattle that produce twins. *Journal of Animal Science* (EE.UU.) no. 54:589.
- YAMADA, Y. ed. 1983. Strategies for Most Efficient Beef Production. *In*: International Symposium on Beef Production. (Proceedings). Japón, Kyoto University. 510 p.

# **PARAMETROS GENETICOS PARA CARACTERISTICAS ECONOMICAMENTE IMPORTANTES EN PROGRAMAS DE PRODUCCION DE DOBLE PROPOSITO**

*C.J. Wilcox, M.A. DeLorenzo, J.R. Simpson<sup>1</sup>*

## **RESUMEN**

Hasta que la evidencia indique otra cosa, los parámetros genéticos aceptados para la producción de carne y leche en áreas templadas pueden ser usados para ganado de doble propósito en áreas tropicales. Los parámetros genéticos pueden ser influenciados por el consumo de alimentos. Estudios económicos son necesarios, y actualmente pueden ser llevados a cabo dentro y entre hatos.

## **INTRODUCCION**

Se requiere información básica sobre aspectos genéticos de características relacionadas con producción de leche en todos los programas de producción animal, incluyendo ganado de doble propósito, si se van a ejecutar decisiones inteligentes sobre selección y cruzamiento. Para ser incluido en un programa de mejoramiento, es insuficiente que una característica tenga valor económico. Es el complejo sistema de valores económicos, de heredabilidad, repetibilidad, e interrelaciones fenotípicas y genéticas que debe ser considerado, a menudo simultáneamente. La tasa de concepción de hembras, por ejemplo, tiene mayor valor económico y, puede estar relacionada genéticamente al rendimiento de leche, aunque no todos los estudios en las razas lecheras en climas templados muestran esto. Aún, su baja heredabilidad la previene de jugar un papel importante en selección.

## **REPETIBILIDADES Y HEREDABILIDADES**

Los valores generalmente aceptados para las razas lecheras europeas (Holsteins puras, Jerseys, etc.) son presentadas en los Cuadros 1 y 2. ¿Son estas estimaciones apropiados para ganado de doble propósito en áreas tropicales y sub-tropicales?. Nuestra revisión e investigación de las publicaciones muestran que lo son. Hay una sorprendente similitud entre estudios realizados en diferentes poblaciones. Por lo tanto, estos valores deberían ser usados a menos que haya una evidencia real que de que no deberían serlo. Quizás el porcentaje de grasa sea una excepción, varios estudios realizados en áreas templadas y tropicales han mostrado menores heredabilidades. Las heredabilidades para las característica de producción de carne en razas lecheras son apreciables (Cuadro 3). Nuestra suposición ahora, ya que estos valores no difieren mayormente con los del ganado de carne, es que estas características son apropiadas para ganado de doble propósito.

---

<sup>1</sup> Dairy Science and Food and Resource Economics Departments. University of Florida, Gainesville, FL 32611.

**Cuadro 1. Repetibilidad de características de importancia económica<sup>1</sup>.**

Característica	Repetibilidad
Producción de leche	0,50
Producción de grasa	0,50
Porcentaje de grasa	0,75
Tasa de concepción	cercano a 0
Persistencia	0,60
Calificación total del tipo	0,50
Calificación del carácter lechero	0,40

<sup>1/</sup> Repetibilidad de año a año o de lactancia a lactancia; tomado de varias fuentes.

**Cuadro 2. Heredabilidad de varias características de ganado lechero<sup>1</sup>.**

Característica	Heredabilidad
Producción de leche	0,2 - 0,3
Producción de grasa	0,2 - 0,3
Producción de proteína	0,2 - 0,3
Producción total de sólidos	0,2 - 0,3
Porcentaje de grasa en la leche	0,5 - 0,6
Porcentaje de proteína	0,5 - 0,6
Persistencia <sup>2</sup>	0,3 - 0,5
Pico de la producción de leche	0,2 - 0,4
Tasa de ordeño	0,3 - 0,6
Duración de la gestación	0,3 - 0,5
Peso al nacer <sup>3</sup>	0,3 - 0,5
Tamaño a la madurez	0,4 - 0,6
Altura a la cruz	0,4 - 0,6
Tolerancia al calor <sup>4</sup>	0 - 0,2
Tasa de concepción	0 - 0,1
Eficiencia reproductiva	0 - 0,1
Intervalo entre partos	0 - 0,2
Ciclo de vida	0,1 - 0,3
Eficiencia alimenticia	0,3 - 0,4
Resistencia a la mastitis	0,2 - 0,3
Calificación total del tipo	0,1 - 0,3
Calificación del carácter lechero	0,1 - 0,3

<sup>1/</sup> Tomado de varias fuentes, muchas de las estimaciones publicadas caen dentro del ámbito indicado; tomado de Wilcox (1980).

<sup>2/</sup> Pico o flujo promedio de producciones diarias de leche.

<sup>3/</sup> No materna.

<sup>4/</sup> Respuesta a la prueba estándar.

### Cuadro 3. Características de carne de moderada heredabilidad en ganado lechero<sup>1</sup>.

---

Ganancia diaria a los 12 meses  
Peso vivo por edad  
Peso a los 365 días  
Eficiencia de ganancia de peso  
Porcentaje de vísceras  
Peso de la carne en canal por edad  
Grado de sacrificio  
Area de las costillas ("Rib-eye area")

---

<sup>1/</sup> Tomado de White(1978); ámbito de heredabilidades, 0,3 a 0,5.

### RELACIONES ENTRE PRODUCCION DE LECHE Y PESO CORPORAL

El rendimiento de leche y el peso corporal son características heredables, así es posible esperar alguna ganancia genética de cada una de ellas si se selecciona individualmente. Sin embargo, las investigaciones publicadas, establecen un consenso de que estas no están genéticamente correlacionadas (White, 1978). Por lo tanto, si se pretende incrementar simultáneamente ambas características, algún sacrificio deberá ser hecho, y ocurrirá en cada una un cambio inferior al cambio máximo posible (Cuadro 4). Los productores de leche en Estados Unidos enfrentan el mismo dilema con respecto a producción de leche, apariencia (tipo) y longevidad de sus vacas. Cuando se selecciona más de una característica, es importante tener buenas estimaciones de los parámetros genéticos para las características en cuestión y también sus valores económicos. Las estimaciones de cambios en el rendimiento de leche y la apariencia fueron las mejores estimaciones disponibles hasta el momento (Cuadro 5); a partir de las correlaciones en el Cuadro 6, podrían ser estimados valores similares para cambios en longevidad. Los principios fundamentales para estos procedimientos están en Van Vleck *et al.* (1987).

Es quizás sorprendente que solamente en años recientes se han vuelto disponibles estimaciones de parámetros genéticos a partir de grandes volúmenes de datos en áreas tropicales, usando sofisticados modelos matemáticos.

Vaccaro *et al.* (1986), por ejemplo, estimaron una correlación de -0,21 entre los valores de cría para rendimiento de leche y el peso a los cuatro meses. Existen varios estudios de la genética de crecimiento de terneros para carne, pero pocos para animales para leche o de doble propósito, según lo revisado por El Bushra *et al.* (1988). Ellos encontraron, con más de 7.000 mediciones de altura y peso de 752 terneros desde el nacimiento hasta los 90 días, que las alturas y pesos fueron altamente repetibles (0,6 a 0,9) y moderadamente heredables (0,2 a 0,3). Estas características estaban altamente correlacionadas genéticamente (0,53), y también fenotípicamente (0,73). Las tasas de ganancia de peso y altura estuvieron correlacionadas genéticamente (0,84). Sin embargo, el peso al nacer y la altura estuvieron correlacionadas en forma negativa genéticamente con las tasas de ganancia de peso (-0,07) y ganancia en altura (-0,05). Los productores de ganado de doble propósito deben tener cuidado al intentar incrementar el peso o la altura de los terneros al nacer.

### EFFECTOS DEL CONSUMO DE ENERGIA EN LOS PARAMETROS GENETICOS

Aunque basada en datos de vacas Holstein puras canadienses, la investigación realizada por Tong *et al.* (1976) dá considerable luz sobre las posibles relaciones de las prácticas de alimentación y parámetros genéticos. Se estimaron repetibilidades, heredabilidad, y

**Cuadro 4. Ganancias por generación después de selección para producción de leche y peso corporal<sup>1</sup>.**

Sistema	Ganancias genéticas esperadas <sup>2</sup>	
	leche	peso
1. Prueba de progenie para leche	131	0
2. 1 + prueba de progenie para ganancia diaria promedio	122	3
3. 1 + prueba de comportamiento para ganancia	101	9
4. Todos los anteriores	92	12

<sup>1/</sup> Tomado de Soller *et al.* (1966)

<sup>2/</sup> Valores en kg; peso vivo de terneros machos a los 420 días.

**Cuadro 5. Cambio genético esperado por año a partir de índice de selección del semental para producción de leche o calificación total del tipo<sup>1</sup>.**

Enfasis relativo Producción: tipo	Cambio esperado	
	producción	tipo
20 : 1	100	10
9 : 1	91	40
6 : 1	89	60
3 : 1	77	100

<sup>1/</sup> White (1978). Valores para el cambio son porcentajes y deben ser comparados dentro de columnas.

**Cuadro 6. Correlaciones entre diferencia predicha para leche (DPL), diferencia predicha para el tipo (DPT), edad al primer parto y longevidad<sup>1</sup>.**

Variable	Edad al último parto	% de hijas que alcanzan 4 lactancias
DPL	0,26	0,34
DPT	0,04	- 0,07

<sup>1/</sup> White (1978)



correlaciones fenotípicas y genéticas antes y después del ajuste del rendimiento de leche por el consumo de energía. Esta última (energía consumida) fue la energía neta consumida durante 305 días a partir de ensilado, heno, pastos y concentrados. Se estudiaron de 7.506 a 13.561 registros de lactancia. Las varianzas en rendimiento de leche y sus constituyentes (grasa y proteína) fueron reducidas por el ajuste, pero el porcentaje del constituyente fue poco afectado. Las varianzas debido a semental y semental-hato no fueron afectadas, excepto para el rendimiento de proteína; las heredabilidades no fueron afectadas. Las varianzas de vacas y las repetibilidades fueron reducidas, así como varias de las correlaciones fenotípicas y genéticas. Así, las interrelaciones entre el alimento consumido y la producción de leche aparentemente pueden influenciar la estimación de los parámetros genéticos.

## **EVALUACION DEL MERITO ECONOMICO**

Los economistas agrícolas y otros han proporcionado varios sistemas de evaluación económica para ganado de leche, los cuales varían en nivel de sofisticación. Debido a que las computadoras y programas personales se hacen cada vez más accesibles, los ganaderos pueden utilizar estos sistemas en la finca. Young (1978) sugiere que los animales podrían ser evaluados a los 550 días después del primer parto. Esta sugerencia, como es presentada en el Cuadro 7, pudiera parecer apropiada para ganado de doble propósito y para ganado solo para leche. Cada término está compuesto por varias partes; por razones de espacio no se permite su completa descripción en este documento. El sistema parece prestarse por sí mismo a los programas de ensayo en hatos organizados y en hatos individuales, contando con computadores personales. Debe tenerse cuidado al realizar comparaciones entre hatos.

La evaluación económica de dos razas lecheras en un hato individual fue realizada (Cuadro 8) por Stott y DeLorenzo (1988). Nuevamente las ecuaciones completas no se presentan. Aunque estas son bastante complejas, se adecúan muy bien para análisis en computadoras. Los economistas reconocerán que los conceptos de valor presente neto son incorporados. Las conclusiones de este trabajo fueron que la proporción de variación en las ganancias explicada por un criterio de funcionamiento tal como los días de tratamiento por mastitis, pueden ser más grandes de lo que se esperaría a partir de su valor en dólares asociado en la función de ganancia. Una causa es la disminución en la producción por daño de la ubre, la cual no midió el análisis. También, la importancia relativa de criterios del comportamiento para predecir ganancias puede depender del patrón de partos y de la estructura de edad del hato para el cual la predicción es hecha. Tales resultados enfatizan la necesidad de establecer determinantes de rentabilidad para fincas particulares o regiones.

La importancia del rendimiento pudo haber sido sobreestimada. Los ingresos por leche y los costos alimenticios pudieron haber estado mucho menos correlacionados estrechamente con el rendimiento de leche si los datos de vacas individuales de los constituyentes de la leche, consumo de alimento, y precios asociados hubieran estado disponibles. La importancia del intervalo entre partos, y por lo tanto fertilidad, dependería del costo de oportunidad asociado con los recursos utilizados durante el intervalo entre partos. Esto podría ser característico del negocio particular involucrado. El efecto de la fertilidad reducida en el número de reemplazos producidos y las tasas de descarte voluntario e involuntario en el hato no estuvieron tomadas en cuenta directamente en ese estudio.

El éxito de una función de ganancia, como una guía para la selección de vacas para reproducción o descarte es dependiente de su repetibilidad, la cual, en el caso anterior, es menos (a 0,33) que la del rendimiento de leche. En este caso, las repetibilidades del intervalo entre partos en lactancias de Jersey, y los días de tratamiento de mastitis fue bajo en ambas razas, reduciendo su valor para predecir la ganancia futura por lactancia. La baja incidencia de mastitis clínica en este hato es posiblemente una causa de la baja repetibilidad. La incidencia mensual de desecho de leche debido a mastitis clínica osciló entre 1,3 y 4,7% de los

**Cuadro 7. Mérito económico a los 550 días después del primer parto<sup>1</sup>.**

Variable	Definición
$VL_{550}$	Valor de la leche a los 550 días
$VP_{550}$	Valor de la progenie a los 550 días
$VSV_{550}$	Valor sobrante de la vaca a los 550 días
<b>EGRESOS</b>	
$CC_{DFC}$	Costo de crianza al primer parto
$CV_{550}$	Costo del veterinario, del primer parto a los 550 días.
$FCC_{550}$	Costos de cuidado del pie de cría, del primer parto a los 550 días.
$CN_{550}$	Costos de los nutrimentos para mantenimiento, lactancia y preñez, del primer parto a los 550 días.

<sup>1/</sup> Tomado de Young (1978); mérito económico es definido como la suma de los tres términos de arriba menos la suma de los cuatro últimos términos.

**Cuadro 8. Comportamiento y mérito económico de un hato de Jerseys y Holsteins en un ambiente subtropical<sup>1</sup>.**

Comportamiento/mérito	Jerseys	Holsteins	diferencia
Producción total de leche(kg)	5538	8116	-2578
Producción de leche en 305 días (kg)	5650	8221	-2570
Duración de la lactancia (días)	329	362	-33
Días abiertos	122	159	-37
Intervalo entre partos (días)	402	433	-31
Costo de los alimentos (producción)	05	487	-82
Costo de los alimentos (mantenimiento)	250	343	-93
Costo de los alimentos (seco)	67	92	-25
Costo de inseminación	19	44	-25
Costo de tratamiento de mastitis	99	197	-97
Transporte de la leche (ingreso)	502	736	-234
Grasa de la leche (ingreso)	813	797	17
Proteína de la leche (ingreso)	507	637	-130
Ganancias/lactancia	1109	1304	-195
Ganancias/intervalo entre partos	2,73	2,95	-0,22

<sup>1/</sup> Tomado de Stott y De Lorenzo (1988).

<sup>2/</sup> Costos, ingreso y ganancias están en dólares. estadounidenses.

días-vaca en ordeño. Esto no significa que las pocas vacas con mastitis clínica no fueran a repetir. El uso de las repetibilidades conjuntamente con las funciones de ganancia para identificar los determinantes de dicha ganancia asociada con grupos particulares de vacas aún parece justificado. Estos determinantes es probable que permanezcan característicos de una raza particular, número de partos o estación de partos de un año a otro. Como tal, ésta información podría proveer una guía útil para prioridades de manejo requeridas para mejorar las ganancias de cada raza o grupo de vacas dentro de un hato.

Cinco sistemas ganaderos para empresas de ganado tropical y subtropical fueron evaluados por Simpson y Wilcox (1982). El ejemplo usado para demostrar el procedimiento representó a 100 unidades animales de novillos (con suplemento o sin suplemento), razas lecheras puras, doble propósito y sistema de cría (vaca/ternero). Los valores económicos fueron recopilados de Sur y Centro América a mediados de 1981. Algunos costos específicos fueron obtenidos en Colombia. Resulta difícil generalizar los resultados a otras situaciones de fincas, debido a que el manejo exacto y los valores económicos en el modelo sin duda son únicos y no existen en la práctica actual. Como ejemplos, varias conclusiones son presentadas para demostrar que tales evaluaciones pueden ser útiles. Estas se relacionan solo a comparaciones de vacas lecheras y de doble propósito (no para novillos de carne). Los valores son en dólares estadounidenses.

Dos razas son comparadas, una raza pura, Holstein-Friesian, y una raza de doble propósito, cruce Shorthorn-Cebú. El productor está interesado en producir el óptimo de leche en cada caso. Sin embargo, una raza para doble propósito debería requerir mucho menos supervisión y costos por consumo. El factor más limitante es que solo 100 ha de tierra son disponibles. Sin embargo, una pequeña parte es sembrada y fertilizada para proveer más y mejor forraje para las vacas en ordeño. Menos vacas Holstein pueden ser mantenidas en comparación a vacas de doble propósito, debido a que se requieren más reemplazos; las vacas son descartadas cada tres años para operaciones con Holstein, pero cada 6 años para las razas de doble propósito. Se asume un 90% de destete.

Los gastos totales anuales en efectivo sin suplemento adicional son \$27.560 o \$368 por vaca, trabajando con razas lecheras puras. Más allá de estos costos fijos, el análisis marginal es usado para determinar el nivel óptimo de suplemento alimenticio. La alimentación óptima es calculada a razón de 3,65 kg por día. Los cálculos del uso óptimo de suplemento pueden ser considerados como la proporción de cuánto producir en el proceso de toma de decisiones. Después que el óptimo de 3,65 kg es calculado, se multiplica por 305 días de lactancia para totalizar 1.113 kg por vaca por año. Multiplicando esto por las 72 vacas y luego por \$0,28 (costo de un kg de concentrado), da un costo anual de \$22.438. Esto es adicionado a otros costos para llegar a un costo total de \$61.448. El ingreso bruto es \$90.573. El ingreso neto, además de los gastos en efectivo, es \$40.575 o \$29.125 además de todos los gastos. El costo por kg de leche es \$0,23.

El método de evaluación para la operación con la raza de doble propósito es el mismo. Más vacas (83) son mantenidas, pero los costos totales anuales (sin suplemento alimenticio en el establo) son menores que con Holstein (\$31.015 vs \$39.010). El costo fijo de \$240 por vaca es usado para calcular el suplemento alimenticio óptimo, el cual es 2,73 kg por cabeza por día para vacas en lactancia. El costo total con suplemento alimenticio es \$50.374, el cual restado de los ingresos brutos (\$70.011), rinden un ingreso neto anual además de los costos en efectivo de \$30.737 y \$19.637 además de todos los gastos. El costo por kg de leche es el mismo que para la operación con Holstein, \$0,23.

Un fenómeno interesante es que menos carne es producida por hectárea con ganado de doble propósito que con operaciones con Holstein (88 vs. 122 kg). Menos vacas son vendidas debido a que la tasa de reemplazo es mucho más baja. Sin embargo, si las crías fueran engordadas, en lugar de venderse como terneras, entonces la producción de carne podría ser más alta de la que se mostró, pero la producción de leche podría ser menor. Entonces la operación podría ser una combinación de producción de leche y engorde para carne, en vez de

ser una operación de ganado de doble propósito y de lechería. Así debe tenerse cuidado de especificar cuidadosamente las suposiciones acerca del manejo y las relaciones insumo/producto.

## **BIBLIOGRAFIA**

EL BUSHRA, O. E.; WILCOX, C.J.; WING, J.M.; LITTELL, R.C. 1988. Genetic effects on dairy calf growth. *J. Dairy Sci. (EE.UU.)* 71:In press.

SIMPSON, J. R.; C. J. WILCOX. 1982. Determination of optimum cattle systems for tropical and subtropical livestock enterprises. *J. Dairy Sci. (EE.UU.)* no. 65:1055.

SOLLER, M.; R. BAR-AMAN, H. PASTERNAK. 1966. Selection of dairy cattle for growth rate milk production. *Anim. Prod. (EE.UU.)* no. 8:109.

STOTT, A. W.; M. A. DELORENZO. 1988. Factors influencing profitability of Jersey and Holstein lactations. *J. Dairy Sci. (EE.UU.)* 71:In press.

TONG, A. K. W.; B. W. KENNEDY, AND J. E. MOXLEY. 1976. Effects of correcting for feeding levels on estimates of genetic parameters of milk yield and composition. *Canad. J. Anim. Sci. (EE.UU.)* 56:523.

VACCARO, L.; R. VACCARO; N. MARQUEZ; P. ARGENTI. 1986. Control de producción en rebaños de doble propósito en Venezuela. 2. Evaluación genética de vacas. Presentado en: X Reunión ALPA, Acapulco, México. 115 p.

VAN VLECK, L. D.; E. J. POLLAK; E. A. B. OLTENACU. 1987. Genetics for the animal sciences. W. H. Freeman and Co., New York, EE.UU.

WHITE, J. M. 1978. Growth, feed efficiency, meat characteristics, and salvage value. *In: Large Dairy Herd Management*. Gainesville, EE.UU., Univ. Presses of Fla.

WILCOX, C. J. 1980. Breeding for milk production. *In: Animal Agriculture*. San Francisco, EE.UU., W. H. Freeman and Co.

## **CRUZAMIENTOS PARA LA PRODUCCION DE LECHE EN SISTEMAS DE DOBLE PROPOSITO**

*C. J. Wilcox, M. E. McGlothlen y M. A. DeLorenzo<sup>1</sup>*

### **INTRODUCCION**

Los cruces en ganado de leche no son extensivos en las áreas templadas del hemisferio oeste. En cambio, en ganadería de carne, los cruces han sido extensivos y exitosos, tanto en áreas templadas como tropicales. Las investigaciones sobre ganado de carne no serán revisadas en este documento. Koger (1980) describió sistemas de cruces utilizando ganado Cebú y, gran parte de la teoría de genética básica descrita, se dirige a todos los cruces en carne y leche. Las cinco razas lecheras más utilizadas en los Estados Unidos, así como también otras cuatro reconocidas como razas lecheras menores, se originaron en Europa dentro de un radio de 350 millas (Wilcox, 1980). A menudo, estas razas no se comportan bien en áreas lecheras en desarrollo, particularmente cuando los niveles de alimentación y manejo no son óptimos y el "estrés" climático es severo. De tal manera que han sido muchos los intentos de cruzar estas razas con otras razas, con el fin de aprovechar las habilidades superiores de producción de las razas europeas, así como las características deseables de otras razas. Los sistemas de doble propósito fueron presentados por Sere y Vaccaro (1985) como la elección preferida para los trópicos de América Latina.

### **CRUCES DE JERSEY - RED SINDHI EN ESTADOS UNIDOS**

Un experimento cooperativo clásico fue realizado en varias estaciones experimentales, involucrando Red Sindhi y Jerseys, Holsteins y Brahmans (Branton *et al.*, 1966). El comportamiento de los cruces Red Sindhi y Jersey es mostrado en los Cuadros 1 y 2. En general, animales con 50 a 75% de sangre Cebú tendieron a sobresalir en cuanto a resistencia a parásitos, largo del pelo y respuestas al "estrés" calórico. Sin embargo, fueron inferiores a los individuos con 75% o más de sangre Jersey en cuanto a producción de leche, eficiencia alimenticia y crecimiento. Debido al desempeño productivo pobre de estos animales, parecen no ser adecuados bajo las condiciones económicas actuales de los Estados Unidos. Bajo condiciones ambientales más adversas, sin embargo, estos resultados presentados aquí pueden no ser los mismos, ya que los animales fueron bien cuidados y alimentados.

### **CRUCES DE RAZAS LECHERAS EN ESTADOS UNIDOS**

Cuatro estaciones experimentales (Beltsville, MD; Clemson, SC; Jeanerette, LA; y Reidsville, GA) realizaron experimentos de cruces con dos o más de las siguientes razas: Ayrshire, Pardo suizo, Holsteins y Jerseys. Animales Red Sindhi también fueron estudiados

---

<sup>1</sup> Dairy Science Department, University of Florida, Gainesville, FL 32611.

**Cuadro 1. Comportamiento de los cruces Jersey-Red Sindhi<sup>1</sup>.**

Grupo racial	Producción de leche	FCM	Grasa <sup>2</sup> %	Duración de la lactancia
3/4 J 1/4 RS	2710	3197	5,2	281
5/8 J 3/8 RS	2580	2785	4,5	265
1/2 J 1/2 RS <sup>3</sup>	2360	2848	5,4	270
1/4 J 3/4 RS	1310	1596	5,1	209

<sup>1/</sup> Resumido de Branton *et al.* (1966); producción de leche y FCM están en kg, duración de la lactancia en días.

<sup>2/</sup> Calculado a partir de la media global para rendimiento de leche y grasa.

<sup>3/</sup> Solamente primer cruce (F<sub>1</sub>); comportamiento de la F<sub>1</sub> fue de 1710 kg, 1829 kg, 4,4% y 171 días, respectivamente.

**Cuadro 2. Eficiencia alimenticia de los cruces Jersey-Red Sindhi<sup>1</sup>.**

Característica	Jersey(J)	3/4 J	1/2 J	1/4 J
Rendimiento de FCM(kg)	4260	4180	3170	1810
Peso corporal(kg)	415	402	406	358
Ganancia de peso(kg)	49	57	60	39
Eficiencia alimenticia <sup>2</sup>	0,818	0,809	0,736	0,659
Coef. de variación(%)	11	8	11	30
Número de animales	18	11	25	11

<sup>1/</sup> Resumido de Branton *et al.* (1966).

<sup>2/</sup> El análisis estadístico mostró que los Jerseys y 3/4 Jerseys no difirieron, pero fueron superiores a los 1/2 y 1/4 Jerseys ( $P < 0,05$ ); los últimos no mostraron diferencias significativas.

en la estación de Jeanerette. Los resultados fueron resumidos por McDowell (1982). En total, se analizaron 1.107 registros de lactancia de 12 grupos raciales representados en dos o más estaciones, los cuales fueron considerados en un análisis de multi-hato. También se estudió crecimiento, reproducción y otras características. Las conclusiones del estudio fueron: se encontró heterosis para varias características económicamente importantes, pero fue menor que las diferencias genéticas aditivas entre razas y puede ser negativa para los porcentajes de los constituyentes de la leche; Holsteins deberá ser incluido cuando la leche es una característica importante; la heterosis se da para crecimiento, pero puede no darse para tamaño maduro; la utilidad de los cruces puede ser mayor bajo condiciones ambientales pobres o marginales; pueden ocurrir diferencias en los cruces recíprocos.

## CRUCES ENTRE CRIOLLO Y JERSEY EN COSTA RICA

Datos de Turrialba de 1954 a 1981 fueron evaluados por De Alba y Kennedy (1985). Una porción de sus resultados está en el Cuadro 3. Dos conjuntos de datos se formaron, I: datos de producción de todos los partos con restricciones mínimas, y II: datos con una restricción

**Cuadro 3. Comportamiento de los cruces Jersey-Criollo<sup>1</sup>.**

Grupo racial	Producción de leche <sup>2</sup>		FCM		Grasa %		Duración de la lactancia	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Jersey	1750	1883	1892	2035	4,5	4,5	280	301
3/4 J 1/4 C <sup>3</sup>	1765	1888	1947	2089	4,7	4,7	270	290
1/2 J 1/2 C <sup>4</sup>	1866	2062	2038	2238	4,6	4,6	279	304
1/4 J 3/4 C	1356	1645	1457	1769	4,5	4,5	222	266
Criollo	1202	1504	1299	1627	4,6	4,6	207	256

<sup>1/</sup> Resumido de: De Alba y Kennedy (1985).

<sup>2/</sup> I = datos con restricciones mínimas; II = datos restringidos para bajada normal de la leche sin apoyo del ternero.

<sup>3/</sup> Para los cruces, raza del semental es listada primero.

<sup>4/</sup> Promedio aritmético de cruces recíprocos (los cuales no difieren).

adicional para eliminar los registros de vacas que no mostraron una baja normal de la leche en ausencia del ternero. Heredabilidades y repetibilidades para ambos conjuntos de datos fueron similares a las encontradas en áreas templadas, excepto quizás para las estimaciones del porcentaje de grasa, las cuales fueron más bajas. Niveles altos de heterosis, poco usuales, fueron encontrados en los cruces F<sub>1</sub> (22 a 27%). Estos son mucho más altos que los usualmente encontrados en cruces de razas europeas, y también entre razas europeas y cebú. Estimaciones adicionales de tal heterosis son necesarias, con el fin de determinar un programa eficiente de mejoramiento para ganado lechero en áreas tropicales y sub-tropicales. Las investigaciones hasta 1968, son resumidas por Pearson y McDowell (1968).

## **SISTEMAS DE CRUZAMIENTO PARA VACAS DE DOBLE PROPOSITO EN EL TROPICO**

Un gran número de sistemas posibles han sido diseñados a través de los años para tomar ventaja de la heterosis y de ajustarse a las condiciones ambientales especiales de los trópicos. Estos no serán presentados aquí. Muchos recomiendan sistemas de tres razas; para ejemplo ver Olson (1988). Los sistemas involucrando cuatro razas presentan algunas ventajas (McGlothlen y Wilcox, 1987). Algunos recomiendan el uso de sementales cruzados, otros no. Todos son complicados y toman muchos años para completarse.

## **DESARROLLO DE NUEVAS RAZAS**

Los sistemas de cruzamiento a largo plazo tienen cierto número de desventajas; una alternativa es el desarrollo de una nueva raza a partir de un cruce base (Turton, 1985). Es reconocido que este es un tema complejo y que ciertamente no existe una única recomendación para programas genéticos tanto para ganado lechero, como para ganado de doble propósito en las áreas tropicales y sub-tropicales en desarrollo. Las familias rurales de recursos extremadamente limitados pueden recibir una considerable contribución para su salud y bienestar a partir de una o dos vacas con limitado mérito lechero. Estas vacas pueden no dar mucha leche, pero algo dan, y a menudo tienen la habilidad de mantenerse vivas y reproducirse bajo condiciones adversas. Por otro lado, fincas lecheras especializadas o de doble

propósito son sin duda la futura fuente de leche que se vende para las personas que no poseen vacas; en áreas lecheras desarrolladas, un número relativamente pequeño de fincas producen grandes cantidades de leche para consumo humano. Los conceptos de genética cuantitativa como fueron delineados hace muchos años, y confirmados subsecuentemente, parecen aplicarse al ganado de doble propósito en áreas tropicales, tal y como ellas lo hacen para ganado lechero en áreas templadas. Por lo tanto, se pueden hacer estimaciones de las tasas de cambio genético, y estas deberían probar ser confiables.

Si se cruzan razas para formar la base de una nueva raza, alguna heterosis (vigor híbrido) para producción y reproducción puede ser esperada en la primera generación. Cuando razas europeas se cruzan en áreas templadas, la heterosis para rendimiento de leche es real y se puede detectar, pero no es grande. El rendimiento de leche de estos cruces se puede esperar que exceda al promedio de sus padres en un 2 a 5%. Como estos individuos se aparean, sin embargo, parte de esta ganancia es perdida, a menos que una tercera raza sea introducida. En cualquier evento, como los animales de la raza se aparean entre sí mismos permanecen pocos efectos benéficos de la heterosis. Entonces, a menos que se mantengan cruces alternativos de razas continuos, la heterosis podría esperarse que tenga un pequeño efecto a largo plazo a partir de una nueva raza.

Cuando una raza europea (por ejemplo Holstein) es cruzada con una raza local adaptada, uno puede o no obtener mayores ganancias en heterosis que la obtenida a partir de cruces entre razas europeas. Los llamados "cruces amplios" no necesariamente resultan en mayores heterosis. Hay escasas evidencias de tales cruces en áreas tropicales, pero no parece haber una cantidad inusual de heterosis. Como se indicó, De Alba y Kennedy (1985) han sugerido altos niveles de heterosis. Una vez que una raza es formada, la atención generalmente se ubica en el aumento global del comportamiento, genéticamente, y mejorando las prácticas de alimentación y manejo. La realidad económica es tal que, ganancias mayores resultan de tales aumentos, en prácticamente cada conjunto económico de circunstancias.

El cambio genético (mejoramiento) en una raza puede ser desalentadoramente lento. La investigación conjunta de producción de leche con la raza Pitangueiras y la Universidad de Sao Paulo, Brasil, demostró lo anterior (Wilcox y McGlothlen, 1985). Los datos utilizados en esta investigación fueron de 5.270 lactancias normales, sometidas al control lechero oficial de la Sociedad de criadores brasileños, de 1.380 vacas de la raza Pitangueiras (5 generaciones), apareadas con 123 toros durante el período de 1962 - 1977. La raza fue formada en la década del 40, cruzando toros Red Poll con vacas de tipo Cebú que exhibían características lecheras. La raza Pitangueiras (5/8 Red Poll x 3/8 Cebú), reconocida por el Departamento de agricultura del Brasil como una nueva raza adaptada a los trópicos, en 1981 contaba con 6.412 animales de genealogía registrada.

La finca está localizada en la parte norte del estado de Sao Paulo, a 502 m de altitud, 21°00' grados latitud sur, y 48°41' longitud oeste del meridiano de Greenwich. El clima es húmedo tropical, del tipo AW en la clasificación de Koeppen, con inviernos secos. La temperatura varía desde un máximo de 31°C a un mínimo de 17°C, con una media anual de 24°C. La precipitación anual media es de 1.353 mm. Las vaquillas fueron inseminadas cuando alcanzaron aproximadamente 320 kg de peso vivo. El criterio principal de selección fue rendimiento de leche. Los sementales del ható fueron seleccionados con base en el rendimiento de sus madres; el descarte de hembras fue practicado, cuando fue posible, por bajo rendimiento de leche (habilidad más probable de producción). Otras características, tales como patrones de color de la raza y características recientemente iniciadas en la finca, con 10 toros probados por año, cada uno apareado con 20 vaquillas. La producción media de leche fue 2.780 kg (CV=31%) con 4,18% de grasa en la leche. La duración de lactancia fue de 281 días (CV=21%).

Los cambios totales anuales obtenidos (5.270 lactancias de 1.380 vacas) fueron: rendimiento de leche, -26,0 kg; porcentaje de grasa, 0,014% y rendimiento de grasa -0,61 kg (Cuadro 2). El cambio genético anual para rendimiento de leche fue 6,8 kg; para porcentaje de grasa, -0,0003% y para rendimiento de grasa, 0,30 kg (Cuadro 4).



Los resultados obtenidos para rendimiento de leche y grasa (0,26% de la media global por año) muestran una modesta ganancia genética y sugieren la necesidad de aumentar la presión de selección en el hato estudiado. Estas ganancias relativamente pequeñas se esperaban para la raza Pitangueiras y sin duda se deben a errores en la evaluación de sementales. Otras estimaciones de parámetros genéticos para producción de leche, estuvieron muy cerca a los obtenidos para razas europeas en áreas templadas (Wilcox, 1980). Por ejemplo, repetibilidad y heredabilidad para producción de leche por lactancia fue 0,40 y 0,16, respectivamente. Es muy interesante que mientras este modesto mejoramiento genético en el rendimiento de leche estaba ocurriendo (0,26% de la media global por año), un pequeño o ningún cambio ocurrió con el comportamiento reproductivo (Cuadro 4). Las tendencias totales fueron mejorando levemente cada año, con unas leves disminuciones en cada uno.

**Cuadro 4. Tendencias anuales por vaca (Pitangueiras)<sup>1/</sup>.**

Característica	Total	Genética
Producción de leche (kg)	- 26,0	6,8
% de grasa	- 0,0139	- 0,0003
Producción de grasa (kg)	- 0,61	- 0,30
Período seco (días)	- 2	0
Días abiertos	- 2	0
Intervalos entre partos (en días)	- 5	0

<sup>1/</sup> Tomado de Lobo *et al.* (1980, 1982, 1984).

En **resumen**, debido a la complejidad de los sistemas de cruzamiento a largo plazo para vacas lecheras y de doble propósito, lo más probable es que estos no serán usados ampliamente. Los cruzamientos para producir la base de una nueva raza pudiera parecer que tienen una mayor aplicación. El desarrollo de una nueva raza, sin embargo, también es muy difícil. Comentarios de Ipsen (1972) parecen muy apropiados en este momento. "Los países en desarrollo perderán demasiado tiempo si esperan nuevas razas. En realidad, ellos tienen que usar las razas disponibles o comenzar programas de cruzamiento con el ganado nativo existente, como base".

## RECOMENDACIONES

Para las lecherías comerciales en las tierras altas o cercanas a las ciudades, donde los concentrados pueden ser usados para abastecer los requerimientos de energía, los sementales Holstein pueden ser usados para mejorar, con el tiempo, el hato hasta prácticamente Holstein puro. Si las vacas nativas son pequeñas y pobres productoras de leche, las Jersey pueden ser mejores para la primera generación, seguidas por Holstein. Para aquellas situaciones donde el manejo es sub-óptimo y la alimentación para la máxima producción no es factible, podrían utilizarse vacas cruzadas. Los cruces con Jersey de la primera generación producirían vacas productivas con comparativamente poca dificultad.

## **BIBLIOGRAFIA**

- BRANTON, C.; MCDOWELL, R.E.; BROWN, M.A. 1966. Zebu-European cross-breeding as a basis of dairy cattle improvement in the USA. South Coop. Series Bull. no. 114. 40 p.**
- DE ALBA, J.; KENNEDY, B.W. 1985. Milk production in the Latin-American Milking Criollo and its crosses with the Jersey. Anim. Prod. (Escocia) no. 41:143.**
- IPSEN, E. J. 1972. Studies on the possibilities of using European dairy breeds in some tropical countries. Reimpreso de: Copenhagen, Dinamarca. Danish Int. Devel. Agency, Roy. Vet. Agr. Univ. (mimeo.).**
- KOGER, M. 1980. Effective crossbreeding systems utilizing Zebu cattle. J. Anim. Sci. no. 50:1215.**
- LOBO, R.B.; DUARTE, F.A.M.; BEYERRA, L.A.F.; WILCOX, J.X. 1980. Phenotypic and genetic trends in reproductive traits of pitangueiras cows. J. Dairy Sci. no. 64(Supl. 1):101.**
- \_\_\_\_\_. 1982. Genetic trends in milk production following formation of a tropical dairy breed (Pitangueiras). Brazil. J. Genetics no. 5:353.
- LOBO, R.B.; DUARTE, F.A.M.; GONCLAVES, A.A.M.; OLIVIRA, J.A.; WILCOX, C.J. 1984. Genetic and enviromental effects on milk yield of Pitangueiras cattle. Anim. Prod. (Escocia) no. 39:157.**
- MCDOWELL, R. E. 1982. Crossbreeding as a system of mating for dairy production. South. Coop. Series bull. no. 259. 71 p.**
- MCGLOTHLEN, M. E.; WILCOX, C.J. 1987. Breeding and selecting for dairy production in the hot tropics. In: Int. Conf. Livestock in the Tropics (21., Gainesville, Fla., EE.UU.). (Proceeding).**
- OLSON, T. A. 1988. Crossbreeding programs to produce dual purpose cattle for the humid tropics. In: Int. Conf. Livestock in the Tropics (21., Gainesville, Fla., EE.UU.). (Proceedings).**
- PEARSON, L.; MCDOWELL, R.E. 1968. Crossbreeding of dairy cattle in temperate zones: a review of recent studies. Anim. Bdg. Abstr. no. 75:1.**
- SERE, C.; VACCARO, L. DE. 1985. Milk production from dual purpose systems in tropical Latin America. In: Milk production in Developing Countries. Scotland, Centre for Trop. Agric., Univ. Edinburgh.**
- TURTON, J. D. 1985. Progress in the development and exploitation of new breeds of dairy cattle in the tropics. In: Milk Production in Developing Countries. Scotland, Centre for Trop. Agric., Univ. Edinburgh.**
- WILCOX, C. J. 1980. Breeding for milk production. In: Animal Agriculture. San Francisco, EE.UU., W. H. Freeman & Co.**
- WILCOX, C. J.; MCGLOTHLEN, M.E. 1985. Tropical dairy breed development. In: Ann. Conf. Livestock and Poultry in Latin America (19., Gainesville, Fla., EE.UU.). (Proceeding).**

# **EL PAPEL DE LOS RECURSOS GENETICOS CRIOLLOS EN SISTEMAS DE PRODUCCION BOVINA DEL TROPICO**

*Assefaw Tewolde, Denis Salgado,  
Miguel Campos y Fernando Mujica<sup>1</sup>*

## **RESUMEN**

En este artículo se discuten brevemente los principales sistemas de producción bovina del trópico, haciendo mención del sistema de doble propósito y sus principales características. También se discuten los resultados mencionados en las publicaciones concernientes al uso de los recursos genéticos criollos bajo condiciones tropicales. El comportamiento de los cruces entre animales locales y especializados resulta beneficioso en cuanto a producción (leche o carne especializada), crecimiento y fertilidad. Sin embargo, existe una tendencia negativa que acompaña el incremento en la proporción de sangre europea, especialmente para la producción de leche, más allá del 50%, sugiriendo que hay un óptimo a partir del cual se da una reducción en el nivel de producción y reproducción. Con respecto a los criollos, hay suficiente evidencia sobre la existencia de variabilidad genética como para garantizar un programa de selección acompañado con un sistema de cruzamiento apropiado y estratégico aprovechando la adaptabilidad que tienen algunas razas tropicales al "estrés" ambiental tropical. Al final se hace una mención especial de la necesidad de incorporar los recursos genéticos criollos a los sistemas de producción bovina de doble propósito.

## **INTRODUCCION**

Los sistemas de producción bovina en los trópicos en gran medida son función del ambiente imperante. Las condiciones ambientales de los trópicos son adversas, de tal forma que los animales que se manejan bajo estas condiciones requieren algún grado de adaptabilidad al medio.

De los sistemas de producción bovina existentes en el trópico Latinoamericano en general, y Centro América y Panamá en particular, el sistema conocido como doble propósito (ordeño con apoyo de ternero) es el más predominante (CATIE/CIID, 1985). Este sistema, manejado por productores con recursos limitados que cuentan con fincas menores de 50 ha, aporta aproximadamente 80% de la leche fluída y alrededor del 60% de la carne en la región. Aún así la región en la actualidad no está cubriendo la demanda total en leche y carne.

El sistema de producción bovina de doble propósito está caracterizado por ordeño de animales no especializados una vez por día, infraestructura de ordeño mínima, y largo período de amamantamiento de los terneros con destete entre los 8-10 meses de edad. El ingreso del sistema está igualmente repartido entre la leche y la carne, la unidad productiva del sistema

---

<sup>1/</sup> Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

es la vaca/ternero. El sistema de alimentación es principalmente a base de forrajes, afectados tanto en calidad como en cantidad por la distribución de la precipitación a lo largo del año y la fertilidad del suelo. La constitución genética de los animales es a base de cruces mezclados; la producción es de menos de 4,0 kg/día/vaca y presentándose además dificultades en la comercialización (CATIE/CIID, 1985; Urizar y Cubillos, 1988; Cunningham y Syrstad, 1987; Tewolde, 1986). Las características antes mencionadas señalan realmente aquellos componentes donde es factible intervenir el sistema con el fin de incrementar su productividad, haciendo mejor uso de los recursos físico-biológicos existentes, para así balancear el aspecto productivo con el de conservación, junto con la facilidad de incentivos y comercialización. El mejoramiento del componente biológico realmente es aquel relacionado con el manejo y genética de los animales en el sistema de producción bovina de doble propósito. Como se señaló con anterioridad, la composición racial de los animales es indefinida o bien mezclada, a pesar de que existen varios recursos genéticos pecuarios en el trópico Latinoamericano en general, y en Centro América y el Caribe en particular.

Los recursos genéticos pecuarios actualmente utilizados en el trópico Latinoamericano pueden agruparse en criollo, Cebú, razas europeas especializadas y seleccionadas para un mejor comportamiento en climas templados, y las nuevas razas como Santa Gertrudis (Madalena, 1987; Tewolde, 1986). De los recursos genéticos mencionados, las razas criollas y Cebú cuentan con alto grado de adaptabilidad al medio tropical adverso, por el hecho de que son resistentes a parásitos y enfermedades, toleran el calor y la humedad del trópico y tienen tasas metabólicas reducidas. Mientras que las razas europeas son utilizadas en los sistemas más intensivos, donde las condiciones ambientales y climáticas no son tan adversas como en la mayor parte del trópico.

De las razas criollas que se pueden mencionar aquí y que se encuentran en Centroamérica y Panamá, así como en el Caribe, están Romosinuano (criollo para carne), Criollo lechero Centroamericano, el Barroso o Salmeco (criollo para doble propósito que se encuentra en Guatemala) y Romana roja (para carne y trabajo que se encuentra en la República Dominicana). Las primeras dos razas se han estudiado ya por varios años en cuanto a su comportamiento como razas puras y sus cruces con otras razas bajo condiciones del trópico húmedo. Mientras que las últimas dos han sido estudiadas en forma limitada. Todas fueron estudiadas para sistemas de producción especializados, carne o leche, en tanto que su incorporación en los sistemas de producción bovina de doble propósito ha sido limitado.

El propósito de este artículo es revisar y resumir lo que se conoce de las razas criollas y puntualizar las indicaciones existentes sobre la factibilidad de mejoramiento de estas razas y cruces entre ellas o con otras, pero siempre haciendo una referencia especial a las condiciones tropicales. Asimismo se harán todos los intentos para identificar las posibilidades de que estas razas puedan ser estratégicamente utilizadas en los sistemas de doble propósito.

### **“Estrés” ambiental y su efecto sobre la productividad bovina en los trópicos**

Como fue señalado anteriormente, el trópico presenta condiciones ambientales adversas a las que los animales deben adaptarse. En realidad esto equivale a decir que el ambiente tropical genera un grado de “estrés” sobre los animales. El “estrés” puede ser de diferente naturaleza o sea, temperatura, estado nutricional, parásitos y enfermedades, pero el animal lo combate bajando su nivel de producción y productividad. Por esto, es que aún cuando el mejoramiento se da en los componentes factibles, las razas adaptadas al trópico casi siempre tienen niveles de comportamiento comparativo relativamente bajo (Madalena, 1987). En este sentido, no se debe perder de vista que existen sistemas de producción intensivos en el trópico de América Latina que explotan razas europeas modernas.

Dentro de los trópicos, existen diferentes microclimas que ejercen distintos grados de “estrés” sobre el animal. Por ejemplo, es común ver época lluviosa y época seca, donde ambos tienen niveles de “estrés” sobre los animales, que se deben a diferentes aspectos. Pero en

ambos actúan todos los componentes ambientales del trópico que tienen alguna influencia en el nivel de producción de los animales.

Hetzel y Seifert (1986) presentan la magnitud del "estrés" de la época del año considerando las épocas seca y lluviosa con sus respectivas transiciones (Fig. 1) bajo condiciones del trópico húmedo de Australia. En esta Figura sólo se consideran las dos épocas principales, seca y de lluvia. Se puede apreciar que la magnitud del "estrés" nutricional (N) es mucho más importante en la época seca que en la época de lluvia. Asimismo, la magnitud del "estrés" debido a temperatura (T) y parásitos (P) es más importante en la época de lluvia. Algo similar también ocurre en el trópico de América Latina. Por ejemplo, es común hablar de la necesidad de alimentación estratégica en época seca que se traduce en suplementar el ganado o utilizar forraje de corte, entre otras cosas. También es común que los diferentes sistemas de producción tengan algún programa sanitario aunque éste no está siempre disponible en todas las fincas del trópico. Por otro lado, muy poco se ha contemplado sobre la posibilidad de disminuir la magnitud del "estrés" debido a los componentes antes señalados mediante un manipuleo genético. Tal manipuleo puede considerar los recursos genéticos pecuarios que han demostrado tener adaptabilidad al medio tropical. En la Figura 1 se indica la posibilidad de reducir la magnitud del "estrés", de tal forma que esto se traduzca en mejoramiento del nivel de producción y productividad de los sistemas en el medio, entre los cuales se encuentra el de doble propósito. Pero esta intervención biológica implica que los animales tengan resistencia a parásitos, a fluctuaciones de temperatura y bajas tasas metabólicas para mantenimiento. Sobre este aspecto, se vio que las razas criollas y cebuinas lo cumplen, por lo que es lógico pensar sobre el uso estratégico de las mismas en los sistemas de producción. Tal uso estratégico puede significar definición apropiada de sistemas de cruzamientos dirigidos, con el fin de utilizar el aspecto aditivo de las razas, complementariedad de las mismas y aprovechar al máximo la heterosis. Por supuesto, esto depende de las características de interés económico a considerar. Las características de importancia pueden ser la producción de leche y sus componentes, crecimiento de terneros, fertilidad y eficiencia del sistema de producción. Es frente a estas características que hay que evaluar las distintas razas antes de diseñar el uso estratégico de las mismas para un sistema de producción determinado.

## UTILIZACION DE LOS RECURSOS GENETICOS BAJO CONDICIONES DEL TROPICO

Según de lo que se ha constatado en las publicaciones, son varias las razas o cruces que se han utilizado en el trópico con fines de producción de leche, de carne o ambas (Plasse, 1983; Vaccaro, 1973 y 1974; De Alba y Kennedy 1985; Madalena, 1987; Sequeira, 1986; Tewolde 1986 y 1988; Melgar, 1984; Ponce, 1986; Muñoz y Martín, 1969). En cada caso, el sistema en cuestión consideraba evaluaciones de grupos raciales, pero como son procedentes de diferentes lugares ecológicos aún dentro del trópico, diferentes manejos, diferentes conjuntos de datos y hasta diferentes en su análisis, no es posible hacer comparaciones directas como también lo señalan Cunningham y Syrstad (1987). Sin embargo, se harán referencias a algunas de ellas para generar tendencias.

En los trópicos se ha observado que los cruces superan a los puros para crecimiento y fertilidad (Muñoz y Martín 1969 a,b; Plasse, 1983; Tewolde, 1988). Al mismo tiempo se ha visto que cuando la proporción de sangre Bos taurus rebasa el 50% existe tendencia a reducir el crecimiento (p.e. Tewolde, 1988). Esto implica que a lo mejor existe la necesidad de determinar el punto óptimo de sangre de Bos taurus y luego generar algún sistema estratégico de su utilización para los fines pertinentes. Las experiencias de sistemas de cruzamientos para producción de leche también son varias (Vaccaro, 1973 y 1974; Madalena, 1987; De Alba y Kennedy, 1985; Salgado, 1988; Sequeira, 1986; Cunningham y Syrstad, 1987). En casi todas

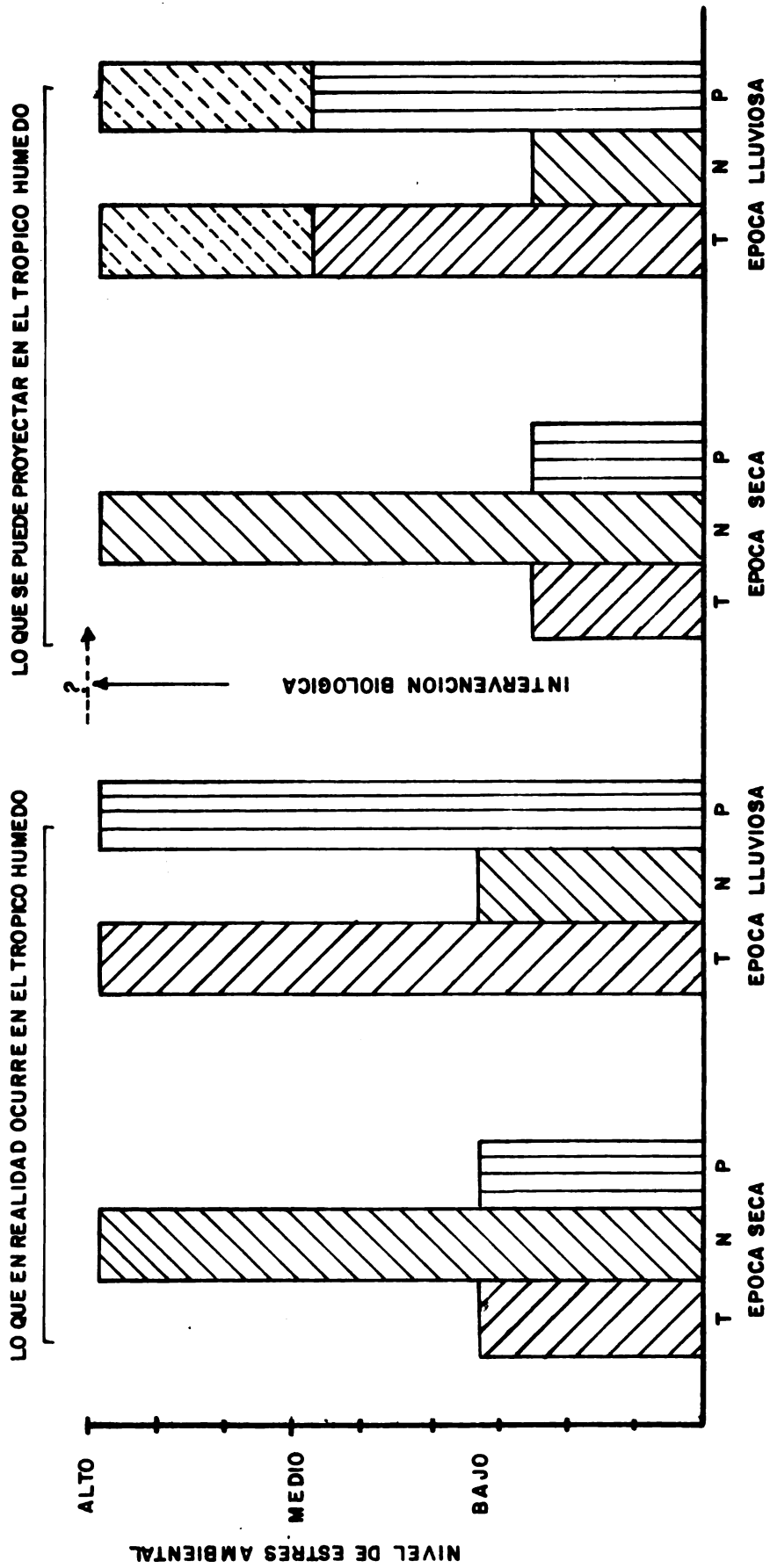


Fig. 1 Nivel de estrés por época en función de la temperatura (T), nutrición (N) e incidencia de los parásitos (P) tanto lo que realmente sucede y a lo que se puede aspirar. (Adaptado de Hetzel y Seifert, 1986)

las experiencias se puede generalizar que las razas europeas modernas y especializadas han tenido comportamientos desastrosos en los trópicos por lo que invariablemente se ha recurrido a sistemas de cruzamientos. En esto, Cunningham (1981) generaliza que el nivel máximo de producción de leche en el trópico Latinoamericano se da a nivel de los F1 (50% de genes de las razas europeas modernas) a partir del cual existe tendencia de disminución. El mismo autor indica que a lo mejor el óptimo de producción está entre 50 y 75%. Tendencias como estas se pueden observar en el Cuadro 1. En este Cuadro es evidente que en la medida que aumenta la proporción de sangre Holstein y Jersey a partir de 50% se observa una reducción en producción de leche y se prolonga la edad del primer parto. Por otro lado, en este mismo Cuadro también es evidente que la inyección de Holstein (H) sobre Costeño con cuerno (CC) es ventajosa aún cuando H es comparado como puro con CC, tanto para la producción de leche como para edad al primer parto. Lo único es que CC tiene menor intervalo entre partos que CC x H o H pero esta ventaja no se traduce en superioridad de CC para producción de leche por intervalo entre partos. Esto pareciera indicar que la Holstein sobresale en condiciones tropicales. Pero si esto es cierto o no, depende del costo que generan los animales. En este caso Cunningham y Syrstad (1987) no hacen referencia sobre este particular, por lo que es difícil hacer conclusiones.

Referente a los criollos, también se puede apreciar en el Cuadro 1 que cuando se pasa de 50% Jersey, existe una reducción en la producción de leche pero siempre sigue siendo mayor que en los criollos, lo mismo que se observó en las vacas CC. Estas tendencias, además de indicar la posible existencia de un punto óptimo, también sugieren con claridad que las razas europeas especializadas tienen un efecto de mejoramiento cuando éste es comparado con el nivel de producción de los animales locales, en este caso los criollos y CC. Otras características en las cuales realizar estas evaluaciones pueden ser la edad al primer parto (en el supuesto caso de que está relacionada con la longevidad y con el intervalo entre parto), mortalidad de terneros hasta una determinada edad y componentes de la leche como grasa y proteína. Tales evaluaciones se deben realizar a la luz del aprovechamiento de aditividad de razas, heterosis y complementariedad de las razas bajo condiciones del trópico. Cunningham (1981) informa la posibilidad de existencia de una doble interacción de la diferencia en aditividad entre las razas y en heterosis con el ambiente, siendo el componente aditivo más importante que la heterosis en la medida que el nivel del "estrés" ambiental es reducido. Pero el componente no-aditivo, o bien heterosis, cobra más importancia cuando el nivel del "estrés ambiental" aumenta. Este es un concepto muy importante para tomarse en cuenta en el trópico Latinoamericano, cuando se habla del uso estratégico de los recursos genéticos pecuarios disponibles. Aún más, si se parte de la hipótesis de que los criollos cuentan con un grado de adaptabilidad al medio tropical, resulta importante estudiar si tal interacción existe, y si existe, identificar la naturaleza de la misma.

En la Figura 2 se puede apreciar el patrón de producción de leche de vacas Criollas, Jersey y cruces entre ellas (Salgado, 1988). En esta Figura es muy evidente que la vaca criolla alcanza su pico de producción al sexto parto y una vez alcanzado esto permanece con dos lactancias a este nivel antes de iniciar su disminución muy lentamente. En cambio, las Jersey alcanzan su pico al cuarto parto y permanece aparentemente sólo una lactancia más en este nivel antes de iniciar su bajada drástica. Las dos razas fueron manejadas bajo condiciones del trópico húmedo de igual forma, por lo que quizás el criollo presenta mejor balance con el ambiente que la Jersey, a pesar de que ésta produce más que la criolla (Cuadro 1). Lo importante que hay que notar aquí es cómo se aprovecha la complementariedad de las dos razas en la F1. Las vacas F1 alcanzan el pico casi al mismo tiempo que la Jersey (cuarto parto) pero permanecen en este nivel alrededor de dos lactancias antes de iniciar su bajada lenta al igual que las criollas. Estas vacas F1 hacen lo anterior produciendo casi 24% más que el promedio de las dos razas (Criollas y Jersey). Esto técnicamente viene siendo heterosis.

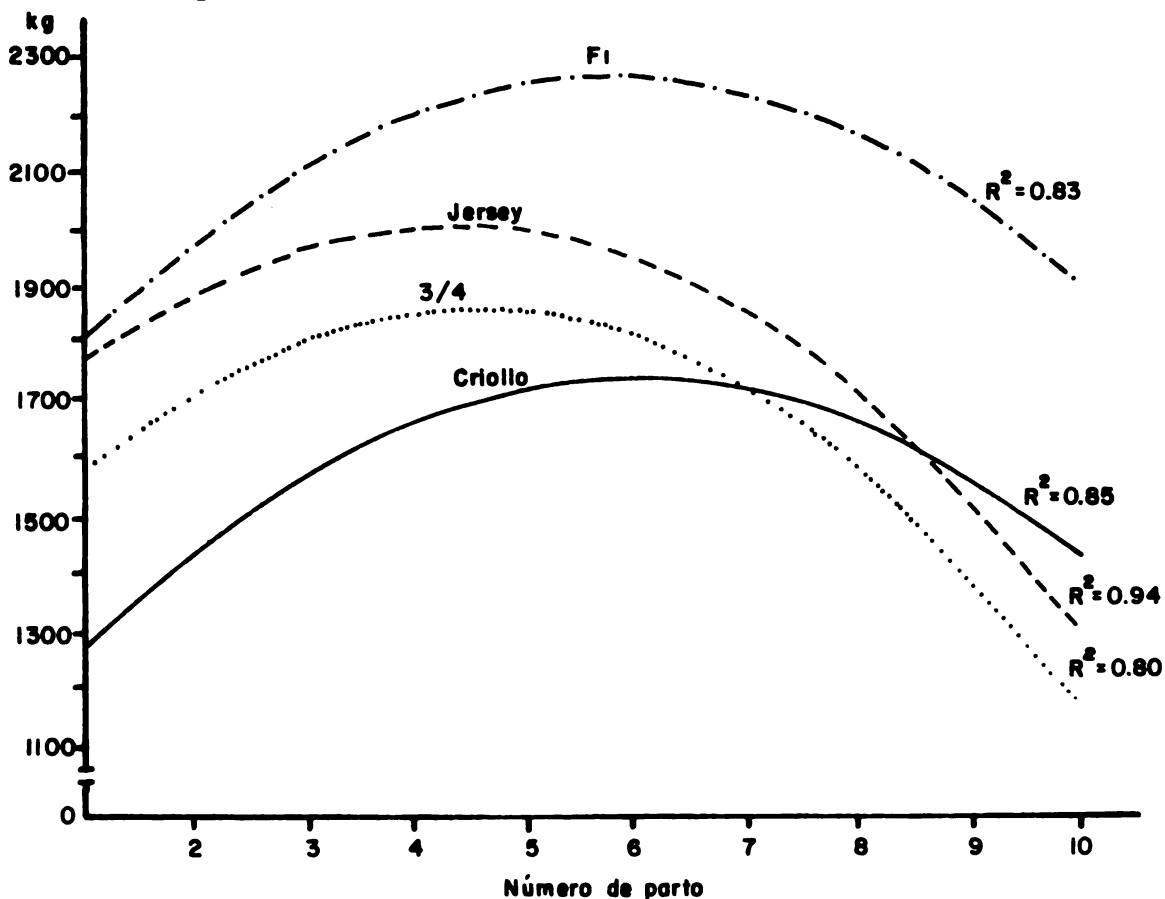
Las vacas F1 x Criollas o F1 x Jersey, aunque producen menos que las F1, producen todavía 17% más que el promedio de las vacas Jersey y Criollas, manteniendo el mismo trayecto en su producción a lo largo de su vida.

**Cuadro 1. Efecto de la proporción de sangre de razas europeas especializadas (Holstein y Jersey) en cruzamiento con Gyr, Costeño con cuerno (CC) y Criollo lechero Centroamericano (CLC) en la edad al primer parto (EPP), producción de leche por lactancia (PL305) e intervalo entre partos (PL/IEP).**

Grupo racial	País	EPP(meses)	PL305(kg)	IEP(días)	PL/IEP
Holstein (H) <sup>a</sup>	Brasil	44,8	1898 ± 162	548 ± 24	3,5
HxGyr (G) <sup>a</sup> F1		39,4	2471 ± 138	465 ± 12	5,3
3/4 H - 1/4 G <sup>a</sup>		42,7	2347 ± 145	529 ± 22	4,4
Costeño con cuerno (CC) <sup>a</sup>	Colombia	38	768	453	1,7
CC x H (F1) <sup>a</sup>		31	2000	426	4,7
H <sup>a</sup>		33	1950	505	3,9
Criollo lechero Centroamericano (CLC) <sup>b</sup>	Costa Rica	34	1835,87±62	395	4,65
Jersey (J) <sup>b</sup>		37	2125,27±67	385	5,52
C x J (F1) <sup>b</sup>		36	2449± 104	384	6,40
F1 x C ó J <sup>b</sup>		36	2352± 132	379	6,20

Fuente: <sup>a</sup> Cunningham y Syrstad, 1987.

<sup>b</sup> Salgado, 1988



**Fig. 2. Curva de regresión de producción de leche ajustada a 305 días sobre el número de parto en distintos grupos raciales bajo condiciones de trópico húmedo. Fuente: Salgado (1988).**



Por otro lado es importante discutir la existencia de la variabilidad genética en las razas adaptadas al trópico, como las criollas, para algunas características de importancia. En el caso del Criollo lechero centroamericano, Salgado (1988) informa de índices de herencias ( $h^2$ ) para producción de leche a los 305 días (PL305), producción de leche por peso metabólico (PLPM), porcentaje y rendimiento de grasa (PG y RG) y proteínas (PP y RP) (Cuadro 2). En este Cuadro se puede apreciar que los valores de  $h^2$  varían entre  $0,12 \pm 0,08$  y  $0,33 \pm 0,08$ . Más importante aún es el hecho de que la PLPM cuenta con una heredabilidad similar a la de PL305. Las implicaciones de PLPM son para relacionar a la producción de leche con el sistema de manejo en pastoreo, y para poder hacer inferencias genéticas referente a la producción de leche vs carga animal y así hacerlo extensivo al tipo de pastos. De manera tal que si existe la preocupación de adaptar al animal al medio tropical como lo discute McDowell (1987), el enfoque que le dá Salgado (1988) a la producción de leche de los criollos bajo condiciones del trópico húmedo, pareciera ser acertado y relevante. Pues es tan eficiente seleccionar para PLPM como para producción de leche. Ahora bien, queda abierta la pregunta si son este tipo de características las que hay que considerar para evaluar los diferentes genotipos del trópico, o bien habría la necesidad de identificar y priorizar las características de acuerdo al sistema de producción bajo consideración. Los autores consideran la conveniencia de avocarse a tareas de identificación y uniformización de las características de interés económico en el trópico de acuerdo al sistema de producción de que se trate. De todos modos la existencia de variabilidad genética para producción de leche en el trópico ha sido informada por otros autores (Sequeira, 1986; De Alba y Kennedy, 1985; Abubakar et al., 1986). A partir de estas indicaciones Tewolde (1987) discute las posibilidades de selección de hembras y sementales reproductores así como las implicaciones cuantificadas de los avances genéticos logrados en el criollo.

Por otro lado, el ganado Romosinuano (criollo para carne) también ha sido estudiado con detalle en cuanto a la trayectoria que ha tenido en el trópico húmedo durante más de 35 años. En un estudio recientemente realizado por Tewolde (1988) todavía existe suficiente variabilidad genética aditiva para las características de crecimiento pre y post-destete como para garantizar avances genéticos por medio de la selección. Los parámetros genéticos como  $h^2$  y correlaciones genéticas ( $r_g$ ) y fenotípicas ( $r_p$ ) generados en este estudio pueden ser apreciados en el Cuadro 3. Es evidente que se puede lograr avance genético seleccionando cualquiera de las características de crecimiento hasta los dos años, con la esperanza de cambios genéticos colaterales positivos en animales adaptados al trópico como los criollos. Pues, como se indicó anteriormente, los criollos y cebú tienen resistencia a enfermedades y parásitos. Por lo que la tasa de crecimiento como objetivo de selección posiblemente no provocaría cambios en los requerimientos para mantenimiento en los trópicos de América Latina, como también los justifican Hetzel y Seifert (1986). La tasa de crecimiento como objetivo de selección ha sido cuestionada por Barlow (1984) ante el temor de que esto traería como consecuencia un cambio en los costos de mantenimiento.

La evidencia de avances genéticos sin modificar la magnitud de adaptabilidad en ganado tropical ha sido cuantificada. Tewolde (1988) informó de tendencias genéticas de 1,60 kg de peso al destete acompañado por 0,02 kg de peso al nacer en el ganado Romosinuano bajo condiciones del trópico húmedo correspondiente a más de 22 años (Cuadro 4). A pesar de que el peso al nacer cuenta con  $h^2$  moderada y que está genéticamente correlacionado con las demás características de crecimiento consideradas (Cuadro 3), su cambio genético es cercano a cero.

Por lo anterior, sigue siendo válido pensar que los recursos genéticos criollos hasta ahora estudiados tienen el potencial de contribuir al mejoramiento del componente biológico de los sistemas de producción predominantes en el trópico. Aquellos recursos genéticos que no se han estudiado y documentado deben ser incorporados en la tarea de identificar cada vez más recursos genéticos pecuarios locales que pueden contribuir en el mejoramiento de la eficiencia del sistema de producción en cuestión. Esta es la base de la justificación del porqué el ganado Salmeco y Romana rojo deben ser incorporados a un estudio sistemático y estratégico en algunos sistemas de producción.

**Cuadro 2. Índices de herencia ( $h^2$ ) y de constancia ( $r$ ) y su respectivo error estándar ( $\hat{A}$ ) para características relacionadas con la producción de leche en el trópico.**

CARACTERISTICAS	$h^2 \pm \hat{A}_{h^2}$	$r \pm \hat{A}_r$
PL305	0,27 $\pm$ 0,09	0,50 $\pm$ 0,02
PLLCG	0,18 $\pm$ 0,09	0,48 $\pm$ 0,02
PL/PM	0,29 $\pm$ 0,10	0,48 $\pm$ 0,02
RG305	0,12 $\pm$ 0,08	0,47 $\pm$ 0,02
RP305	0,29 $\pm$ 0,10	0,47 $\pm$ 0,02
PG305	0,33 $\pm$ 0,08	0,43 $\pm$ 0,02
PP305	0,14 $\pm$ 0,08	0,21 $\pm$ 0,03

PL305= producción de leche ajustada a 305 días; PLLCG= producción de leche corregida por grasa; PL/PM= producción de leche por kg de peso metabólico al parto; RG305= producción de grasa; RP305= producción de proteína; PG305= porcentaje de grasa; PP305= porcentaje de proteína.

Fuente: Salgado, 1988.

**Cuadro 3. Índices de herencia ( $h^2$ ), correlaciones genéticas ( $r_g$ ) y fenotípicas ( $r_f$ ) para características de crecimiento predestete (peso al nacer (PN), peso al destete (PD210), ganancia predestete (GND)) y posdestete (peso al año (P12M), peso a los 18 meses (P18M), ganancia posdestete (GPPD), peso a los 24 meses (P24M)) para ganado Romosinuano, bajo condiciones del trópico húmedo.**

CARACT.	PN	PD210	GND	P12M	P18M	GPPD	P24M
PN	0,36 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>	0,67 $\pm$ 0,24	0,53 $\pm$ 0,32	0,48 $\pm$ 0,26	0,56 $\pm$ 0,24	0,35 $\pm$ 0,32	0,86 $\pm$ 0,30
PD210	0,30	0,29 $\pm$ 0,14	1,00 $\pm$ 0,03	0,77 $\pm$ 0,14	0,87 $\pm$ 0,14	0,57 $\pm$ 0,28	0,76 $\pm$ 0,20
GND	0,13	0,85	0,21 $\pm$ 0,12	0,74 $\pm$ 0,20	0,80 $\pm$ 0,20	0,40 $\pm$ 0,30	0,77 $\pm$ 0,20
P12M	0,21	0,74	0,64	0,57 $\pm$ 0,21	0,99 $\pm$ 0,02	0,80 $\pm$ 0,16	0,93 $\pm$ 0,10
P18M	0,17	0,63	0,53	0,83	0,66 $\pm$ 0,23	0,78 $\pm$ 0,15	0,96 $\pm$ 0,03
GPPD	0,03	0,13	0,10	0,31	0,50	0,37 $\pm$ 0,16	0,77 $\pm$ 0,20
P24M	0,22	0,54	0,51	0,50	0,80	0,86	0,80 $\pm$ 0,30

<sup>a</sup> Valores sobre la diagonal son  $h^2$ , a la derecha de la diagonal son  $r_g$  y a la izquierda de la diagonal son  $r_f$ .  
Fuente: Tewolde, 1988.

## LA CONTRIBUCION DE LOS CRIOLLOS AL SISTEMA DE PRODUCCION BOVINA DE DOBLE PROPOSITO

En realidad los criollos del trópico han contribuido poco en el sistema de doble propósito descrito anteriormente. La excepción de éste ha sido el ganado Salmeco en Guatemala, que ha sido manejado como de doble propósito (Melgar, 1984). El promedio de producción de leche de vacas Salmeco (Barroso) en 225 días de lactancia se encontró que fue 976,60 kg, mientras que las crías pesaron 30 kg y 139 kg al nacer y al término de la lactancia, respectivamente. En el mismo estudio el contenido de grasa fue de 4,6%.

Es posible que la razón de que los criollos hayan tenido un impacto limitado en los sistemas de doble propósito, se deba a que las razas europeas lecheras han sido utilizadas en cantidades grandes para cruzarse con el ganado Cebú. Por ejemplo, el uso de Pardo suizo y Holstein en cruzamiento para doble propósito es común (Ponce, 1986), pero su productividad, en comparación con los criollos bajo las mismas condiciones de manejo, no ha sido estudiada. Si en el trópico, el interés es enfatizar cada vez más la utilización de recursos locales como los criollos y el sistema de doble propósito, que tienen una importancia socioeconómica predominante, entonces pareciera razonable pensar en que se introduzcan estos genotipos a gran escala, previa investigación adecuada a corto plazo.

Con base en lo anterior, es evidente que hay recursos genéticos pecuarios en el trópico de América Latina en general, y en Centroamérica en particular, que han demostrado su adaptabilidad y habilidad de complementariedad con otras razas. A pesar de que los diferentes resultados procedentes de distintos lugares en América Latina no son directamente comparables, existe una tendencia a creer que hay un punto óptimo a partir del cual el aumento de sangre especializada es perjudicial. Esta es un área que merece ser investigada.

**Cuadro 4. Cambio genético anual (CG) y fenotípico (CF) para peso al nacer (PN) y peso al destete (PD210) en ganado Romosinuano durante un período de 24 y 22 años bajo condiciones del trópico húmedo.**

CONDICIONES	CG en Kg	CF en Kg
PN	0,02	0,12 ± 0,03
PD210	1,60	1,79 ± 0,33

Fuente: Tewolde, 1988.

## BIBLIOGRAFIA

- ABUBAKAR, B.; McDOWELL, R.E.; VLECK, L.D. VAN. 1986. Genetic evaluation of Holstein in Columbia. *Journal of Dairy Science (EE.UU.)* 69:1081-1086.
- ALBA, J. DE; KENNEDY, B.W. 1985. Milk production in the Latin American milking Criollo and its crosses with the Jersey. *Animal Production (Escocia)* no. 41:143-150.
- CATIE/CIID. 1985. Informe técnico final del Proyecto Sistemas de Producción Animal. Turrialba, C. R. CATIE.
- CUNNINGHAM, E.P. 1981. Selection and cross breeding strategies in adverse environments. *In: Animal Genetic Resources Conservation and Management*. Roma. FAO. *Animal Prod. Health Paper* no. 24. p. 279-288.
- CUNNINGHAM, E. P.; SYRSTAD, O. 1987. Cross breeding *Bos indicus* and *Bos taurus* for milk production in the tropics. Roma, FAO. *Animal Prod. Health Paper* no. 68.
- HETZEL, D.J.S.; SEIFERT, G.W. 1986. Breeding objectives and selection traits for extensive beef cattle production in the tropics. *In: World Congress of Genetics Applied to Animal Production*. (3.) (Proceeding). Lincoln, Nebraska, EE.UU. p. 244-258.

- MADALENA, F. 1987. Cross breeding cattle in Latin America. In: Animal Genetic Resources Strategies for improved use and conservation. Roma. FAO. Animal Prod. Health Paper no. 66.**
- McDOWELL, R.E. 1987. Matching the animal to the environment: Cattle. In: Forage Livestock Research Needs for the Caribbean Basin. Florida, EE.UU. U. Fla. Gainesville.**
- MELGAR DAVILA, R. 1984. Caracterización fenotípica del ganado Criollo Barroso Salmeco de Guatemala. Tesis Lic. en Zootecnia. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Medicina Veterinaria. 40 p.**
- MUÑOZ, H. y MARTIN, T. 1969. Características de la canal de las razas Sta. Gertrudis, Brahman y Criolla y sus cruces recíprocos. Presentado en: ALPA, Memoria. v.4. p. 29-46.**
- \_\_\_\_\_. 1969. Crecimiento antes y después del destete en ganado Santa Gertrudis, Brahman y Criollo y sus cruces recíprocos. Presentado en: ALPA, Memoria v.4. p. 7-29.**
- PLASSE, D. 1983. Cross breeding results from beef cattle in the Latin American tropics. Animal Breeding Abstract (Gran Bretaña) no. 51:779-797.**
- PONCE, H. 1986. Conclusiones sobre el módulo de doble propósito. In: Módulo de Doble Propósito "La Doña", 2a demostración. Puebla, México, CIPEP.**
- SALGADO F., D.J. 1988. Indices de selección y evaluación de su efectividad para características relacionadas con la producción de leche en el trópico. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 124 p.**
- SEQUEIRA, S.R. 1986. Evaluación genética de producción láctea y reproducción en ganado Suizo y cruce bajo condiciones de trópico seco en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 126 p.**
- TEWOLDE, A. 1988. Genetic analysis of the Romosinuano Cattle: Selection possibilities for Beef production in the Latin American Tropics. World Congress on the Sheep and Beef Cattle breeding (3.). (Proceeding). Paris, Francia. v. 2 p. 19.**
- TEWOLDE, A. 1986. Evaluation and utilization of tropical breeds for efficient beef production in the tropics: Challenges and Opportunities. World Congress in Genetic Applied to Animal Production (3.). (Proceeding). Lincoln, Nebraska, EE.UU. p. 283-291.**
- TEWOLDE, A. 1986. A brief review of current and desirable national services for dairy cattle improvement in Central America. Informal Regional Meeting Sponsored by FAO-Rome in Brasilia, Brazil. p. 12.**
- TEWOLDE, A. 1987. Identificación y selección de hembras utilizando registros de fincas. Seminario Internacional sobre mejoramiento genético. San José, Costa Rica. GTZ-MAG-UNA y CATIE. 14 p.**
- URIZAR, E.P.; CUBILLOS, G. 1988. Caracterización del sistema de producción bovina en fincas del Valle de Asunción Mita, Jutiapa, Guatemala. s.l., IICA.**
- VACCARO, L. P. DE. 1973. Some aspects of the performance of European pure bred and cross bred dairy cattle in the tropics. 1. Reproductive efficiency in females. Animal Breeding Abstracts (Gran Bretaña) no. 41:571-589.**
- VACCARO, L.P. de. 1974. Some aspects of the performance of European pure bred and cross bred dairy cattle in the tropics. 2. Mortality and culling rates. Animal Breeding Abstracts no. 42:93-103.**

# **CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONOMICA, ESPECIALMENTE EN BOVINOS DE DOBLE PROPOSITO**

*Fernando Mujica y Assefaw Tewolde<sup>1</sup>*

## **RESUMEN**

En el presente trabajo se hace un análisis de los diferentes caracteres de importancia económica que pueden ser considerados como criterios de selección para mejorar la producción de leche y carne en bovinos, bajo las condiciones del trópico en Centroamérica. Para esto, se señalan los niveles medios alcanzados por diferentes grupos genéticos en la región, especialmente Criollos, y las posibilidades de su mejoramiento por medio de programas de selección, considerando su heredabilidad, índice de constancia y las correlaciones entre ellos. El sistema de producción de doble propósito (carne y leche), preponderante en la región, es considerado con especial importancia.

## **INTRODUCCION**

En la elaboración de programas de mejoramiento genético es necesario tener claros los objetivos de mejoramiento. Sin embargo, bajo las condiciones generales del trópico centroamericano no se pueden definir exactos estos objetivos de mejoramiento para todo un país debido principalmente a tres factores:

- Diferentes condiciones físico-climáticas de la zona, si se consideran factores de humedad, calor, altura, topografía y fertilidad del suelo.
- Diferentes sistemas de producción que van desde el intensivo (explotaciones de pequeño a mediano tamaño, alta tecnología, uso de concentrado, control diario de animales) hasta el extensivo (explotaciones grandes, muy poca tecnología, alimentación pobre, sin control de los animales). Las pequeñas explotaciones pese al poco volumen de animales que manejan, caen en general dentro de esta última descripción.
- Fluctuaciones del mercado condicionadas por fijaciones arbitrarias de precios (leche y carne), importaciones (leche en polvo), exportaciones (mercados extranjeros, relaciones internacionales).

Este último punto es de gran importancia en la fijación de objetivos; y así, en gran parte debido a la inestabilidad del mercado, los productores, especialmente pequeños, se inclinan por un sistema mixto de producción bovina: sistema de doble propósito.

---

<sup>1/</sup> Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. \*

En el trópico centroamericano, el sistema de producción de doble propósito (leche y carne) en producción bovina tiene una connotación diferente a la de países técnicamente más desarrollados; se caracteriza por el ordeño (normalmente solo en las mañanas), con el ternero al pie, o sea "con apoyo". El ternero permanece posteriormente junto a la madre, durante el día, un número variable de horas, dependiendo del sistema de manejo nutricional y de la edad del ternero. Se estima que alrededor del 80% de las explotaciones ganaderas de la región practican el sistema de doble propósito (CATIE/CIID, 1985).

El grupo genético predominante es el Cebú en diferentes grados de encaste, principalmente con Criollos, Holstein y Pardo Suizo. Antes de la introducción del Cebú en Centroamérica a principios de siglo, el animal predominante era el Criollo, originario de los primeros vacunos que trajeron los colonos españoles; con la llegada del Cebú, especialmente Brahman, este tipo de ganado fue en gran parte absorbido. En los últimos años han habido esfuerzos de parte de organizaciones gubernamentales y de productores privados por conservar este germoplasma Criollo y usarlo en sus cruces con Brahman y razas europeas introducidas posteriormente.

No son muchas las investigaciones que se han realizado tendientes a elaborar adecuados programas de selección para bovinos de doble propósito, donde este tipo de ganado y sus cruces pueden jugar un importante papel. El presente trabajo pretende ser un aporte que analiza los diferentes caracteres que pueden ser considerados como criterios de selección, destacando su importancia, interrelaciones, parámetros y efecto de los cruzamientos entre los grupos genéticos predominantes en el trópico centroamericano. Este se basa en investigaciones realizadas en la región, incluyendo otros países latinoamericanos, especialmente Colombia, Venezuela y México.

La elección definitiva de los caracteres de selección va a depender de los objetivos de mejoramiento establecidos, según las condiciones dadas, anteriormente analizadas. Los objetivos deben ser llevados a cabo por medio de un programa de mejoramiento genético. Según Hetzel y Seifert (1986) los caracteres de selección deben estar correlacionados con los objetivos de mejoramiento planteados, deben ser heredables y estar correlacionados favorablemente con otros caracteres a seleccionar.

Un requisito importante es que el programa de mejoramiento genético sea fácil de llevar a cabo bajo las condiciones normales del productor, aunque esto signifique menores adelantos genéticos por generación; esto se compensará con creces al asegurar la sostenibilidad del programa.

## **CARACTERES DE IMPORTANCIA**

### **a. Caracteres relacionados con producción de leche**

#### **(1) Cantidad de leche**

La producción media del ganado de doble propósito centroamericano es bastante baja, fluctuando alrededor de los 3-4 lt vaca/día (CATIE/BID, 1983) o algo superior en lecherías con mejor manejo, y al aumentar el grado de encastes del Cebú o Criollo con razas especializadas europeas (Vaccaro *et al.*, 1986; Apodaca *et al.*, 1986; De Alba, 1985).

Algunos trabajos destacan la superioridad en producción de leche de los animales cruzados, especialmente utilizando el Criollo lechero centroamericano (Muñoz y Martín, 1969; Bailon *et al.*, 1977; De Alba y Kennedy, 1985).

El porcentaje de heterosis estimado por Salgado (1988) al considerar los F<sub>1</sub> (Jersey x Criollo) es de 24% y al considerar los individuos 3/4 de 18%.

La heredabilidad de este carácter ha sido estimada para los diferentes grupos genéticos, especialmente criollo lechero centroamericano (C.L.C.) en alrededor de 0,16 - 0,26 y el índice de constancia (r) en alrededor de 0,32 - 0,65 (Magofke, 1964; Alvarez, 1975; Alvarez *et al.*, 1978; Salgado, 1988).

Entre los factores no genéticos que más influyen sobre la producción de leche están aquellos relacionados con aspectos nutricionales; estos son en general deficientes en la región, debido a pastos de mala calidad y al hecho de que el concentrado solo se puede dar en bajas cantidades, debido a factores económicos (importación de ingredientes), y porque a menudo sus componentes significan una alternativa a la alimentación humana. Por esta razón se debe propugnar el uso de genotipos de gran adaptabilidad a las condiciones tropicales y que basen su producción en el aprovechamiento de los recursos alimenticios de la finca, especialmente pastoreo. Ordóñez *et al.* (1979a), por medio de simulación de sistemas llegan a la conclusión de que solo el mejoramiento en el plano nutricional permitiría la utilización de genotipos de más alta producción de leche. Sobre el particular cabe señalar, que algunas investigaciones destacan una correlación genética positiva entre peso corporal y producción de leche. Esta correlación es según Benya *et al.* (1976) de 0,76.

Sin embargo, los aspectos económicos son determinantes. Según Dickerson (1982) la reducción del costo de producción puede llegar a ser más relevante que aumentos en la productividad; por lo demás al minimizar los costos por lt. de leche o kg de carne producidos, se tiende a la optimización de la productividad por ha.

También debe considerarse que gran porcentaje de las ganaderías de leche, especialmente de doble propósito, se encuentran bajo condiciones de ladera (80% del área centroamericana, según Leonard, 1986) razón por lo cual, se debe propugnar además la crianza de un animal ágil y de no mucho peso.

La producción de leche por su importancia económica y heredabilidad (aunque es baja), es sin lugar a duda uno de los caracteres principales a considerar en un programa de selección de bovinos de leche o de doble propósito. Sin embargo, muchas lecherías de doble propósito por falta de medios de transporte, malos caminos (especialmente en invierno, época de mayores producciones) o por falta de un centro de acopio en cercanías, se ven obligadas a fabricar quesos o dejar la leche a los terneros. Esta flexibilidad en la orientación de la producción es típica de estas lecherías de doble propósito y, por consiguiente, su ventaja comparativa, especialmente para el pequeño productor.

Como ya se ha señalado, en las lecherías de doble propósito se ordeña generalmente con "apoyo" del ternero. Según Bodisco y Abreu (1981), existe cierta dependencia genética para este carácter; en sus investigaciones comprobaron que entre novillas que se criaron en becerrerías y no fueron utilizadas para el "apoyo" de sus madres, siempre se encuentran ejemplares que no bajan la leche, sin la presencia de sus hijos. Ríos y Bodisco (1962) observaron que un promedio de 26,6% de novillas hijas de distintos toros, no "apoyaban" sin la presencia del becerro. La ausencia del becerro durante el ordeño, según Carnevali y Bodisco (1966) afecta en mayor grado a las novillas con poca capacidad productora, razón por la cual este factor puede ser considerado como un criterio de selección.

## **(2) Largo de la lactancia**

Este carácter está estrechamente relacionado con la producción total de leche durante la lactancia; por este motivo algunos autores analizan la posibilidad de considerarlo como un elemento de importancia desde el punto de vista de la selección (Pearson *et al.*, 1968; Magofke *et al.*, 1966; Perozo *et al.*, 1977). Sin embargo debe considerarse que si bien es cierto el índice de constancia es mediano (0,37 - 0,46), la heredabilidad de este carácter es baja (0,01 - 0,13, según Magofke y Bodisco, 1966; Magofke *et al.*, 1966).

## **(3) Componentes de la leche**

El carácter más estudiado es el porcentaje de materia grasa (M.G) en la leche, aunque éste no es siempre el criterio para realizar el pago a nivel de planta procesadora; en algunos lugares es el porcentaje de sólidos totales o solo la cantidad de leche.

Entre los grupos genéticos explotados en el trópico centroamericano, el mayor porcentaje de materia grasa lo presentan los Criollos ( $4,56 \pm 0,05$ ;  $4,85 \pm 0,39$ , según Salgado, 1988 y De Alba, 1985, respectivamente).

Salgado (1988) determinó para los cruces  $F_1$  (promedio de Jersey-Criollo y Criollo-Jersey) un porcentaje (%) de M.G de  $4,78 \pm 0,08$  y para los  $3/4$  (promedio de  $F_1 \times$  Criollo y  $F_1 \times$  Jersey),  $4,61 \pm 0,10$ , o sea una clara ventaja de los animales cruzados sobre los animales puros, a pesar de que los primeros presentan también una mayor producción de leche.

La heredabilidad ( $h^2$ ) de este carácter para ganado Criollo, presenta valores bajos a medianos ( $0,23-0,36$ ) y la repetibilidad es algo mayor ( $0,21 - 0,52$ ) (Magofke *et al.*, 1966; Magofke y Bodisco, 1966; Salgado, 1988) lo que da indicaciones de posibles éxitos al seleccionar con base en éste carácter.

Sin embargo, debe considerarse que el % de M.G está correlacionado genotípicamente ( $r_g$ ) y fenotípicamente ( $r_f$ ) en forma negativa con la producción de leche. Según Salgado (1988) estas correlaciones son  $r_g = -0,30$  y  $r_f = -0,07$  para el ganado criollo lechero centroamericano, lo que dificulta la selección simultánea para ambos caracteres.

Por lo anteriormente analizado, en relación al % de M.G de la leche, solo se puede esperar obtener mayores producciones en los animales de la finca, siempre y cuando se empleen adecuados métodos de Selección y de cruzamiento.

En la actualidad, el % de proteína de la leche en el trópico centroamericano tiene menor importancia económica excepto, en forma indirecta, donde se paga la leche con base en el % de sólidos totales. Sus niveles son algo más bajos que el % de M.G de la leche, y en general son mayores en ganado Criollo que en Jersey, Pardo Suizo y Mestizos. Según Bateman y De Alba (1961) y Salgado (1988) el % de proteína de la leche es alrededor de  $3,3 - 3,6$ , su heredabilidad, según Salgado (1988) es  $0,14 \pm 0,08$  y su  $r$  es  $0,21 \pm 0,03$ . En el trópico centroamericano se confirman las altas correlaciones genotípicas ( $r_g$ ) y fenotípicas ( $r_f$ ) entre el % de M.G y % de proteína de la leche bovina, detectadas en otros países fuera del área. Estos valores son  $r_g = 0,46 \pm 0,23$  y  $r_f = 0,29$ , según Salgado (1988). La selección de un carácter traerá por consecuencia el mejoramiento genético del otro carácter.

## **b. Caracteres relacionados con producción de carne**

En ganado de doble propósito la producción de carne puede ocasionalmente ocupar la atención principal, ya sea por factores de precios o por las dificultades que se pueden presentar para entregar la leche. Esta diferente orientación de la producción: carne y leche, no significa una contradicción selectiva, pues varios trabajos han demostrado que no existe incompatibilidad genética entre ellas. (Cunningham *et al.*, 1977; Mason, 1964; Rutzmoser, 1977). Sin embargo, estos trabajos se han realizado bajo las condiciones de doble propósito en Europa y USA, donde no existe la práctica de ordeñar "con apoyo" del ternero. Sobre este aspecto se hará algunas consideraciones posteriormente en este trabajo.

### **(1) Peso al nacer**

Este carácter, en los niveles actuales de algunas ganaderías, no tiene mucha importancia, pues no se aspira obtener altos pesos de los becerros al nacer, por los consecuentes partos distócicos. Por otra parte, becerros con muy bajos pesos al nacer, como suele ocurrir con el ganado Cebú, no son deseables por su mayor mortalidad. Lo ideal es mantener el nivel de pesos intermedios ( $30-32$  kg).

Las estimaciones de la heredabilidad de este carácter varían frecuentemente según los diferentes autores. Pariacote y Hahn (1986), Hernández (1978b), Zarazua *et al.* (1986); Cruz *et al.* (1986); Verde y Bodisco (1976) dan valores de  $h^2 = 0,12-0,25$ ; mientras que Tewolde (1988),



Verde *et al.* (1983), Planas (1983) y Hoogesteijn *et al.* (1985) dan valores de  $h^2=0,32-0,41$ . Estos estudios se han realizado en ganado Cebú, Criollo y cruces con Pardo Suizo, pero las heredabilidades estimadas no difieren debido al grupo genético del material analizado. Heredabilidades aún superiores (0,53-0,66) son dadas a conocer por Seifert (1975).

La repetibilidad de este carácter, también presenta resultados diferentes:  $r=0,18\pm 0,02$  según Verde *et al.* (1983),  $r=0,38\pm 0,19$  según Tewolde (1988).

El peso al nacer es un indicador de los pesos posteriores del animal, pero esta correlación va disminuyendo con el aumento de la edad. Según Planas (1983) la correlación genética ( $r_g$ ) entre peso al nacer y peso al destete es  $r_g=0,65$  (en Criollo de Cuba), en tanto que Verde *et al.* (1983) señalan que la correlación entre peso al nacer y a los 18 meses es  $r_g=0,15$  y  $r_g=0,31$  (en ganado Cebú). La correlación genética entre el peso al nacer y el aumento de peso del animal hasta los 18 meses es  $r_g=0,59$  según Seifert (1975) y  $r_g=0,23$  según datos no publicados por Seifert (Hetzel y Seifert, 1986).

Es interesante destacar que según investigaciones de Tewolde (1988), durante 22 años del material analizado, el cambio genético anual de 1,6 kg en los aumentos de peso del ganado Romosinuano fue acompañado por el cambio genético de solo 0,62 kg en el peso al nacer, a pesar de que ambos caracteres presentan una correlación genotípica de  $r_g=0,67\pm 0,24$ . Esto puede ser explicado por la selección natural que actúa contra altos pesos al nacer bajo las duras condiciones del trópico. La selección natural también actúa contra partos distócicos; según Baker y Morriss cit. por Hetzel y Seifert (1986) al aumentar los pesos al nacer, como consecuencia de una selección en relación con aumentos de peso, no aumentan los partos distócicos.

## (2) Crecimiento predestete

Este carácter está influenciado en gran medida por la madre del becerro; según Hernández (1981) los terneros híbridos superan a los puros, especialmente aquellos que son hijos de vacas cruzadas. Los valores medios para el Romosinuano son 600-620 gr/dfa.

La heredabilidad estimada es alrededor de 0,18 a 0,21 (Hernández, 1978b; Tewolde, 1988) y el índice de constancia es según Tewolde (1988)  $r=0,40\pm 0,05$ . Este carácter está estrechamente relacionado con el peso al destete, pero no con los aumentos postdestete. Según datos no publicados de Seifert, cit. por Hetzel y Seifert (1986) la correlación genética entre aumentos de peso antes y después del destete es  $r_g=0,19$ . Investigaciones anteriores de Seifert (1975) habían dado correlaciones más altas entre estos caracteres ( $r_g=0,66$ ).

## (3) Peso al destete

Así como el crecimiento predestete, este carácter está fuertemente influenciado por la madre y se considera, por lo mismo, un importante criterio de selección más para la madre que para el becerro. Según Seifert *et al.* (1982) la habilidad materna hasta el destete es altamente heredable y esto está en concordancia con la alta repetibilidad que presentan los pesos al destete.

También es importante la explotación del vigor híbrido. Según Peralta (1970) los becerros Criollos y Brahman presentan valores muy inferiores (155,6 y 161,2 kg respectivamente) que los cruces (190-192 kg). Valores semejantes encontraron Peralta *et al.* (1978). La heterosis a partir de los  $F_1$  (Cebú-Romo y Romo-Cebú) es según Hernández (1978b), 13,1% para el peso al destete. Los valores dados por Plasse (1981) van desde 8 a 18% de heterosis.

La superioridad de los cruces también se manifiesta en el % de destete. Hernández (1976) cita los siguientes valores para Romosinuano, Brahman y Cruces: 71,5%, 68,4%, 80,0%, respectivamente. Estos valores son según Peralta *et al.* (1978) para Criollos 57%, Brahman 62%, Brahman x Criollo 78% y Criollo x Brahman 74%.

Los valores de heredabilidad ( $h^2$ ) para peso al destete, encontrados en las publicaciones de la región van desde 0,09 hasta 0,37 (Plasse y Verde, 1980; Molina *et al.*, 1979; Hernández, 1976; Tewolde, 1988), la repetibilidad presenta valores entre 0,29 y 0,38 (Verde *et al.*, 1983; Plasse y Verde, 1980; Tewolde, 1988).

El peso al destete está fuertemente correlacionado con pesos en edades posteriores. Plasse y Verde (1980) dan las siguientes correlaciones con respecto al peso al año:  $r_f=0,84$ ;  $r_f=0,92\pm 0,04$  y con peso a los dos años:  $r_f=0,53$  y  $r_f=0,87\pm 0,10$ .

#### (4) Pesos a los 12, 18 y 24 meses

Dickerson (1978) y Barlow (1978), entre otros autores, han cuestionado la utilidad de considerar el crecimiento hasta el peso de mercado como un objetivo de selección, por el peligro de estar seleccionando animales de mayor tamaño adulto. Dickerson (1982) señala que las hembras más pesadas, por necesitar mayores costos de mantención, tienden a bajar la eficiencia del rebaño.

Sin embargo, bajo nuestras condiciones, aún no hay evidencias que el seleccionar los animales jóvenes por crecimiento se estén criando animales con mayor tamaño adulto. Hetzel y Seifert (1986) dan algunas razones por qué, bajo las condiciones tropicales, aún es válido seleccionar por aumentos rápidos en el crecimiento de los animales:

- la alimentación tiene un costo relativamente más bajo que en climas templados,
- y los costos de mantención de los animales en el trópico son reducidos debido a que son condicionados a los efectos ambientales negativos sobre el tamaño adulto.

Tampoco existen indicaciones de que la selección por crecimiento afecte la eficiencia reproductiva de los animales (Baker y Morris, cit. por Hetzel y Seifert, 1986).

Otra forma de mejorar rendimientos es por medio de la utilización del vigor híbrido, consecuencia del cruzamiento entre razas. El vigor híbrido se manifiesta según Hernández (1981) con mayor intensidad en el aumento diario postdestete; el apareamiento inter-se de animales  $F_1$  produce un  $F_2$  muy similar en comportamiento a la  $F_1$ . Según el autor no se ha observado segregación o disminución de la heterosis original.

Hernández (1978b) encontró en sus investigaciones un porcentaje de heterosis, de los recíprocos Cebú-Romo y Romo-Cebú, para ganancia postdestete de 22,7% y para peso a los 18 meses de 16,7%. Este último valor concuerda con el 15% dado por Plasse (1981), según el cual se presenta mayor diferencia si los animales están en pastos de buena calidad.

Los factores analizados explican la gran variación que se detecta al comparar pesos de animales de diferentes procedencias y/o mantenidos bajo diferentes condiciones de manejo. Sin embargo, los altos índices de herencia señalan la importancia de estos caracteres como criterios de selección (pruebas de comportamiento). Para el peso a los 12 meses los valores encontrados son alrededor de 0,50-0,57, a los 18 meses es de 0,57-0,66 y a los 24 meses es de 0,57-0,80; para aumentos de peso postdestete el  $h^2$  es  $0,37\pm 0,16$  (Tewolde, 1988). La heredabilidad de los aumentos de peso postdestete es, según Seifert (1975), 0,33.

Estos valores no difieren significativamente si son medidos en ganado Romosinuano o Brahman. En relación a ganancias postdestete algunos autores dan valores significativamente más bajos  $h^2=0,06-0,08$  (Verde *et al.*, 1983 y Hernández, 1976).

Pariacote y Hahn (1986) estimaron en ganado Brahman x Pardo Suizo la heredabilidad del peso al servicio de las novillas en  $0,07\pm 0,04$ .

Al comparar los aumentos de peso postdestete, no debe olvidarse el efecto de "aumentos de peso compensatorios". Así por ejemplo, Hernández (1978a) constató, en el material analizado, que las vacas cruzadas producen los terneros más pesados, pero estos animales son inferiores en ganancia diaria postdestete que los hijos de vacas Cebú y Romosinuana puras.

Cabe señalar que no bajo todas las condiciones se puede propugnar el animal de gran tamaño y peso, esto dependerá de las condiciones ambientales, especialmente nutricionales. Ordóñez *et al.* (1979b), en ensayos de simulación de sistemas llegan a la conclusión que solo un aumento en el plano nutricional permitiría la utilización de genotipos más pesados, bajo las condiciones simuladas.

Como ya se ha señalado anteriormente, debe considerarse que bajo condiciones de pastoreo en laderas, el animal de menor peso tiene ventajas por su mayor agilidad y por los menores riesgos de sufrir desbarrancamientos.

### **c. Caracteres relacionados con fertilidad y reproducción**

La fertilidad de los animales y del hato, en general, es una clara expresión del estado de "estabilidad" de los animales y del manejo a que son sometidos. Problemas nutricionales o ambientales, típicos del trópico, se dejan sentir con mucha sensibilidad en la fertilidad. Ante condiciones ambientales desfavorables (temperatura, humedad) los animales reaccionan con una baja en su capacidad reproductiva para evitar seguramente altas mortalidades de los recién nacidos, o que la madre sufra en forma excesiva el "estrés" de una preñez y del posterior amamantamiento, condiciones que la puedan debilitar en forma extrema.

El ganado Criollo a través de cientos de años de selección natural, ha generado una gran adaptación al medio adverso tropical, lo que ha tenido por consecuencia una alta fertilidad, longevidad, resistencia a enfermedades, pero una baja capacidad productiva.

Algunos autores destacan la mayor eficiencia reproductiva de las hembras mestizas especialmente Brahman-Criollo en relación con las puras (Medina *et al.*, 1974). Según otros autores los Criollos presentan los mayores índices de pariciones, y así Hernández (1981) destaca al Romosinuano con los mayores porcentajes de parición (81%) en relación con el Brahman y  $F_1$  (74%).

Según Plasse (1981) las hembras  $F_1$  (Brahman x Criollo) llegan a la pubertad a una edad inferior en un 11% en relación al promedio de las dos razas puras y su peso es 11% mayor. Investigaciones de Torres (1981), señalan que las razas Criollas puras son menos precoces por su lento crecimiento que las mestizas, pero el autor destaca la fertilidad del ganado Criollo, superior al ganado europeo y cebuino bajo condiciones del trópico.

Según Peralta *et al.* (1978) el % de terneros nacidos es muy superior en algunos cruces comparados con otros y así por ejemplo el cruce Brahman x Criollo lechero centroamericano presenta un 82,2%, en cambio el Santa Gertrudis x Brahman solo un 51,2%. Soto *et al.* (1979), para vacas y vaquillas criollas y mestizas tipo "mosaico" da valores de la fertilidad total (número de hembras preñadas, en un determinado período sobre el total de servicios realizados) de  $45,2 \pm 13,2\%$ .

La eficiencia reproductiva además de influir directamente en las ganancias de la explotación, influye en el "adelanto genético" pues si es más alta hay mayores posibilidades de selección (mayor presión de selección). Sin embargo, algunos autores como Taylor *et al.*, cit. por Hetzel y Seifert (1986) advierten sobre el peligro de tener vacas de alta eficiencia reproductiva en zonas de períodos secos prolongados, pues la lactancia en esa época puede afectar seriamente su constitución.

Existen numerosos criterios para estimar la eficiencia reproductiva de los animales, pero en el presente estudio se tratará solo alguno de ellos.

#### **(1) Intervalo entre partos (I.E.P)**

En este carácter, según Torre (1981), también se manifiesta la superioridad del ganado Criollo en comparación con el europeo o cebuino en iguales condiciones de producción. Los valores medios señalan que los Criollos pueden producir un ternero e iniciar una nueva

lactancia cada 13 meses (Alvarez, 1975; Hernández *et al.*, 1982; Torres, 1972; Carmona y Muñoz, 1966). Según Hernández (1976), el I.E.P. promedio de los Romosinuanos es de 374 días, siendo el 54% de los intervalos más cortos de 365 días.

Los intervalos entre partos observados en razas cebuinas son mucho mayores que en los Criollos (462-465 según Bastidas *et al.* 1978; Chan *et al.*, 1986).

La heredabilidad estimada para el I.E.P. es en general bastante baja, (0,05-0,06 según Duarte *et al.*, 1986) lo que indica la poca eficacia para seleccionar con base en este carácter. Para disminuir los I.E.P se debe más bien prestar especial atención a mejorar el manejo reproductivo del hato y la nutrición de los animales.

## **(2) Edad al primer servicio y primer parto**

Son caracteres de importancia económica pues marcan la etapa en la que los animales empiezan a producir, o sea, a dejar ganancias.

Algunos autores le dan una mayor importancia que al I.E.P. por su mayor heredabilidad ( $h^2=0,38$  según Pearson *et al.*, 1968) sin embargo según otros autores su  $h^2$  es igual a cero (Duarte *et al.*, 1986).

No existen evidencias en cuanto a la ventaja comparativa de los Criollos en relación con estos caracteres. Según Apodaca *et al.* (1986) la edad al primer servicio es igual para Criollos y mestizos; sin embargo para Torres (1972) la edad al primer servicio se presenta para los Criollos más retrasada (25,7 meses) que para los media sangre Ayrshire (19,5 meses).

Es importante lograr una temprana edad al primer parto considerando que los animales tengan un buen desarrollo corporal, pues de lo contrario, puede afectar toda la vida productiva de los animales. Según De Alba (1985) el peso promedio del Criollo al primer parto debe ser alrededor de 356 kg. Melgar (1984) da un peso de 460 Kg para el Criollo Barroso, que es una raza de mayor desarrollo.

## **(3) Servicios por preñez**

Dependen de la capacidad de fecundación del semen y de la fertilidad de la vaca, sin considerar aspectos ambientales como nutrición, experiencia del inseminador, momento de la inseminación, etc.

La capacidad de fecundación del semen (relación entre el número de hembras gestantes y las hembras inseminadas) a diferencia de otras características reproductivas, presenta una heredabilidad mediana ( $0,30 \pm 0,18$ , según Menéndez y Herrera, 1983) que da posibilidades de éxito en la selección.

El número de servicio por preñez es un buen indicador de la fertilidad de los animales y del manejo reproductivo de la finca; no debe exceder en promedio 1,7-1,8 si la ordeña es sin "apoyo", presentando en general un menor número los hatos Criollos (y sus cruces) y un mayor número, grupos genéticos de menor adaptabilidad a las condiciones tropicales como el Holstein (Carmona y Muñoz, 1966; Torres, 1972; Rincón *et al.*, 1972; López y Ruiz, 1983).

No hay experiencias en la región con estimaciones de la heredabilidad de este carácter, pero debe ser cercana a cero, lo que indicaría pocas posibilidades de adelanto genético al seleccionar con base en él.

## **(4) Período de gestación**

Las diferentes especies de animales presentan un período de gestación característico para cada una de ellas y más o menos fijo. Sin embargo, existen variaciones de pocos días entre razas de una misma especie, siendo el período de gestación de machos aproximadamente un

día más largo que el de hembras. Las razas Criollas tienen en general una preñez más corta que las razas europeas. Según Negrón *et al.* (1976) las Criollas lecheras estudiadas tenían un período de gestación de 282,8 días al parir hembras, 283,3 días al parir machos y las razas europeas una mayor duración, presentando un máximo el Pardo suizo de 290 días.

Zarazúa *et al.* (1986) estimaron la heredabilidad de este carácter en  $0,17 \pm 0,04$  y constataron que hay una correlación genética de 0,31 con el peso al nacer del ternero.

El intervalo entre partos está compuesto por el período de gestación y el período vacío de la vaca; para acortar el primero se debe lograr disminuir el período vacío de la vaca, que está en su mayor parte influenciado por condiciones ambientales, especialmente nutricionales. El Criollo lechero presenta un período vacío de 100 a 110 días (Magofke *et al.*, 1966; Rincón *et al.*, 1972). Algunos autores han constatado en las mestizas un menor período vacío que en las criollas puras (Torres, 1972).

En un programa de selección no debe considerarse el período de gestación como criterio de selección para disminuir el I.E.P.; el período vacío de las vacas se debe disminuir por medio de adecuadas medidas de manejo.

##### **(5) Otros caracteres relacionados con eficiencia reproductiva**

Existen muchos otros criterios que pueden ser considerados como estimaciones de la fertilidad de los animales; todos tienen en común el tener una baja heredabilidad y por tener entre ellos estrechas correlaciones. Algunos de estos caracteres son los siguientes (indicando valores dados por López y Ruiz, 1983 para ganado 5/8 Holstein y 3/8 Cebú; y Soto *et al.*, 1979 para vacas y novillas Criollas y mestizas tipo "mosaico"):

- intervalo entre parto y primer celo:  $85,2 \pm 38,2$  días
- intervalo entre parto y primer servicio:  $60,9$  y  $96,6 \pm 26,4$  días;
- intervalo entre parto y concepción:  $89,8$  y  $151 \pm 42,6$  días, respectivamente;
- intervalo entre primer servicio y concepción, medido en vacas Criollas, Jersey y 3/4 Jersey-1/4 Criollas, según Torres (1972), se obtiene los siguientes valores medios: 26 días, 43 días y 23 días, respectivamente.

Estos caracteres deben ser mejorados por medio de adecuadas medidas de manejo, pero cuidando de evitar grupos genéticos, no adaptados a las condiciones del trópico.

El porcentaje de destete es otra forma muy relevante para medir la eficiencia reproductiva del hato y tiene la particularidad de ser moderadamente heredable:  $h^2=0,25$  según Seebeck (1973),  $h^2=0,44$  según Turner (1982), o sea valores más altos que los encontrados comúnmente en zonas templadas.

Otra medida es la "estabilidad" del rebaño, o % de vacas paridas que aún se ordeñan a la edad de 48 meses; tiene baja heredabilidad (0,09), pero está altamente correlacionada con la duración de la vida útil (longevidad) de las vacas (Fewson, 1984).

La fertilidad de los sementales también debe ser valorada, en primer lugar por medio de exámenes andrológicos. Sin embargo, según algunos investigadores como Entwistle cit. por Hetzel y Seifert (1986), no existen medidas seguras para determinar la fertilidad de los sementales, por medio de las evaluaciones del semen; ese análisis puede detectar toros clínicamente anormales, pero no detecta siempre los sementales con baja heredabilidad.

Las medidas escrotales están correlacionadas fenotípicamente con la producción de esperma, pero no se conocen estudios, en el trópico centroamericano, en las relaciones genéticas.

Es necesario realizar más investigaciones en cuanto a la fertilidad de los sementales en ambientes tropicales; también son necesarios estudios sobre la libido y factores que influyen (nutricionales, genéticos, temperatura y humedad ambiental). Estos trabajos deben considerar la posibilidad que exista discriminación de toros contra vacas de otras razas (Castro *et al.*, 1971).

## **(6) Relación entre comportamiento reproductivo y “amamantamiento” en vacas manejadas con doble propósito**

El sistema de ordeñar las vacas con “apoyo” y amamantamiento del ternero tiene, al parecer, un efecto negativo en el comportamiento reproductivo de las vacas; este hecho se puede enfocar bajo diferentes puntos de vista, o sea, analizando diferentes caracteres reproductivos. Según González-Stagnaro (1979), al considerar vacas tipo “mosaico” ordeñadas con apoyo durante el ordeño con posterior amamantamiento y vacas sin apoyo, el intervalo entre partos y el primer celo postparto es 121,6 y 87 días, el intervalo entre parto y concepción es 138,2 y 106,4 días respectivamente. Según De Alba (1960) el primer celo postparto se presenta en las vacas “apoyadas”, a los 108 días en promedio y en las vacas “sin apoyo” a los 63 días.

Por otra parte, la fertilidad al primer servicio en las vacas con apoyo es de 57,4%, sin apoyo 60,7%; la incidencia de atrofia ovárica (60-90 días postparto) es de 69,1% y 23,8% respectivamente (González-Stagnaro, 1979).

Resultados semejantes obtuvieron Rodríguez *et al.* (1979), quienes analizaron el efecto: a) de un destete temporal (96 horas) al inicio del empadre y b) de el destete temporal y una lactancia restringida una vez al día, durante los primeros treinta días de iniciado el empadre. Los porcentajes de preñez de estos dos sistemas fueron 74% y 89% respectivamente, contra 68% de las vacas ordeñadas normalmente con cría al pie.

Estos resultados dan indicaciones de que en sistemas de doble propósito se debe buscar medidas de manejo que “alivien” a la vaca durante el período de empadre, del doble efecto de “estrés”: ordeño y amamantamiento.

## **(7) Producción y reproducción**

Al comparar el comportamiento productivo de los bovinos es necesario considerar además, diferencias en el comportamiento reproductivo de los animales, los que inciden fuertemente en la economía de la finca. Una forma puede ser ajustar por medio de métodos estadísticos, o usar índices o parámetros ya utilizados por numerosos autores:

- a) litros de leche por día en intervalo entre partos;
- b) litros de leche por año eficaz (KPL), que expresa la producción de leche por lactancia del animal (kgPL) ajustada multiplicada por el factor que resulta de dividir 365 días por el intervalo entre partos (IEP) (Muñoz y Deaton, 1981).

$$KPL/AE = (365/IEP) (KgPL)$$

En el caso de animales de doble propósito se debe considerar, además de la producción de leche, los Kg ternero destetado por año. En ganaderías de carne se puede emplear:

- a) Kg de carne producidos por vaca expuesta a toro (De Alba, 1985) o
  - b) Kg de becerro destetado por vaca expuesta a toro (Peralta, 1970; Molina *et al.*, 1979).
- La base de estas consideraciones son los planteamientos de Frisch y Vercoe (1984), quienes indican que la variación fenotípica y genética de los caracteres relacionados con aspectos productivos y reproductivos de los bovinos, puede dividirse en dos componentes:
- a) una variación en los procesos fisiológicos y bioquímicos asociados con la expresión del carácter; y
  - b) un componente relacionado con la adaptación a “estreses” ambientales (nivel nutritivo, calor, parásitos y enfermedades).

Las variaciones en la adaptación afectan el suministro de nutrimentos en aquellos procesos directamente involucrados en la expresión de los componentes y por eso determinan qué proporción del potencial o capacidad se expresa. En las duras condiciones tropicales, las

razas de origen templado manifiestan una proporción más pequeña de su potencial de producción que los tipo Cebú, porque están menos adaptadas. Al no haber una adaptación al medio, los primeros caracteres que se ven afectados son aquellos relacionados con la eficiencia reproductiva. Barlow (1978) da indicaciones de que altas producciones de leche están correlacionadas negativamente con la fertilidad de las vacas.

#### **d. Caracteres de adaptación: sobrevivencia, resistencia a parásitos y longevidad**

La sobrevivencia, resistencia a parásitos y longevidad son caracteres que están estrechamente relacionados con el grado de adaptabilidad de una especie al medio en que vive. Consecuentemente, en bovinos, los grupos genéticos Criollos, bajo condiciones tropicales, presentan superioridad en relación con las razas introducidas, por estar adaptadas a los "estreses" ambientales (calor, humedad, parásitos, enfermedades, pastos pobres), que varían en intensidad a lo largo del año y que afectan a los animales con mayor intensidad durante la lactancia.

La importancia económica de estos caracteres es evidente, pues están relacionados con el largo de la vida útil del animal, entre ellos existen bastante relaciones.

En capítulos anteriores ya se ha señalado que la alta fertilidad o reproducción también es una clara señal de la adaptación de los animales a un ambiente determinado. Sobre el particular algunos autores como Hernández *et al.* (1982) destacan la gran fertilidad de las razas Criollas en ambientes tropicales.

#### **(1) Adaptación en general**

Según Hetzel y Seifert (1986), la adaptación en términos evolutivos, puede ser definida como "la adecuación de un animal a su ambiente". Una definición alternativa es "el nivel de expresión del potencial genético para procesos productivos".

Aún no está claro qué relaciones existen entre selección artificial y adaptación, o sea, si la respuesta a la selección en relación con velocidad de crecimiento y producción de leche, bajo condiciones tropicales, influye la adaptabilidad de los animales en términos de la resistencia al calor, humedad y parásitos. Se parte de la base que la selección para producción actúa tanto en genes directamente involucrados en los procesos productivos, como genes relacionados con procesos de adaptación.

Según Frisch y Vercoe (1984) estos dos procesos pueden estar correlacionados negativamente ya que la selección de un genotipo poco adaptado tiene por resultado un aumento de la adaptación, pero una disminución de su potencial productivo.

Sin embargo, según Hetzel y Seifert (1986), no hay evidencias de que alta adaptación y alto potencial sean fisiológicamente incompatibles y por lo tanto se pueden establecer programas de mejoramiento genético que traten de mejorar ambos objetivos.

Hay pocas investigaciones en relación con la correlación de caracteres adaptativos y de producción, pero en general son favorables, por ejemplo: entre temperatura rectal y fertilidad, según Turner (1982) es  $r = -0,76$ ; entre temperatura rectal y crecimiento a los 18 meses hay resultados contradictorios  $r = 0$  y  $r = -0,86$ , según Turner (1984).

La temperatura rectal es un carácter que expresa la tolerancia al calor y su heredabilidad es estimada por Turner (1982) y Turner (1984) en 0,25 y 0,33, respectivamente.

Con el avance de la tecnología en el trópico centroamericano (vacunas, tratamientos químicos y/o nutricionales) es discutible la utilidad de seleccionar directamente para adaptación, pero en la actualidad es más importante analizar el problema, si el mejoramiento genético en un ambiente es transferible a otras condiciones ambientales, ésto es, si existen interacciones genotipo-ambiente. Según Hetzel y Seifert (1986) no hay razones para suponer que los caracteres adaptativos estén genéticamente correlacionados negativamente con caracteres productivos. Según los autores, al seleccionar en ambientes diferentes, llenos de

“estrés”, lo más probable es que ésta selección sea también eficaz en ambientes más favorables, sin embargo, la selección en ambientes favorables, sin atención a caracteres adaptativos, puede no ser lo más adecuada para condiciones tropicales de “estrés”.

Considerando estos aspectos debe cuidarse que las condiciones físicas, climáticas y de manejo en general de las granjas productoras de pie de cría no difieran sustancialmente de las condiciones de las granjas de los productores comerciales.

## **(2) Sobrevivencia y longevidad**

Investigaciones realizadas por Martínez (1986) demuestran que tendencialmente vacas de mayor edad tienen crías que tienen una mayor sobrevivencia. El autor no comprobó ventajas de los cruces Jersey x Criollo en relación con los puros; sin embargo Hernández (1981) señala que la mortalidad hasta el destete de los animales cruzados con Criollos es inferior a los puros. Bodisco y Mazzari cit. por Torres (1972) analizaron este aspecto bajo el punto de vista del porcentaje de abortos. Los Criollos presentan un 3,8%, en tanto el Criollo cruzado con europeo 11,2%.

Bodisco y Carneval cit. por Bodisco y Abreu (1981) estudiaron la mortalidad de becerros Criollos lechero Limón y Pardo suizo, hasta la edad de doce meses y en igualdad de condiciones; según los autores mencionados los Criollos presentaban una mortalidad de 17,4% y los Pardo suizo 31,4%, lo que demuestra una vez más la mayor resistencia a los efectos directos del clima tropical de parte de los Criollos.

Sin embargo, Plasse *et al.* (1986) encontraron las menores mortalidades postdestete al cruzar toros Brahman con vacas Criollo Llanero, Criollo Limón y Brahman. Según los autores las mayores mortalidades se presentaron al cruzar vacas Criollo Limón con toros Criollos y Sta. Gertrudis, y las menores mortalidades predestete al cruzar vacas Criollo Llanero con toros Brahman y Criollo.

Hernández (1976) destaca la baja mortalidad en el media sangre Romo x Cebú (2,9%), en comparación con las razas Romosinuano (4,3%) y Cebú (5,2%).

En cuanto a la estimación de heredabilidad y repetibilidad, Martínez (1986) da los siguientes datos:

- sobrevivencia al nacimiento:  $0,18 \pm 0,06$  y  $0,24 \pm 0,02$ ;
- sobrevivencia a los 2 meses:  $0,12 \pm 0,07$  y  $-0,005 \pm 0,03$ ; y
- sobrevivencia al primer parto:  $0,72 \pm 0,12$  y  $0,08 \pm 0,03$ , respectivamente.

Otros autores Dickey y Cartwright (1966) dan valores más bajos para tasa de sobrevivencia y habilidad de sobrevivencia del ternero, estimaron  $h^2=0,05$  y  $h^2=0,03$ , respectivamente.

Dearborn *et al.* (1973) señalan para sobrevivencia de los terneros a las dos semanas de vida:  $h^2=0,03 \pm 0,13$ ; Cruz *et al.* (1976) para sobrevivencia de los terneros a una semana de vida  $h^2=0,11 \pm 0,12$  y Mello (1982) da valores de  $h^2=0,26 \pm 0,23$  para sobrevivencia perinatal del ganado Canchim, si la sobrevivencia se consideraba como característica de la cría, y de  $h^2=0,21 \pm 0,19$  si se le asignaba a la madre.

Las heredabilidades de este carácter no dan muchas indicaciones para considerarlo como un criterio de selección; se tiene la ventaja de que la selección natural actúa fuertemente, eliminando individuos débiles, no aptos para sobrevivir en las condiciones dadas. En la práctica se debe más bien considerar individuos provenientes de familias longevas, como criterio de selección.

La longevidad se puede medir por medio de “años de vida útil” o por el “número de partos” de los animales, no se han hecho estimaciones sobre su heredabilidad. Rubio (1976) destaca en sus investigaciones la longevidad de los Criollos costefios con cuernos.

## **(3) Resistencia a parásitos**

En la práctica se combaten los ectoparásitos por medio de baños periódicos, sin embargo, bajo condiciones muy extensivas, en partes bajas del trópico, los parásitos pueden causar



serios daños económicos por muerte de animales, o merma de la producción. Por medio de cientos de años de selección natural, los Criollos han adquirido claras ventajas comparadas con animales de reciente introducción de origen europeo o de USA, en cuanto a su resistencia al tórsalo o nuca (*Dermatobia hominis*) y garrapatas (*Boophilus microplus*).

Ulloa y De Alba (1957) cuantificaron la incidencia de estos parásitos en Criollo Reyna, Criollo hondureño y Jersey, constatando que los Jersey tenían 2 veces más garrapatas que los Criollos Reyna y 5 veces más que el Criollo hondureño. En cuanto al tórsalo, los Jersey presentaban 4 veces más parásitos que el Reyna y 6 veces más que el Criollo hondureño. Botero (1976) destaca la resistencia del Blanco orejinegro al tórsalo.

Se han tratado de establecer relaciones entre el pelaje del bovino y la resistencia a ectoparásitos, constatando que la resistencia de los Criollo y Brahman se debe en parte a que ellos tienen poco pelo y éstos son cortos, condiciones que no favorecen el ataque de estos parásitos, especialmente garrapatas (De Alba, 1985). Según Botero (1976) son además de importancia el grosor y pigmentación de la piel, como asimismo, inmunidad congénita.

La heredabilidad de la resistencia a parásitos es de moderada a alta, según diferentes investigaciones; para la resistencia a garrapatas, Seifert cit. por Hetzel y Seifert (1986) da valores que van desde  $h^2=0,21$  hasta  $h^2=0,82$ ; en cuanto a la resistencia a parásitos gastrointestinales se dan heredabilidades de  $h^2=0,04-0,33$ , según investigaciones de Seifert y de Barlow; y de Piper cit. por Hetzel y Seifert (1986).

El mejoramiento de estos caracteres debe estar más bien orientado a la selección de un genotipo adaptado a las condiciones de la región, sin descuidar baños periódicos y tratamientos contra ecto y endoparásitos.

## BIBLIOGRAFIA

- ALBA, J. DE. 1960. El ordeño con ternero y la eficiencia reproductiva en el bovino. Turrialba, C.R. 10(2):64-67.
- ALBA, J. DE. 1985. El Criollo lechero en Turrialba. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Boletín Técnico no. 15.
- 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.
- ALVAREZ, J.R. 1975. Evaluación de 25 años de selección de un hato lechero del trópico húmedo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, C.R. CATIE. 58 p.
- ALVAREZ, J.; DEATON, O.; MUÑOZ, H. 1978. Veinticinco años de selección en un hato lechero de trópico húmedo. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 13. p. 149.
- APODACA, C.; ORTEGA, E.; ALBA, J. DE; TEWOLDE, A. 1986. Comparaciones entre Criollo Centroamericano, Jersey y Pardo Suizo como razas paternas para caracteres productivas y reproductivas. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 21. p. 13.
- BAILON, G.; MUÑOZ, H.; VOHNOUT, K.; DEATON, D.W. 1977. Aspectos genéticos fisiológicos del crecimiento de ganado de carne en el trópico. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 12. p. 57-65.
- BARLOW, R. 1978. Biological ramifications of selection for preweaning growth in cattle. A review. Anim. Breed, Abstr. (EE.UU.) no. 46:469-494.
- BASTIDAS, P.; PLASSE, D.; VERDE, O.; RODRIGUEZ, R. 1978. Intervalo entre partos en ganado *Bos indicus* bajo programa de inseminación artificial. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 13. p.163.

- BATEMAN, I.V.; ALBA, J.DE. 1961. Relative protein content of milk produced by four breed groups in a tropical environment. Journal of Dairy Science (EE.UU.) no. 44(6):1190.**
- BENYA, E. G.; WILCOX, C. J.; MARTIN, F. G.; ADKINSON, R. W.; KRICK, W. A.; FRANKE, D.L. 1976. Parámetros genéticos para peso corporal, composición y producción de leche de un rebaño localizado en Florida. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 11. p. 163-169.**
- BODISCO, V.; ABREU, O. 1981. Producción de leche por vacas Criollas puras. In: Recursos genéticos animales en América Latina. Ed. por: B. Muller Haye y J. Gelman. Italia, Estudio FAO: Producción y sanidad animal no. 22. p. 17-39.**
- BOTERO, F. M. 1976. Ganado Blanco Orejinegro. In: Razas Criollas Colombianas. Ed. por Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Colombia. Manual de Asistencia Técnica no. 21:17-61.**
- CARMONA, S.; MUÑOZ, H. 1966. Intervalo entre partos y número de servicios por preñez en vacas Criollas, Jersey y encastadas de Suizo en clima tropical húmedo. Tomado de: ALPA, Memoria. v.1. p. 7-19.**
- CARNEVALI, A.; BODISCO, L.A. 1966. El apoyo sin becerro como norma de selección de vacas Criollas. Agronomía Tropical 16(3):329-333.**
- CASTRO, A.; REYES, L. H.; VELASCO, E. 1971. Estudio sobre la discriminación racial de las razas Cebú y Romosinuano. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 6. p. 170.**
- CATIE/CIID. 1985. Sistemas de producción bovina de doble propósito para pequeños productores del istmo centroamericano; informe técnico final del proyecto. 255 p.**
- CATIE/BID. 1983. Investigación aplicada en sistemas de producción de leche. Informe técnico final del Proyecto CATIE-BID; 1979-1983.**
- CRUZ, V.O.; KOGER, M.; WARNICK, A.C.; FRANKE, D.E.; WILCOX, C.J.; MARTIN, F.G. 1976. Indices de herencia de la reproducción en ganado Brahman. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 11. p. 25-26.**
- CRUZ, C.; TEWOLDE, A.; ORNELAS, T. 1986. Relaciones genéticas y no genéticas entre caracteres de tipo y crecimiento predestete en ganado Cebú. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 21. p. 11.**
- CUNNINGHAM, E.P.; OBYRNE, T.M.; MESCAL, A.A. 1977. Genetic relationship between beef and dairy traits in Friesian cattle. Irish y Agric. Res. no. 16:243-249.**
- CHAN, T.; CAMACHO, J.; ARROYO, R.; BLANCO, F. 1986. Intervalo entre partos y edad al primer parto de un hato Brahman registrado. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 21. p. 20-20.**
- DICKERSON, G. E. 1978. Animal size and 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. Genetic. Appl. Silvest. Prod. (2., Madrid, España). (Proceeding). Ed. por C.L. de Cuenca. v. 5. p. 252-267.**

- DEARBORN, D.D.; KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.U.; GREGORY, K.E.; DICKERSON, G.E. 1973. An analysis of reproductive traits in beef cattle. *Journal of Animal Science (EE.UU.)* no. 36(6):1032-1041.
- DICKEY, J.R.; CARTWRIGHT, T.C. 1966. Reproduction in tropically adapted beef cattle. *Journal of Animal Science (EE.UU.)* no. 25:251. (Abst.)
- DUARTE, A.; THORPE, W.; TEWOLDE, A. 1986. Comportamiento reproductivo de bovinos de razas puras y cruza en una región tropical de México. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 21. p. 9.
- FEWSON, D. 1984. Zuchtprogramme unter veraenderten Marktbedingungen. *Zuechtungskunde* 56(5):401-413.
- FRISCH, J.E.; VERCOE, J.E. 1984. An analysis of growth of different cattle genotypes reared in different environment. *J.agric. Sci.Camb. (EE.UU.)* no. 103:137-153.
- GONZALEZ-STAGNARO, C. 1979. Efecto del "apoyo" y amamantamiento sobre el comportamiento reproductivo en vacas. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 14. p. 126.
- HERNANDEZ, B.G. 1976. Genetic factors in beef cattle crosses in Colombia. Tesis Ph. D. Fort Collins, Colorado, EE.UU., Colorado State University.
- HERNANDEZ, G. 1978a. Factores ambientales y genéticos en ganado de carne tropical. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 13. p. 145.
- HERNANDEZ, G. 1978b. Heterosis, Indices de herencia y correlaciones en ganado de carne tropical. Tomado de: ALPA, Memoria, v. 13. p. 146.
- HERNANDEZ, B.G. 1979. Ganado Romosinuano. *In: Razas Criollas Colombianas*. Ed. por Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, Col. Manual Asistencia Técnica no. 21 p. 1-16.
- HERNANDEZ, G. 1981. Las razas criollas Colombianas para la producción de carne. *In: Recursos Genéticos Animales en América Latina*. Ed. por B.Muller-Haye y J. Gelman. Roma, Italia. FAO: Producción y sanidad Animal no. 22. p.52-76.
- HERNANDEZ, B.G.; KOCH, R.M.; DICKERSON, G.E. 1982. Influencia de algunos factores en el intervalo entre partos en ganado Romosinuano. Tomado de: ALPA, Meoria. v. 17. p. 55-61.
- HETZEL, D.J.S.; SEIFERT G.W. 1986. Breeding objectives and selection traits for extensive beef cattle production in the tropics. *In: World Congress on Genetics Applied to livestock production*. (3., Lincoln, Nebraska, EE.UU.). (Mem.). v. IX. p. 244-258.
- HOOGESTELJN, R.; PLASSE, D.; VERDE, O.; BASTIDAS, P. 1985. Factores genéticos y ambientales que influyen el crecimiento en un rebaño Cebú Venezolano absorbido a Gyr. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 20. p. 127-135.
- LEONARD, J. 1986. Recursos Naturales y desarrollo económico en América Central: un perfil ambiental regional. Turrialba, C.R. CATIE. Informe Téc. no.127. 268 p.

- LOPEZ, D.; RUIZ, C. 1983. Factores genéticos y no genéticos que afectan el comportamiento reproductivo en el ganado 5/8 Holstein y 3/8 Cebú. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 18. p. 164.
- MAGOFKE, J.C. 1964. Estimación del mejoramiento genético en producción de leche, grasa y largo de lactancia en el ganado Criollo de Turrialba. Tesis Mag. Sci. Turrialba, C.R., IICA. 110 p.
- MAGOFKE, J.C.; ALBA, J. DE; MUÑOZ, H. 1966. Informe de progreso sobre mejoramiento genético de ganado criollo lechero en Turrialba. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 1. p. 77-103.
- MAGOFKE, S.; BODISCO, V. 1966. Estimaciones del mejoramiento genético del ganado Criollo lechero en Maracay, Venezuela entre los años 1955-64. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 1. p. 105-127.
- MARTINEZ, J.C. 1986. Mortalidad de hembras desde el nacimiento a primer parto en bovinos de diferentes genotipos lecheros bajo condiciones de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sci. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- MASON, S.L. 1964. Genetic relations between milk and beef characters in dual purpose cattle breeds. Anim. Prod. (EE.UU.) no. 6:31-45.
- MEDINA, O.; H. MUÑOZ; DEATON, O. 1974. Productividad de ocho grupos raciales de vacas de carne. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 9. p. 65.
- MELGAR, D.R. 1984. Caracterización fenotípica del ganado Criollo Barroso Salmeco de Guatemala. Guatemala, Univ. de San Carlos de Guatemala, Fac. de Med. Vet. y Zootecnia.
- MELLO, M.A. de. 1982. Parámetros genéticos de viabilidad de bezerreros em um rebanho Camchin. Revista de Sociedade Brasileira de Zootecnia (Bra.) 11(4):681-694.
- MENENDEZ, A.; HERRERA, R. 1983. Herencia de la fertilidad en sementales Cebú en Inseminación Artificial. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 18. p. 158-159.
- MOLINA, R.; DEATON, O.W.; MUÑOZ, H. 1979. Una evaluación de la raza Romosinuano y sus cruzamientos para ganado de carne. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 14. p. 152.
- MUÑOZ, H.; MARTIN, G. 1969. Crecimiento antes y después del destete en ganado Santa Gertrudis, Brahman y Criollo y sus cruces recíprocos. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 4. p. 28.
- MUÑOZ, H.; DEATON, O.W. 1981. Producción de leche en cruzamientos con ganado Criollo. In: Recursos genéticos animales en América Latina. Ed. por Müller-Haye y Gelman. Roma, Italia. FAO: Producción y Sanidad Animal. no.22. p.40-47.
- NEGRON, A.; DEATON, O.W.; MUÑOZ, H. 1976. Características de reproducción en un hato lechero en la zona húmeda de Costa Rica. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 11. p. 65.
- ORDOÑEZ, J.; CARTWRIGHT, T.C.; SANDERS, J.D. 1979a. Simulación de sistemas de producción de carne en Venezuela. 1. Eficiencia de genotipo para tamaño adulto. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 14. p. 149.

- ORDOÑEZ, J.; CARTWRIGHT, T.C.; SANDERS, J.D. 1979b. Simulación de sistemas de producción de carne en Venezuela. 2. Eficiencia de genotipo para producción de leche. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 14. 150.
- PARIACOTE, F.; HAHN, M. 1986. Estimadores de parámetros genéticos en una población cruzada destinada a la producción simultánea de carne y leche. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 21. p. 30.
- PEARSON, L; WAUGH, R.K.; SALAZAR, B.; BOTERO, F.M.; ACOSTA, A. 1968. Milking performance of Blanco Orejinearo and Jersey crossbred cattle. Journal of agriculture Science (EE.UU.) no. 70:65-72.
- PERALTA, A. 1970. Producción de carne en diferentes grupos raciales de bovinos. Tesis Mag. Sci. Turrialba, C. R., IICA. 57 p.
- PERALTA, A.; MUÑOZ, H.; DEATON, O. 1978. Producción de carne en diferentes grupos raciales de bovinos. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 13. p. 150.
- PEROZO, N.; LABBE, S.; ABREU, O.; DIAZ, E. 1977. Producción de leche de ganado Criollo Venezolano. Agronomía Tropical no. 27.
- PLANAS, T. 1983. Comportamiento predestete de un rebaño bovino criollo de Cuba. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 18. p. 158.
- PLASSE, D.; VERDE, O. 1980. Influencias genéticas y ambientales sobre la varianza de cuatro pesos en ganado Brahman. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 15. p. 41-50.
- PLASSE, D. 1981. El uso de ganado Criollo en programas de cruzamiento para la producción de carne en América Latina In: Recursos Genéticos Animales en América Latina. Ed. por B. Müller-Haye y Gelman. Roma, Italia. Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal no. 22. p.77-107.
- PLASSE, D.; GONZALEZ, O.; VERDE, T.; LINARES, T.; BURGUERA, M. 1986. Comportamiento productivo de *Bos taurus*, *Bos indicus* y sus cruces. VIII Mortalidad pre y postdestete. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 21. p. 42.
- RINCON, E.J.; ABREU, O.; LABBE, S.; PEROZO, N. 1972. Efecto de la edad y producción de leche sobre el período vacío y número de servicio por concepción en vacas Limoneras. Agronomía Tropical 22(6):587-597.
- RIOS, C.E.; BODISCO, V. 1962. Estado actual de los estudios de ganado lechero en el Centro de Investigaciones Agronómicas. Ministerio de Agricultura y Cría. Boletín técnico no. 11. 14 p.
- RODRIGUEZ, O.; RODRIGUEZ, A.; GONZALEZ, E.; RUIZ, R. 1979. Efectos del amamantamiento restringido o intensidad de pastoreo en la reproducción de vacas. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 14. p. 126.
- RUBIO, R. 1976. Ganado Costeño con cuernos. In: Razas, Criollas Colombianas. Bogotá, Col., Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- RUTZMOSER, K. 1977. Neuere Ergebnisse zur Beziehung zwischen Milch und Fleischleistung beim Rind. Tierzüchter no. 22:232-234.

- SALGADO, D. 1988.** Indices de selección y evaluación de su efectividad para características relacionadas con la producción de leche en el trópico. Tesis Mag. Sci. Turrialba, C. R. CATIE. 124 p.
- SEEBECK, R. M. 1973.** Sources of variation in the fertility of a hard of Zebu, British and Zebu x British cattle in northern Australia. *J. Agric. Sci. (Inglaterra)* no. 81:253-266.
- SEIFERT, G. W. 1975.** Effectiveness of selection for growth rate in Zebu x British crossbred cattle. II. Postweaning growth and genetic estimates. *Aust. J. agric. Res.* 26:1093-1108.
- SEIFFERT, G.W.; RUDDER, T.H.; BEAN, K.G. 1982.** Repeatability of weaning weights of tropical beef cattle breeds. *Proc. Aust. Assoc. Anim. Breed. and Genet.* 3:90-92.
- SOTO, E.; SOTO, G.; GONZALEZ, R. 1979.** Eficiencia reproductiva en bovinos de doble propósito. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 14. p. 123.
- TEWOLDE, A. 1988.** Genetic analysis of Romosinuano Cattle: Selection possibilities for beef in the Latin American Tropics. In: Congreso Mundial de Genética de Ovinos y Bovinos para carne (3.). (Actas). v. 3. p. 275-291.
- TORRE, R. de la. 1981.** La producción de las razas criollas. En: Recursos genéticos animales en América Latina. Ed. por: Müller-Haye y Gelman. Roma, Italia. FAO: Producción y Sanidad Animal. no. 22. p. 108-112.
- TORRES, B.J. 1972.** Comportamiento reproductivo de varios grupos raciales de ganado lechero en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, C. R., IICA. 52 p.
- TURNER, H.G. 1982.** Genetic variation of rectal temperature in cows and its relationship to fertility. *Anim. Prod.* no. 35:401-412.
- TURNER, H.G. 1984.** Variation in rectal temperature of cattle in a tropical environment and its relation to growth rate. *Anim. Prod.* no. 38:417-427.
- ULLOA, G.; ALBA, J. DE. 1957.** Resistencia a los parásitos externos en algunas razas de bovinos. Turrialba (C.R.) 7:8-12.
- VACCARO, L.; VACCARO, R.; MARQUEZ, N.; ARGENTI, P. 1986.** Control de producción en rebaños de doble propósito en Venezuela. 2: Evaluación genética de vacas. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 21. p. 35.
- VERDE, O.; BODISCO, V. 1976.** Peso al nacer y al primer parto en ganado Criollo lechero (Río Limón) Venezolano. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 11. p. 181.
- VERDE, O.; PLASSE, D.; BASTARDO, I.; HOOGESTEIJN, R.; BASTIDAS, P. 1983.** Parámetros genéticos de tres pesos en rebaño Brahman registrado bajo selección. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 18. p. 161.
- ZARAZUA, J.; TEWOLDE, A.; CRUZ, C. 1986.** Relaciones genéticas y no genéticas entre peso al nacer de la cría y período de gestación de la madre en ganado Cebú. Tomado de: ALPA, Memoria. v. 21. p. 10.

# **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 Tewolde<sup>1</sup>*

## **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.

---

<sup>1/</sup> 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.**

<b>% sangre Holstein</b>	<b>Producción de leche (kg)</b>
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, éste 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 loci 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 (F<sub>1</sub>).

### (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 (F<sub>1</sub>) sobre los puros (ver referencia de publicaciones en: Plasse, 1981; Plasse, 1983; Mujica y Tewolde, 1988). El mejor comportamiento reproductivo de los F<sub>1</sub> 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 (F<sub>1</sub>) 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 cruce  $F_1$  (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 cruce (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 cruce 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 cruce 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 cruce 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 cruce 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 cruce. Para maximizar el uso de Criollos (Romosinuano 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 cruce del Cebú con Holstein, Pardo suizo, Jersey y Criollo.
- Incorporación del Romosinuano:
  - Romosinuano 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
<b>Caracteres</b>					
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 F<sub>1</sub> 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 sus 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  $F_1$ .

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  $F_1$  (1/2Z 1/2C), posteriormente, en la medida que aumenta el Cebú, las cruza 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 (1983); 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 F<sub>1</sub> 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 (Resumen). 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.

# **ENFOQUE DE SISTEMAS PARA LA ELECCION DE PROGRAMAS DE SELECCION Y CRUZAMIENTO**

*James W. Wilton*<sup>1</sup>

## **INTRODUCCION**

Un enfoque de sistemas es la manera lógica para afrontar el problema de decidir qué razas, programas de cruzamiento y qué animales de las diferentes razas debieran ser usados en la producción.

Las decisiones acerca de los programas de cruzamiento y selección se deben tomar considerando el mercado y los programas de producción. Los objetivos de este documento son describir los pasos involucrados en los enfoques de sistemas y discutir las implicaciones para diseñar los programas de selección y cruzamiento.

## **PASOS EN EL ENFOQUE DE SISTEMAS**

Los más importantes son:

- 1.- definición del producto;
- 2.- definición del programa de producción;
- 3.- definición de las opciones de producción;
- 4.- elección entre las diferentes opciones; y
- 5.- ejecución de las decisiones

El primer paso es definir el producto. Esto significa que la estructura del mercado debe también definirse. Algunas de las interrogantes típicas que se hacen podrían ser: ¿deberá venderse tanto la leche como la carne? ¿Qué grado de "acabado", o cantidad de grasa, es requerida en la carne producida? ¿Hay ganancia con animales con mayor relación músculo-hueso? ¿Qué pesos de los animales se requieren para las ventas al mayoreo y al detalle?

El segundo paso es definir el programa de producción. Para animales de carne, esto debe incluir tanto los animales de cría (vaca-ternero) como los animales para engorde. Algunas de las interrogantes típicas son: ¿qué nivel de energía está disponible para las vacas? ¿Hay una fluctuación en la disponibilidad de forraje durante el año que las vacas puedan ser capaces de tolerar? ¿Qué alimentos están disponibles para los animales de engorde? ¿Cuáles son los costos relativos de estos alimentos? ¿Se destinará la progenie de las vacas directamente para engorde o será mantenida primero durante un tiempo pastando?

---

<sup>1/</sup> Centre for Genetic Improvement of Livestock, Dept. of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada, N1G 2W1.

La tercera etapa es definir las opciones de producción. De particular interés en este documento son las opciones concernientes al mejoramiento (cruzamiento y selección). Hay usualmente un amplio ámbito de razas disponibles y estas razas pueden ser combinadas en diferentes programas de cruzamiento. La primera decisión en esta área sería la elección de programas de cruzamiento terminales o rotativo. Esta elección por supuesto depende de varios factores, tales como disponibilidad de líneas maternas y paternas, la habilidad de los operadores para producir y mantener dichas líneas, y el grado de organización posible al trabajar con varias líneas de sementales simultáneamente. La segunda decisión en esta área es la elección de razas que serían usadas como padre o madre o líneas "superiores", dependiendo de la decisión concerniente a los programas de cruzamiento. La tercera decisión en esta misma área es la elección individual de animales. Un factor importante aquí es la información con que se dispone. Entre más animales se midan para características económicamente importantes mejor. Las características medidas deberían ser aquellas que involucren al producto (peso en el mercado, composición, etc.) y producción (ganancias de peso, eficiencia alimenticia, etc.).

El cuarto paso es la elección entre las diferentes opciones. Se pueden usar varios niveles de sofisticación. Un enfoque comúnmente usado es la programación lineal. La misma requiere la definición de una función-objetivo. La función-objetivo es una determinación de ganancias y costos, en forma de una ecuación. La programación lineal también requiere de una descripción del programa de producción. Uno debe describir cómo el producto está siendo producido. Esto significa que se debe saber información tal como el peso en el mercado de las diferentes razas y cruces. Debería conocerse los pesos de las progenies de diferentes sementales en el mercado. Los requerimientos nutricionales de las razas, cruces y, si es posible, de la progenie de sementales individuales también debería conocerse. La programación lineal también requiere que cualquier limitación en los recursos sea establecida. Por ejemplo, ¿hay una limitante en la disponibilidad de alimento en una finca dada? Finalmente, en la programación lineal, las opciones son analizadas para encontrar el programa de producción más beneficioso, incluyendo cruces y animales.

El último paso en la aplicación del enfoque de sistemas es tomar decisiones en el programa de producción real. Esto significa que se debe identificar al que toma las decisiones. Esta persona debe tener confianza en que se obtendrá beneficios a partir del uso de ciertos programas y animales, en vez de otros, y debe estar dispuesto a poner los planes en práctica.

## **IMPLICACIONES DEL CRUZAMIENTO Y LA SELECCION**

Un enfoque de sistemas permite a los productores comparar los mercados, los programas de producción y los recursos de una manera óptima. Esto ofrece un enfoque lógico, de modo que los mercados puedan ser cuidadosamente identificados, y las decisiones sobre cruzamiento y selección puedan ser hechas teniendo en cuenta estos mercados. El enfoque de sistemas también ofrece una manera ordenada de considerar los programas de producción y el comportamiento relativo de los cruces en diferentes situaciones. También ofrece un procedimiento ordenado para considerar la manera en que las poblaciones puedan ser cambiadas por medio de programas de selección a largo plazo.

### **Ejemplo**

Considere una descripción muy simplificada de un programa de producción:

1. El ingreso procede de los siguientes productos:
  - a) venta de terneros a los 10 meses de edad con base en el peso vivo, sin pagar diferencia por grasa o músculo;
  - b) vacas de desecho vendidas con base en el peso vivo;
  - c) venta de leche con base en un precio fijo por litro, sin considerar su composición.



2. El programa de producción está basado solo en forrajes. Se usan hembras cruzadas Cebú-Holstein y se compran los toros Cebú-Holsteins. Una lista parcial de la información a incluir en la descripción del programa de producción es:

- a) peso promedio de los machos a los 10 meses de edad;
  - b) peso promedio de las hembras a los 10 meses de edad;
  - c) peso promedio de las vacas de desecho;
  - d) producción promedio de leche vendida por vaca;
  - e) número de hectáreas requeridas para pasto por vaca;
  - f) número de terneros producidos por vaca por año (probablemente menos de 1 y posiblemente menos de 0,5 si las tasas reproductivas son bajas).
- Para simplicidad, ignore las posibles limitaciones debido a capital o mano de obra.

3. Algunas opciones que serían consideradas son:

- 1) Comprar toro Pardo Suizo en lugar de Holstein-Cebú. Esto podría requerir información de pesos en el mercado de sus cruces, así como también de la producción de leche de las hijas, y de la tierra necesaria para producción de pasto.
- 2) Comprar concentrado para alimentar durante el período seco. Esto podría requerir información acerca de tasas de crecimiento cuando son alimentados con concentrado, posibles cambios del peso en el mercado, posibles cambios en producción de leche, y posibles cambios en el precio promedio de la leche debido a un suministro anual más uniforme, así como precio y cantidad de alimento.

4. Escoger entre las opciones, o decidir si cambiar o no el programa de producción podría hacerse con base en algunos cálculos sobre costos e ingresos (ganancias).

Una ecuación simple para representar costos e ingresos es:

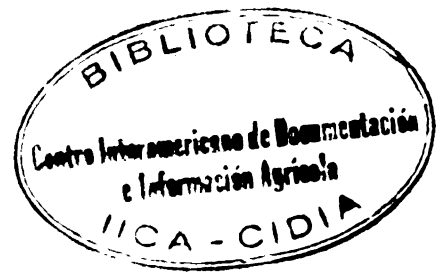
$$c_1 W_1 + c_2 W_2 + c_3 M - c_4 H - c_5 L$$

donde:

- |               |   |
|---------------|---|
| $c_1$ a $c_5$ | son los precios por unidad,               |
| $W_1$         | es el peso total del ternero vendido,     |
| $W_2$         | es el peso total de las vacas desechadas, |
| $M$           | son los litros totales vendidos de leche, |
| $H$           | son las hectáreas de tierra, y            |
| $L$           | son las horas de mano de obra.            |

5. Escoger entre las opciones estaría, en este simple ejemplo, basado en diferencias entre costos e ingresos.

6. La ejecución de las decisiones sería hecha por el productor, ignorando posibles problemas tales como impacto potencial de la producción extra en los precios y limitaciones en las ventas.



## ALGUNAS INFLUENCIAS GENÉTICAS EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DEL GANADO: UNA REVISIÓN

Dale. W. Vogt<sup>1</sup>

### INTRODUCCION

La eficiencia reproductiva determina en gran medida las ganancias de la empresa ganadera. Los ingresos de un hato de ganado de carne provienen de la venta de las crías o la venta de animales rescatados del hato. Para conseguir la máxima ganancia en una empresa de ganado lechero, las hembras se deben reproducir anualmente, ya que su nivel de producción de leche durante toda su vida depende en parte de la frecuencia de parición. Estos son efectos directos de la eficiencia reproductiva en las ganancias. La eficiencia reproductiva también tiene un papel indirecto en la determinación de las ganancias, ya que ésta es en gran parte responsable de la cantidad de presión de selección que los criadores podrían ejercer en sus esfuerzos de aumentar los niveles de producción por medio del mejoramiento genético de sus hatos.

La eficiencia de reproducción en el ganado es medida de diferentes maneras, incluyendo servicios por concepción, índice del porcentaje basado sobre un ternero cada 12 meses, tasas de no retorno de 60 - 90 días, intervalo promedio entre partos sucesivos, días desde el primer servicio hasta la concepción, días abiertos, y número de terneros nacidos o destetados por cada 100 vacas expuestas a servicio. La elección del tipo de medida varía con el tipo de empresa ganadera.

Los datos obtenidos de los centros de inseminación artificial muestran una tasa de preñez promedio de 63% después de una inseminación en ganado normal (David *et al.*, 1971). La falla en la fertilización y muertes embrionarias tempranas, entonces, acontece en un 37% de las vacas normales. Una similar tasa de preñez fue determinada por Diskin y Sreenan (1980) en un estudio involucrando 256 vaquillas de carne. La tasa de fertilización en estas vaquillas fue estimada en un 90%. La tasa de sobrevivencia embrional fue alta (93%) hasta el octavo día pero declinó marcadamente al día doce (56%), y al día 16 (66%). A partir de allí la reducción en el número de embriones sobrevivientes no fue aparente. La tasa de preñez, de esta manera, fue reducida a un 90% por fallas en la fertilización y a un 56-66% por muerte embrional temprana. Las pérdidas embrionales de 12 y 16% fueron informadas por Maurer y Chenault (1983), entre 102 hembras para carne no paridas y 55 hembras para carne paridas. En el grupo de no paridas, tales pérdidas habían sucedido o estuvieron sucediendo a partir del octavo día de gestación. Entre el grupo de hembras paridas, el 67% de la pérdida embrional había sucedido en el octavo día con el resto sucediendo entre los 8 y 16.

Las fallas en fertilización (ovocitos no recuperados y no fertilizados), alcanzaron un 25% y un 4% para los grupos de no paridas y paridas, respectivamente. Los bajos niveles de eficiencia reproductiva entre hatos de ganado de carne (como en otras poblaciones animales y humanas), son universales.

<sup>1</sup>Department of Animal Sciences, University of Missouri, Columbia, Missouri 65211.

La eficiencia reproductiva es una característica compleja. Esta es influenciada por diversos factores haciendo la comprensión de sus causas bastante difícil en muchos casos. Estos esfuerzos se vuelven aún más difíciles debido a las complejas interacciones entre los factores causales. Aparte de las causas accidentales o la ingestión de drogas o toxinas, la eficiencia reproductiva es influenciada cuantitativamente por muchos genes con pequeños efectos individuales, herencia letal (genes con efectos mayores), anomalías cromosómicas, infecciones virales o bacterianas, función endocrina afectada, defectos anatómicos de alguna parte o partes del sistema reproductivo, desbalance o insuficiencia nutricional o algún otro aspecto de manejo inapropiado.

En este documento se hará una breve revisión de la información relacionada con las influencias genéticas (incluye citogenética) en la eficiencia reproductiva en bovinos.

## CONSIDERACIONES SOBRE GENÉTICA CUANTITATIVA

Los estudios genéticos iniciales de características reproductivas en ganado involucraron evaluaciones cuantitativas de varias medidas globales de eficiencia reproductiva. Tales estudios generalmente mostraron a estas características con baja heredabilidad. Las estimaciones de la heredabilidad de la tasa de concepción al primer servicio publicadas por Dunbar y Henderson (1953), Inskeep *et al.* (1961), Hahn (1969), y Dearborn *et al.* (1973), oscilaron entre 0,004 a  $0,22 \pm 0,17$  y promediaron (sin ponderar) 0,09. Se obtuvieron valores de cero como estimaciones por Dunbar y Henderson (1953) y Legates (1954) para la heredabilidad del intervalo entre partos. Para servicios por concepción, Legates (1954) y Rognoni y Betta (1960) publicaron estimaciones de heredabilidad de 0,026 y 0,04, respectivamente. Davenport *et al.* (1965) y Dearborn *et al.* (1973) estimaron la heredabilidad del número de terneros nacidos por cien vacas expuestas a toro en  $0,15 \pm 0,09$  y 0,00, respectivamente. Estos y muchos otros estudios de la heredabilidad de varias medidas generales de la eficiencia reproductiva han sido hechos y generalmente sugieren que la variación en tales características, en su gran mayoría, es de origen ambiental. Consecuentemente, en el mejor de los casos, solo tasas muy pequeñas de mejoramiento en estas características podrían esperarse de la aplicación de presiones de selección en ellas.

Más recientemente, se han realizado evaluaciones cuantitativas de los componentes de las medidas de eficiencia reproductiva. Ejemplos de tales estudios incluyen investigaciones relacionando la circunferencia escrotal con la fertilidad del toro y medidas pélvicas de las hembras/peso del ternero al nacer con la distocia. Los resultados de estos estudios son prometedores en términos de mejoramientos potenciales en algunos aspectos de eficiencia reproductiva.

Varias medidas testiculares han sido evaluadas como posibles indicadores de la calidad del semen. Entre estas, la circunferencia escrotal ha demostrado estar asociada con varias medidas de la calidad del semen. Los estudios hechos por Willett y Ohms (1957), Boyd y VanDemarck (1957), Hahn *et al.* (1969), Almquist *et al.* (1976), Foote *et al.* (1977), Neely *et al.* (1982), Knights *et al.* (1984) y Gipson *et al.* (1987), han mostrado la alta correlación fenotípica entre circunferencia escrotal y producción de espermatozoides, variando desde 0,54 a 0,91. Los últimos dos estudios (Knights *et al.*, 1984; Gipson *et al.*, 1987) también muestran que la circunferencia escrotal está bastante asociada, fenotípica y genéticamente, con el porcentaje de espermatozoides vivos, motilidad espermática y concentración de esperma.

Varios estudios (Coulter *et al.*, 1976; Blockey *et al.*, 1978; Coulter y Keller, 1979; Latimer *et al.*, 1982; Neely *et al.*, 1982; Knights *et al.*, 1984; Nelsen *et al.*, 1986; Gipson *et al.*, 1987) han informado de la heredabilidad de la circunferencia escrotal. Las estimaciones en estos estudios son consistentemente altas y variaron desde  $0,36 \pm 0,06$  a  $0,69 \pm 0,15$ .

Pocos estimadores de la heredabilidad de características de la calidad del semen han sido publicados. Las estimaciones disponibles (Neely *et al.*, 1982; Knights *et al.*, 1984; Chandler

*et al.*, 1985; Taylor *et al.*, 1985; Gipson *et al.*, 1987) generalmente indican que las características relacionadas con la calidad del semen muestran una pequeña varianza genética, con estimaciones para motilidad espermática, número de espermatozoides, y concentración de esperma oscilando entre 0,11±0,12 a 0,21; 0,03 a 0,24; 0,10 a 0,20±0,13, respectivamente.

Las generalmente altas heredabilidades para circunferencia escrotal y bajas heredabilidades para características de calidad del semen, y las consistentemente altas correlaciones genéticas deseables entre circunferencia escrotal y calidad del semen, sugieren que la selección directa para un tamaño de la circunferencia escrotal mayor sería más eficaz en brindar un mejoramiento en las características de la calidad del semen.

Una eficiencia reproductiva reducida por distocia proviene de pérdidas perinatales y funcionamiento reproductivo reducido de las hembras después de un parto difícil. Las pérdidas de terneros durante o cerca del parto atribuidas a dificultades del parto varían desde 20,4% (Laster y Gregory, 1973) a 79,0% (Anderson y Bellows *et al.*, 1967). Un valor intermedio de 50,9% fue publicado por Bellows *et al.* (1987). En estos estudios, la distocia está identificada como el más importante contribuyente único a las pérdidas perinatales. Las estimaciones de la mortalidad global de terneros en estos tres estudios fueron, respectivamente, 8,6%, 4,7% y 6,7%. La evidencia para el funcionamiento reproductivo reducido en hembras que experimentan distocia son suministrados por Brinks *et al.* (1973) y Laster *et al.* (1973). En el primero, las vaquillas que experimentaron distocia destetaron 14% menos terneros por vaca expuesta a toro al año siguiente al parto difícil en comparación a sus contemporáneas que no presentaron dificultades en el parto. En el último estudio, se detectó un 14,4% menos de estros en vacas con distocia durante un período de inseminación artificial de 45 días en comparación con las que no experimentaron distocia. La distocia también causó una reducción de 15,9% en la tasa de concepción. Claramente, la distocia contribuye significativamente al problema de la eficiencia reproductiva reducida en poblaciones de ganado.

Numerosos estudios (Bellows *et al.*, 1971; Rice y Wiltbank, 1972; Price y Wiltbank, 1978; Belcher y Frahm, 1979; Short *et al.*, 1979; Deutscher, 1985; Deutscher, 1987), han mostrado que la incidencia de distocia se incrementa cuando la relación del tamaño del ternero con el tamaño de la pelvis de la hembra aumenta. En estos estudios y otros, se ha demostrado que un número de factores influyen la dificultad durante el parto, pero el peso al nacer del ternero y el tamaño pélvico de las hembras han sido señalados como los que juegan el papel primario.

Se ha informado de muchas estimaciones de la heredabilidad del peso del ternero al nacer. En un resumen realizado por Woldehawariat *et al.* (1977), a partir de 75 de estos estudios, se obtuvo un valor promedio ponderado de 0,45.

Varios estudios recientes han proporcionado estimaciones de la heredabilidad del tamaño pélvico (Neville *et al.*, 1978; Benyshek y Little, 1982; Green *et al.*, 1984; Holzer y Schlote, 1984; Morrison *et al.*, 1984; Nelsen *et al.*, 1986). Estos son generalmente altos, y variaron para área pélvica, altura pélvica, y ancho de la pelvis desde 0,04 a 0,68; 0,10 a 0,57; y 0,18 a 0,83, respectivamente. Mientras la magnitud promedio de estas estimaciones sugieren que la selección para un tamaño pélvico mayor podría ser bastante eficaz, hay evidencia (Benyshek y Little, 1982) de que los beneficios como resultado del incremento del tamaño pélvico podrían ser parcialmente compensados por aumentos correlacionados en el peso del ternero al nacer. Sin embargo, evidencia de lo contrario es publicado por Nelsen *et al.*, (1986). Las estimaciones de correlación genética entre medidas pélvicas y peso al nacer fueron en general moderadamente negativas, aunque dos de los valores obtenidos por medio de la técnica de regresión padre/hijo, fueron positivos. Estudios adicionales de la asociación genética entre medidas de tamaño pélvico y peso al nacer son necesarias para poder evaluar las posibles respuestas correlacionadas.

## CONSIDERACIONES EN GENETICA CUALITATIVA

Hay numerosos estudios publicados concernientes a los efectos dañinos de genes en poblaciones de animales domésticos. Los efectos de estos genes se expresan en los estados

prenatales, perinatales y postnatales. Sus efectos son manifestados, tanto estructural como funcionalmente o ambos, en sistemas corporales únicos o en varios simultáneamente. Sus consecuencias varían desde una viabilidad o vigor reducido hasta la muerte.

Cierto número de defectos estructurales y funcionales del sistema reproductivo son condicionados por genes mayores. Incluidos entre tales defectos estructurales se encuentran, el criptorquidismo (Wheat, 1961; Rhoades y Foley, 1977; Rieke, 1979), defectos en el esperma (Blom, 1966; Alanko, 1984; Koefoed-Johnsen, 1984), contricción recto-vaginal (Leipold y Saperstein, 1975; Leipold y Vestweber, 1982), y enfermedad de las vaquillas blancas (Dimitropoulos, 1950; Hanset, 1960). Un desorden funcional común involucrando al sistema reproductivo son los ovarios císticos. Una revisión de Kesler y Garverick (1982) sobre ovarios císticos en ganado lechero indicó que este problema es más frecuentemente encontrado en vacas después del parto en los meses de invierno (diciembre-febrero), en vacas alimentadas con altos niveles nutricionales y produciendo las mayores cantidades de leche. La relación causa-efecto entre estos factores no está claramente entendida. Sin embargo, los resultados de cierto número de estudios (Casida y Chapman, 1951; Wiltbank *et al.*, 1953; Bane, 1968), sugieren fuertemente que el desarrollo de ovarios císticos está genéticamente predispuesto.

Mientras que los defectos arriba mencionados obviamente causan una reducción en la eficiencia reproductiva, es obvio que cualquier gen que cause un embrión que se desarrolle anormalmente o que muera en cualquier momento entre la concepción y la madurez, causa una reducción en la eficiencia reproductiva. Los ejemplos, incluyen genes condicionando el desarrollo de artrogriposis, dermatos paraxis, enanismo, hidrocefalia, deficiencia de zinc hereditaria y muchos otros. La frecuencia de defectos congénitos en los bovinos se estima entre 0,5 y 1,0% (Leipold, 1978). Sin embargo, esto representa solamente parte de las pérdidas reproductivas debido a genes mayores con efectos perjudiciales. Las pérdidas adicionales debido a esos genes, también llegan en la forma de muerte prenatal con la subsecuente absorción o aborto. Existe una variación considerable entre razas y entre hatos en relación a la frecuencia de ocurrencia de muchas anomalías influenciadas genéticamente. En hatos individuales, las frecuencias de genes dañinos pueden llegar a ser altas, causando pérdidas considerables como un resultado de la relativamente más frecuente presencia de partos defectuosos. En un estudio realizado por Heidari *et al.* (1985), por ejemplo, el 25% (7 de 28) de terneros nacidos en una única estación de partos fueron severamente afectados por braquignacia, y murieron durante los primeros tres días después del nacimiento. El defecto en este hato fue determinado como de origen genético con el modo de herencia de un gen simple autosomal recesivo.

## CONSIDERACIONES CITOGENETICAS

Hay muchos estudios con ganado (Hansen, 1970; Gustavsson, 1971; Halnan, 1972; Popescu, 1972; El-Nahass *et al.*, 1974; Bongso y Basrur, 1976; Gustavsson, 1976; Refsdal, 1976; Soldatovic *et al.*, 1977; Dyrendahl y Gustavsson, 1979; Swartz y Vogt, 1983; Maurer y Echternkamp, 1985; Betancourt, 1985; Nagaraja y Hedge, 1987; Pinheiro *et al.*, 1987), los cuales muestran claramente que la eficiencia reproductiva es reducida por la presencia de defectos cromosómicos.

No es usual conocer qué evento(s) patogénico(s) condujo a la creación de una anomalía cromosómica individual (o embrión). Hay numerosos eventos sucediendo durante la gametogénesis, singamia y embriogénesis, los cuales pueden conducir a una amplia variedad de aberraciones cromosómicas. Estas aberraciones afectan la eficiencia reproductiva por medio de sus consecuencias interrelacionadas de fertilidad reducida (incluyendo esterilidad completa), sobrevivencia prenatal reducida y desarrollo de defectos congénitos.

La esterilidad completa está más a menudo asociada con anomalías cariotípicas que involucran los cromosomas sexuales. Más frecuentemente esto involucra quimerismo XX/XY,

generalmente asociado con esterilidad en vaquillas. Un resumen (Marcum, 1974) de la frecuencia de incidencia de freemartinismo entre mellizos heterosexuales en bovinos muestra que solo el 8% de tales hembras pueden ser consideradas normales. La frecuencia de incidencia de estas condiciones varían considerablemente entre las varias razas de bovinos y es dependiente de la frecuencia de incidencia de mellizos heterosexuales (u otros partos múltiples), dentro de esas razas. Animales de parto simple también han resultado ser quiméricos XX/XY (Fechheimer, 1973; Pollock, 1974; Wijeratne *et al.*, 1977; Swartz y Vogt, 1983). Generalmente se asume que estos partos simples quiméricos representan miembros sobrevivientes de nacimientos múltiples heterosexuales, en los cuales la muerte prenatal sucedió en todos, menos en uno de los co-hermanos después de la anastomosis vascular. Otras anomalías en los cromosomas sexuales generalmente asociadas con esterilidad incluye animales con designaciones de cariotipo 61,XXX (Norberg *et al.*, 1976; Swartz y Vogt, 1983), 61,XXY (Scott y Gregory, 1965), 59,XO/60,XX/61, mixoploide XXX (Swartz y Vogt, 1983) y mixoploide 59,XO/60,XX/61,XO (Swartz y Vogt, 1983). Mientras las anomalías de los cromosomas sexuales de estos tipos contribuyen a una reducción global en la aptitud reproductiva de un grupo de cría, se espera no sean de gran importancia ya que suceden a frecuencias bajas y usualmente no son transmitidas de una generación a la siguiente. Más bien, estas son creadas generalmente en nueva forma por medio de accidentes en la gametogénesis, singamia y embriogénesis.

Más importante en términos de reducción en la aptitud reproductiva de una población son las reorganizaciones estructurales de los cromosomas (por ejemplo translocaciones Robertsonianas). Las anomalías cromosómicas de este tipo generalmente están claramente asociadas con fertilidad reducida, no son comunes en poblaciones de ganado, y son transmitidas de una generación a otra.

Hay muchos tipos de translocaciones Robertsonianas en poblaciones de ganado. Una excelente revisión de estas es suministrada por Long (1985). La más frecuente de estas translocaciones es la 1/29.

Las comparaciones de las eficiencias reproductivas de hembras portadoras de 1/29 vs no portadoras han mostrado consistentemente una reducción de la eficiencia reproductiva de las hembras portadoras. Gustavsson (1969) encontró en ganado Swedish Red y White, un 3% de reducción en la fertilidad utilizando tasas de no retorno de 56 días y un 6% de reducción usando tasas de preñez de 273 días en hijas de toros heterocigotos para esta translocación. Podría esperarse que alrededor de la mitad de estas hijas no sean portadoras. Se encontró una reducción similar del 6% en la fertilidad por Refsdal (1976) en hijas de toros heterocigotos para la translocación 1/29. Comparando las hijas de toros heterocigotos portadoras de 1/29 con las no portadoras de esta translocación, Kovacs y Csukly (1980) encontraron que las hembras portadoras habían presentado un mayor número de inseminaciones por concepción, una tasa menor de concepción, un intervalo mayor entre partos y una tasa menor de parición. Maurer y Vogt (datos no publicados) calcularon porcentajes de parición de 75,1% y 82,8%, respectivamente, para las portadoras y no portadoras de la translocación 1/29, las cuales fueron hijas, nietas o bisnietas de un toro Simmental. La diferencia de 7,7% fue significativa a  $P < 0,05$ . La eficiencia reproductiva reducida en los animales heterocigotos para esta translocación se relaciona con la producción de gametos cromosomalmente desbalanceados y, consecuentemente, cigotos desbalanceados, los cuales tienen tasas de sobrevivencia prenatal bajas (Gustavsson, 1979; Popescu, 1980; King *et al.*, 1980 y 1981).

Han sido muy pocos los estudios citogenéticos en ganado (u otras especies domésticas) sobre defectos congénitos, aparte de aquellos relacionados con anomalías reproductivas. La mayoría de estos (Herzog y Hohn, 1968; Mori *et al.*, 1969; Dunn y Johnson, 1972; Herzog, 1974; Tschudi *et al.*, 1975; Long, 1984; Coates *et al.*, 1987) involucran partos que manifiestan una variedad de defectos congénitos múltiples. En cada uno de estos estudios, el trisoma autosomal fue sugerido como el factor causal. En un estudio (Swartz *et al.*, 1982) de un defecto estructural único en el sistema corporal (quilognatosquisias) en terneros Angus, informó de

un cromosoma 2n de un total de 60 sin anomalías cromosómicas aparentes. Es aparente la necesidad de estudios citogenéticos adicionales relacionados a una amplia variedad de defectos congénitos en ganado (y otras poblaciones de animales domésticos).

Claramente, una gran variedad de factores genéticos (incluyendo citogenéticos) juegan un papel muy significativo en la reducción de la eficiencia reproductiva. Parte de esta pérdida, al menos, es inevitable y aún deseable ya que representa pérdidas prenatales muy tempranas de las nuevas creaciones génicas y cromosómicas letales. Permanece, sin embargo, una cantidad significativa de pérdida evitable. El minimizar estas pérdidas requerirá dirigirse, individualmente, a cada uno de los muchos y variados factores genéticos involucrados.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ALANKO, M. 1984. Tail stump sperm defect in Ayshire bulls: sperm morphology and inheritance of the defect. In: Intl. Congr. Anim. Reprod. Artificial Insemination (10.). (Proceeding). v. 3. p. 522-524.
- ALMQUIST, J.O.; BRANAS, R.J.; BARBER, K. A. 1976. Postpuberal changes in semen production of Charolais bulls ejaculated at high frequency and the relation between testicular measurements and sperm output. Journal of Animal Science no. 42: 670-676.
- ANDERSON, D. C.; BELLOWS, R. A. 1967. Some causes of neonatal and postnatal calf losses. Journal of Animal Science. no. 26:941.
- BANE, A. 1968. Control and prevention of inherited disorders causing infertility. British Vet. (Inglaterra) no. 124:1-8.
- BELCHER, D. R.; FRAHM, R. R. 1979. Factors affecting calving difficulty and the influence of pelvic measurements on calving difficulty in percentage Limousine heifers. Okla. Agric. Expt. Sta. MP- no. 104. p. 136-144.
- BELLOWS, R. A.; GIBSON, R. B.; ANDERSON, D. C.; SHORT, R. E. 1971. Precalving body size and pelvic area relationships in Hereford heifers. Journal of Animal Science. no. 33:455-457.
- BELLOWS, R. A.; PATTERSON, D. J.; BURFENING, P. J.; PHELPS, D. A. 1987. Occurrence of neonatal and postnatal mortality in range beef cattle. II. Factors contributing to calf death. Theriogenology no. 28:573-586.
- BELLOWS, R. A.; SHORT, R. E.; ANDERSON, D. C.; KNAPP, B. W.; PAHNISH, O. F. 1971. Cause and effect relationships associated with calving difficulty and calf birth weight. Journal of Animal Science no. 33:407-415.
- BENYSHEK, L. L.; LITTLE, D. E. 1982. Estimates of genetic and phenotypic parameters associated with pelvic area in Simmental cattle. Journal of Animal Science no. 54:258-263.
- BETANCOURT, A. 1985. Fertility data from daughters of a Santa Gertrudis bull with chromosomal translocation 1/29. Beitrage zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinarmedizin no. 23:77-80.
- BLOCKEY, M. A. de B.; STRAW, W. M.; JONES, L. P. 1978. Heritability of serving capacity and scrotal circumference in beef bulls. Journal of Animal Science no. 47 (Supl.1):253-254.
- BLOM, E. 1966. A new sterilizing hereditary defect (the "dag defect") located in the bull sperm tail. Nature (Inglaterra) 209:739-740.

- BONGSO, A.; BASRUR, P. K. 1976. Chromosome anomalies in Canadian Guernsey bulls. Cornell veterinary. (EE.UU.). 66:476-489.
- BOYD, L. J.; VANDENMARK, N. L. 1957. Spermatogenic capacity of the male bovine. I. A measurement technique. Journal of Dairy Science no. 40:689-697.
- BRINKS, J. S.; OLSON, J.E.; CARROLL, E. J. 1973. Calving difficulty and its association with subsequent productivity in Herefords. Journal of Animal Science no. 36:11-17.
- CASIDA, L. E.; CHAPMAN, A. B. 1951. Factors affecting the incidence of cystic ovaries in a herd of Holstein cows. Journal of Dairy Science no. 34:1200-1205.
- CHANDLER, J. E.; ADKINSON, R. W.; HAY, G. M.; CRAIN, R. L. 1985. Enviromental and genetic sources of variation for seminal quality in mature Holstein bulls. Journal of Dairy Science no. 68:1270-1279.
- COATES, J. W.; ROUSSEAU, C. G.; SCHMUTZ, S. M. 1987. Multiple defects in an aborted bovine foetus associated with chromosomal trisomy. N. Z. Vet. (Nueva Zelandia) no. 35:173-174.
- COULTER, G. H.; KELLER, D. G. 1979. Scrotal circum- ference and its heritability in yearling beef bulls. Journal of Animal Science no. 49(suppl.1):288-289.
- COULTER, G. H.; ROUNSAVILLE, T. R.; FOOTE, R. H. 1976. Heritability of testicular size and consistency in Holstein bulls. Journal of Animal Science no. 43:9-12.
- DAVENPORT, R. L.; STONAKER, H. H.; RIDDLE, K.; SUTHERLAND, T. 1965. Heritability of reproductive performance in inbred and linecross beef cows. Journal of Animal Science no. 24:434-437.
- DAVID, J. S.E.; BISHOP, M. W.H; CEMBROWICZ, H. J. 1971. Reproductive expectancy and infertility in cattle. Veterinary Record no. 89:181-185.
- DEARBORN, D. D.; KOCH, R. M.; CUNDIFF, L. V.; GREGORY, K. E.; DICKERSON, G. E. 1973. An analisys of reproductive traits in beef cattle. Journal of Animal Science no. 36:1032-1040.
- DEUTSCHER, G. H. 1985. Using pelvic measurements to reduce dystocia in heifers. Mod. Vet. Pract. no. 66:751-755.
- DEUTSCHER, G. H. 1987. Reducing dystocia with pelvic measurements of heifers and bulls. November 1987. 1987. Angus Journal. Nov. 1987. 128-131.
- DIMITROPOULOS, E. 1950. Some observations on white heifer disease. Ann. Med. Vet. no. 94:223-225.
- DISKIN, M. G.; SREENAN, J. M. 1980. Fertilization and embryonic mortality rates in beef heifers after artificial insemination. Journal of Reproduction and Fertility no. 59:463-468.
- DUNBAR JUNIOR, R. S.; HENDERSON, C. R. 1953. Heritability of fertility in dairy cattle. Journal of Dairy Science no. 36:1063-1071.
- DUNN, H. O.; JOHNSON, R. H.(Jr.) 1972. A 61, XY cell line in a calf with extreme brachygnathia. Journal of Dairy Science no. 55:524-526.
- DYRENDAHL, I.; GUSTAVSSON, I. 1979. Sexual functions, semen characteristics and fertility of bulls carrying the 1/29 chromosome translocation. Hereditas no. 90:281-289.



- EL-NAHASS, E.; SYRJALLA, A.; MICHELMANN, H. W.; PAUFLER, S. 1974. Mosaik einer x-chromosomen - aberration als wahrscheinliche ursache der sterilitat bei einem Rind. Dtsch. Tierarztl. Wschr. no. 81:405-406.
- FECHHEIMER, N. S. 1973. A cytogenetic survey of young bulls in the USA. Veterinary Record no. 93:535-536.
- FOOTE, R. H.; SEIDEL, G. E.; HAHN, W. E.; BERNDTSON, W. E.; COULTER, G. H. 1977. Seminal quality, spermatozoal output, and testicular changes in growing Holstein bulls. Journal of Dairy Science no. 60:85-88.
- GIPSON, T. A.; VOGT, D. W.; MASSEY, J. W.; ELLERSIECK, M. R. 1987. Associations of scrotal circumference with semen traits in young beef bulls. Theriogenology no. 24:217-225.
- GREEN, R. D.; BRINKS, J. S.; DENHAM, A. H.; LEFEVER, D. G. 1984. Estimation of heritabilities of pelvic measures in beef cattle. Journal of Animal Science no. 59(Supl. 1):174 (Abstr.).
- GUSTAVSSON, I. 1969. Cytogenetics, distribution and phenotypic effects of a translocation in Swedish cattle. Hereditas no. 63:68-169.
- GUSTAVSSON, I. 1971. Chromosomes of repeat-breeder heifers. Hereditas no. 68:331-332.
- GUSTAVSSON, I. 1976. New information on the reduced fertility of cattle with the 1/29 translocation; 1976. 1976 Deutsche Veterinarmedizinische Gesellschaft e V. (Alemania) 1976: 184-188.
- GUSTAVSSON, I. 1979. Distribution and effects of the 1/29 Robertsonian translocation in cattle. Journal of Dairy Science no. 62:825-835.
- HAHN, J. 1969. Inheritance of fertility in cattle inseminated artificially. Journal of Dairy Science no. 52:240-244.
- HAHN, J.; FOOTE, R. H.; SEIDEL JUNIOR, G. E. 1969. Testicular growth and related sperm output in Dairy bulls. Journal of Animal Science no. 29:41-47.
- HALNAN, C. R. E. 1972. Autosomal deletion and infertility in cattle. Veterinary Record no. 91:572.
- HANSEN, K. M. 1970. Tandem-fusion translocation and infertility in cattle. Giessener Beitr. Erbpath. Zuchthyg. (Supl.1):115-118.
- HANSET, R. 1960. La "maladie des genisses blanches"; son aspect genetique. II. L'hypothese d'un gene recessif autosome complement penetrant lie au gene semidominant du blanc, N. Ann. Med. Vet. no. 104:3-33.
- HEIDARI, M.; VOGT, D. W.; NELSON, S. L. 1985. Brachygnathia in a herd of Angus cattle. Amer. J. Vet. Res. no. 46:708-710.
- HERZOG, Von. A. 1974. Autosomale trisomie bei der letalen brachygnathie des rindes (bovines trisomie-brachygnathie-syndrom). Deutsche Tierarztliche Wochen- schrift (Alemania) no. 81:78-80.
- HERZOG, Von. A.; HOHN, H. 1968. Autosomale trisomie bei einem kalb mit brachygnathia inferior und ascites congenitus. Deutsche Tierarztliche Wochenschrift (Alemania) no. 75:604-606.

- HOLZER, A. L.; SCHLOTE, W. 1984. Investigations on interior pelvic size of Simmental heifers. *Journal of Animal Science* no. 59(Supl.1):174 (Abstr.).
- INSKEEP, E. K.; TYLER, W. J.; CASIDA, L. E. 1961. Hereditary variation in conception rate of Holstein-Friesian cattle. *Journal of Dairy Science* no. 44:1857-1862.
- KESLER, D. J.; GARVERICK, H. A. 1982. Ovarian cysts in Dairy cattle: a review. *Journal of Animal Science* no. 55:1147-1159.
- KING, W.; LINARES, T.; GUSTAVSSON, I. 1981. Cytogenetics of preimplantation embryos sired by bulls heterozygous for the 1/29 translocation. *Hereditas* no. 94:219-224.
- KING, W.; LINARES, T.; GUSTAVSSON, I.; BANE, A. 1980. Presumptive translocation type trisomy in embryos sired by bulls heterozygous for the 1/29 translocation. *Hereditas* no. 92:167-169.
- KNIGHTS, S. A.; BAKER, R. L.; GIANOLA D.; GIBB J. B. 1984. Estimates of heritabilities and genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus nulls. *J. Animal Sci.* no. 58:887-893.
- KOEFOED - JOHNSEN, H. H. 1984. The male factor in dissemination of hereditary traits, exemplified by a congenital sperm defect in bulls of the Jersey breed. In: *The Male in Farm Animal Reproduction; a Seminar in the EEC program of coordination of Research on Animal Production*. Nouzilly, France, Inst. Natl. de la Recherche Agronomique, Ed. por M. Courot. p. 41-43.
- KOVACS, A.; CSUKLY, S. 1980. Effect of the 1/29 translocation upon fertility in Hungarian Simmental cattle. Presentado en: Fourth Euro. Colloq. Cytogenet. *Domestis Anim.*, p 35-43.
- LASTER, D. B.; GLIMP, H. A.; CUNDIFF, L. V.; GREGORY, K. E.; 1973. Factors affecting dystocia and the effects of dystocia on subsequent reproduction in beef cattle. *Journal of Animal Science* no. 36:695-705.
- LASTER, D. B.; GREGORY, K. E. 1973. Factors influencing peri-and esrly postnatal calf mortality. *Journal of Animal Science* no. 37:1092-1097.
- LATIMER, F. G.; WILSON, L. L.; CAIN, M. F. 1982. Scrotal measurements in beef bulls: heritability estimates, breed and test station effects. *Journal of Animal Science* no. 54:473-479.
- LEGATES, J. E. 1954. Genetic variation in services per conception and calving interval in diary cattle. *Journal of Animal Science* no. 13:81-88.
- LEIPOLD, H. W. 1978. Genetics and Disease in Cattle. In: *Ann. Convention Amer. Assoc. Bovine Pract.* (11 th., Baltimore, Maryland, EE.UU). (Proceeding).
- LEIPOLD, H. W.; SAPERSTEIN. 1975. Rectal and vaginal constriction in Jersey Cattle. *J. Amer. Vet Med. Assoc.* no. 166:231-232.
- LEIPOLD, H. W.; VESTWEBER, J. G. E. 1982. Rectovaginal Constriction in Jersey Cattle. *Jersey Journal.* p 24-25.
- LONG, S. E. 1984. Autosomal trisomy in a calf. *Vet. Record* no. 115:16-17.
- LONG, S. E. 1985. Centric fusion translocations in cattle: A review. *Vet. Record* no. 116:516-518.

- MARCUM, J. B. 1974. The freemartin syndrome. *Animal Breeding Abstracts* no. 42:227-241.
- MAURER, R. R.; CHENAULT, J. R. 1983. Fertilization failure and embryonic mortality in parous and nonparous beef cattle. *Journal of Animal Science* no. 56:1186-1189.
- MAURER, R. R.; ECHTERNKAMP, S. E. 1985. Repeat-breeder females in beef cattle: influences and causes. *Journal of Animal Science* no. 61:624-636.
- MAURER, R. R.; VOGT, D. W. Unpublished data.
- MORI, M.; SASAKI, M.; MAKINO, S.; ISHIKAWA, T.; KAWATA, K. 1969. Autosomal trisomy in a malformed newborn calf. *Proc. Japan Acad. (Japón)* no. 45:955-959.
- MORRISON, D. G.; WILLIAMSON, W. D.; HUMES, P. E. 1984. Herabilities and correlations of traits associated with pelvic area in beef cattle. *Journal of Animal Science* 59(supl. 1):160.
- NAGARAJA, C. S.; HEGDE, B. P. 1987. Cytogenetic studies on cows with reduced fertility. *Indian Journal of Animal Science. (India)* no. 57:220-221.
- NEELY, J. D.; JOHNSON, B. H.; DILLARD, E. U.; ROBISON, O. W. 1982. Genetic parameters for testes size and sperm number in Hereford bulls. *Journal of Animal Science* no. 55:1033-1040.
- NELSEN, T. C.; SHORT, R. E.; URICK, J. J.; REYNOLDS, W. L.; 1986. Heritabilities and genetic correlations of growth and reproductive measurements in Hereford bulls. *Journal of Animal Science* no. 63:409-417.
- NEVILLE, W. E. (Jr.); SMITH, J. B.; MULLINIX, B. G. (Jr.); McCORMICK, W. C. 1978. Relationships between pelvic dimension and hip height and estimates of heritabilities. *Journal of Animal Science* no. 47:1089-1094.
- NORBERG, H. S.; REFSDAL, A. O.; GARM, O. N.; NES, N. 1976. A case report X-trisomy in cattle. *Hereditas* no.82:69-72.
- PINHEIRO, L. E. L.; ALMEIDA, I. L.; GARCIA, J. M.; BASRUR, P. K. 1987. Trisomy X and 1/29 translocation in infertile heifers. *Theriogenology* no. 28:891-898.
- POLLOCK, D. L. 1974. Chromosome studies in artificial insemination sires in Great Britain. *Veterinary Record* no. 95:266-267.
- POPESCU, C. P. 1972. Un cas possible d'inversion pericentrique chez les bovins. *Annales de Genetique.* no. 15:197-199.
- POPESCU, C. P. 1980. Cytogenetics study on embryos sired by a bull carrier of 1/29 translocation. Presentado en: Fourth Euro. Colloq. Cytogenet. Domestic Anim. p. 182-186.
- PRICE, T. D.; WILTBANK, J. N. 1978. Predicting dystocia in heifers. *Theriogenology* no. 9:221-249.
- REFSDAL, A. O. 1976. Low fertility in daughters of bulls with 1/29 translocation. *Acta Vet. Scand* no. 17:190-195.
- RHOADES, J. D.; FOLEY, C. W. 1977. Criptorchidism and intersexuality. *Vet. Clinics. North America* no. 7:779-784.

- RICE, L. E.; WILTBANK, J. N. 1972. Factor affecting dystocia in beef heifers. *Journal. Amer. Vet. Med. Assoc* no. 161:1348-1358.
- RIEKE, H. 1979. Hereditary cleft lips (cheliognathoschisis) in Holstein-Friesian cattle. *Dt. Tierarztl. Wschr.* 86:108-113.
- ROGNONI, G.; BETTA, P. 1960. Some aspects of infertility in Dairy cow. II. The repeatability and heritability of the interval between calving and first heat, calving and conceptions, and the number of services per pregnancy. *Atti. Soc. Ital. Sci. Vet. (Italia)* 14:252-255.
- SCOTT, C. O.; GREGORY, P. W. 1965. An XXY trisomic in an intersex of *Bos Taurus*. *Genetics* no. 52:473-474.
- SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; STAIGMILLER, R. B.; CARR, J. B. 1979. Multiple linear and non linear regression analysis of factors causing calving difficulty. *Theriogenology* no. 12:121-130.
- SOLDATOVIC, B.; PROLIC, Z.; CVETKOVIC, M. 1977. The significance of cytogenetics in the diagnosis of congenital anomalies in cattle. *Veterinarski Glasnik* no. 31:33-40.
- SWARTZ, H. A.; VOGT, D. W. 1983. Chromosome abnormalities as a cause of reproductive inefficiency in heifers. *J. Hered.* no. 74:320-324.
- SWARTZ, H. A.; VOGT, D. W.; KINTNER, L. D. 1982. Chromosome evaluation of Angus calves with unilateral congenital cleft lip and jaw (cheliognathoschisis). *Amer. J. Vet. Res.* no. 43:729-731.
- TAYLOR, J. F.; BEAN, B.; MARSHALL, C. E.; SULLIVAN, J. J. 1985. Genetic and Enviromental components of semen production traits of artificial insemination Holsteins bulls. *Journal of Dairy Science* no. 68:2703-2722.
- TSCHUDI, Von. P.; UELTSCHI, G.; MARTIG, J.; KUPFER, U. 1975. Autosomale trisomie als ursache eines hohen ventrikelseptumdefekts bei einem kalb der Simmentalerasse. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* no. 117:335-340.
- WHEAT, J. D. 1961. Criptorchidism in Hereford cattle. *J. Hered.* no. 52:244-246.
- WIJERATNE, W. V.S.; MUNRO, I. B.; WILKES, P. R. 1977. Heifer sterility associated with single-birth Freemartinism. *Veterinary Record* no. 100:333-336.
- WILLETT, E. L.; OHMS, J. I. 1957. Measurement of testicular size and its relation to production of spermatozoa by bulls. *Journal of Dairy Science* no. 40:1559-1569.
- WILTBANK, J. N.; TYLER, W. J.; CASIDA, L. E.; FOSGATE, O. T.; SPRAIN, D. G. 1953. A study of atretic large follicles in six sire groups of Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science* no. 36:1077-1082.
- WOLDEHAWARIAT, G.; TALAMANTES, M. A.; PETTY JUNIOR, R. R.; CARTWRIGHT, T. C. 1977. A summary of genetic and enviromental statistics for growth and conformation characters of young beef cattle. *Texas. Agri. Expt. Sta. Tech. Report* no. 103.

# **ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO GENETICO EN EL CONTEXTO FISICO Y ECONOMICO DE AMBIENTES TROPICALES**

*R. W. Blake, F. J. Holmann, T. L. Stanton y P. A. Oltenacu<sup>1</sup>*

## **RESUMEN**

Las investigaciones sobre estrategias de mejoramiento genético para los trópicos debieran incluir estudios de simulación basados en componentes genéticos de características múltiples, mecanismos de interacciones genotipo-ambiente, y factores económicos. Los productores agrícolas en los trópicos sobreviven económicamente de maneras diferentes de las de sus contrapartes en países opulentos de las regiones templadas. Ellos disminuyen los riesgos diversificando y evitando los monocultivos. Para los ganaderos, esto se traduce en el uso de más de una especie o, si solo una es factible, enfatizar varias características en vez de una sola como el caso de producción de leche. Las grandes variaciones anuales en la producción animal, los precios al consumidor, y los costos de los insumos (suministros) son desestimuladores, conduciendo a estrategias de producción con restricción de insumos y producción animal intermedia. Por consiguiente, es también importante evaluar las varianzas de los ingresos netos esperados a partir de las estrategias de mejoramiento genético. Las interacciones genotipo-ambiente son probablemente manifestadas con mayor importancia en las ganancias, acerca de las cuales existe escasa información.

## **INTRODUCCION**

Nuestra tarea fue evaluar la información y proponer un rumbo de acción realista para el mejoramiento genético del ganado dentro de la "estructura económica" de los ambientes tropicales. Dentro de este contexto, tanto las tácticas (corto plazo) como la estrategia (largo plazo), para la utilización de los escasos recursos de investigación deben dirigirse a asegurar beneficios de bajo riesgo a los productores con necesidades variadas en diferentes ambientes agroecológicos y económicos.

Esta presentación confirma la información relacionada con los programas de investigación eficaces en mejoramiento animal por los productores de Latinoamérica. Los resultados de algunos de nuestros proyectos actuales en Cornell están respaldados con información previa que provee razones en favor de ganancias económicas continuas, modestas en el comportamiento del animal o del hato por 1) (re) análisis de datos útiles de campo, 2) colaboración con productores y organizaciones de productores para diseñar programas prácticos de mejoramiento de bajo riesgo también produciendo información útil, 3) experimentos adecuados de mejoramiento, especialmente para cuantificar los parámetros genéticos principales acerca de los germoplasmas de razas de uso potencial, y 4) consolidación de esta información en estudios de simulación para evaluar económicamente alternativas relevantes de manejo genético y no genético.

---

<sup>1/</sup> Department of Animal Science, International Agriculture Program, Cornell University, Ithaca, N. Y. 14853.

## **ESTUDIOS SOBRE CRUZAMIENTOS**

Solamente un breve comentario será proporcionado debido a que el Profesor Wilcox resumirá las publicaciones acerca de los cruzamientos para producción de leche y doble propósito (carne y leche) en los trópicos. Puntos sobresalientes acerca del germoplasma europeo útil y el funcionamiento de sus cruces se encuentran en revisiones recientes (Blake *et al.*, 1986; McDowell, 1985; Syrstad, 1985; Vaccaro, 1984).

McDowell (1985) destacó que las estrechas diferencias entre los costos de insumos, precios de los productos y limitaciones de comercialización son frecuentes, desestimulando hacia cambios radicales en los potenciales genéticos para producción de leche y crecimiento. El argumentó que los productores racionales adoptan programas de mejoramiento proveyendo ganancias económicas sostenidas, las cuales se traducen a sistemas de cruces de doble propósito que predominan en América Latina. Cruce entre dos razas y otros cruces, con alrededor de un 50% de heterocigosidad a partir de razas mejoradas, están cercanas al óptimo para índices de comportamiento basado en leche, crecimiento, aptitud y salud (Martínez *et al.*, 1988; McDowell, 1985). Los cruces con mayor herencia europea incurren en mortalidad más temprana, menor vida útil del hato y fertilidad reducida. Ni los productores ni otros profesionales de la ciencia animal en Venezuela están claros acerca del antagonismo entre rendimiento de leche y las características de aptitud de los cruces con Holstein. Una encuesta mostrò claramente que ellos esperan ganancias en leche pero con mayores intervalos entre partos, más pérdidas por muerte, y menos longevidad (Holmann, no publicado). Aún en los ambientes climáticos y de alimentación favorables en México y Colombia, el potencial genético para leche en Holstein fue asociado con sacrificios en sobrevivencia y reproducción (Abubakar *et al.*, 1987). McDowell (1985) recomendó una forma práctica de incrementar los productos que son bajos a intermedios, en los hatos locales por la incorporación de un 25 a 50% de germoplasma de razas con potencial genético más alto dentro del "pool" genético local.

Vaccaro (1984) y Syrstad (1985) resumieron que los cruces de Holstein-Friesian superaban a los cruces de Pardo suizo en rendimiento de leche y edad al primer parto. También se informó en Vaccaro (1984) de mayores sobrevivencias de terneros y vaquillas, y comportamientos reproductivos de Holstein. Sin embargo, Vaccaro (1984) advirtió que la mayoría de los estudios tropicales involucraron animales en confinamiento, con poca información acerca del comportamiento bajo condiciones de pastoreo, el cual es el sistema de producción predominante.

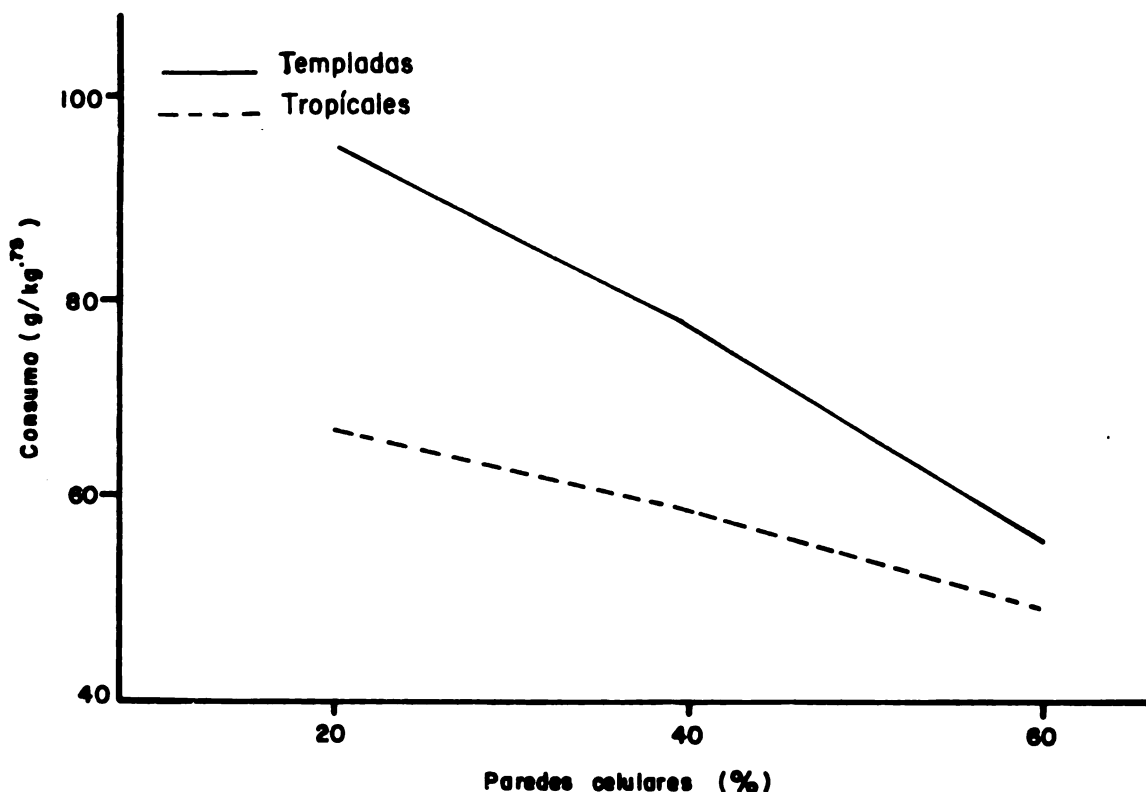
## **LIMITACIONES AMBIENTALES**

### **Calidad del forraje y apetito**

Aún cuando el forraje no es limitante, los pastos tropicales son nutricionalmente inadecuados para sustentar altos rendimientos de leche o altas tasas de crecimiento. La digestibilidad de la materia seca (MS) y el apetito de los animales consumiendo pastos tropicales son bajos (Van Soest, 1987). Alrededor de la mitad de los pastos tropicales tienen una digestibilidad de menos de un 55%.

La Figura 1 es un resumen estilizado de los resultados de estudios discutidos por Van Soest (1987). El mayor consumo de alimentos y la variación en el apetito del animal se dan cuando los constituyentes de la pared celular (o fibra detergente neutra) en la dieta son bajos (por ejemplo en regiones templadas). Cuando el contenido de pared celular es alto, como en los forrajes tropicales, el promedio de consumo se reduce, y disminuye la varianza del apetito. Este fenómeno se identifica en los resúmenes de publicaciones sobre producción de leche en regiones templadas y tropicales. Las medias, varianzas y los parámetros genéticos para características productivas son más pequeños en climas tropicales que en las regiones templadas.

Figura 1. Consumo de materia seca en base a diferencias en paredes celulares de plantas tropicales y templadas

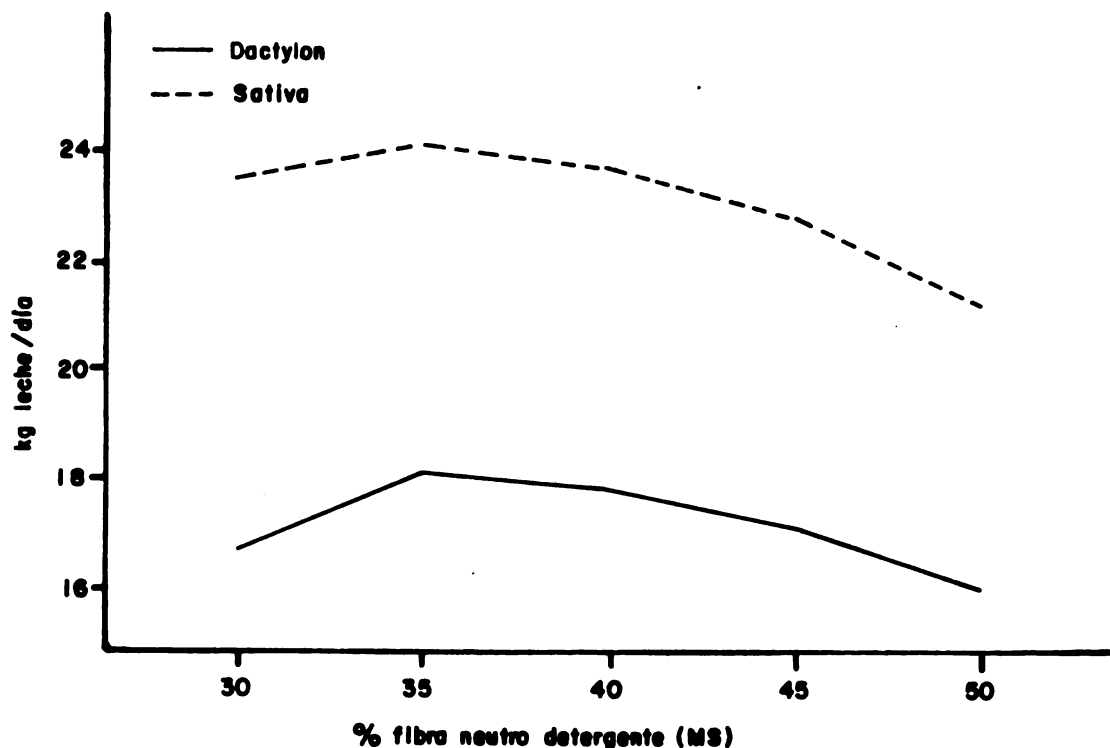


Una fuerte suplementación con granos no puede compensar la contribución desfavorable de la pared celular de los forrajes tropicales. Mertens (1983) encontró que la máxima producción de leche diaria se dio cuando las paredes celulares constituyeron el 36% de la dieta basada tanto en alfalfa (*Medicago sativa*) o pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*). Sin embargo, las vacas que consumieron el pasto Bermuda produjeron 21% menos de leche aún cuando su dieta contenía más energía proveniente de un 58% más de concentrado que aquellas que consumieron alfalfa (Figura 2). La menor producción de leche se dio debido a que las vacas alimentadas con pasto Bermuda consumieron menos cantidad de alimento en total. Así, los constituyentes de la pared celular de los pastos tropicales restringen irremediamente la habilidad de los animales para expresar su apetito o su alto potencial genético. Townsend *et al.* (1988) estimaron que vacas cruzadas con Holstein en las tierras bajas húmedas de Venezuela (Holmann *et al.*, 1988) consumieron de 1,8 a 2,1% de su peso vivo en materia seca diariamente, lo cual correspondió a un promedio de pérdida de energía corporal de 3,7 a 4,8 Mcal/día.

#### ECONOMIA DE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE PRODUCCION GANADERA

Holmann *et al.* (1988) evaluaron más de 150 fincas lecheras y de doble propósito utilizando germoplasma Holstein en las principales zonas agroecológicas de Venezuela con poblaciones ganaderas sustanciales. Los costos y el uso de insumos, inventario de animales, y ventas (leche, carne, animales) se obtuvieron por medio de encuestas realizadas en 1987 y 1988. El rendimiento en ordeño de las vacas de estas fincas se obtuvo por medio del programa

**Figura 2. Respuesta en producción de leche en base a distintas proporciones de materia seca (MS) en M. Sativa y C. Dactylon.**



de registro lechero nacional de Venezuela. Las zonas agroecológicas fueron las tierras húmedas bajas, tierras bajas secas y las tierras altas. Los grupos raciales fueron clasificados como Holstein puro (H), menor o igual que 50% y mayor que 50 %.

La Figura 3 muestra el costo variable anual de producción por vaca (alimentación, mano de obra, reproducción, salud) y la Figura 4 muestra el margen neto anual por vaca [(leche + ventas de carne) - costos variables totales]/tamaño del hato) por zona agroecológica. Las Figuras 5 y 6 muestran los costos variables anuales y los márgenes netos por grupo racial. Todos los grupos raciales estuvieron representados en cada ecozona. Los resultados difirieron de los países opulentos en climas templados, los principales proveedores de ciencia y tecnología. La categorización de las ganancias de las agroecozonas y grupos raciales fueron inversamente proporcionales a los costos variables. Las ecozonas y los grupos raciales con las más altas ganancias económicas fueron aquellos con costos de producción restringidos, los cuales, como el objetivo en McDowell (1985), fueron sistemas de doble propósito, con modesta producción, utilizando cruces y pastoreo extensivo.

## **INTERACCION DEL GENOTIPO CON EL AMBIENTE**

Las herramientas para el mejoramiento genético de la ganadería son la selección y los sistemas de cruzamiento. Las limitaciones ambientales en el medio tropical restringen las respuestas fenotípicas y las ganancias económicas a partir de la selección. Grandes varianzas durante el año dan por resultado componentes de varianza y una varianza total más pequeños debido a hato, semental y vaca, y menores heredabilidades en los trópicos en comparación a



Figura 3. Costos variables anuales por vaca según región del país.

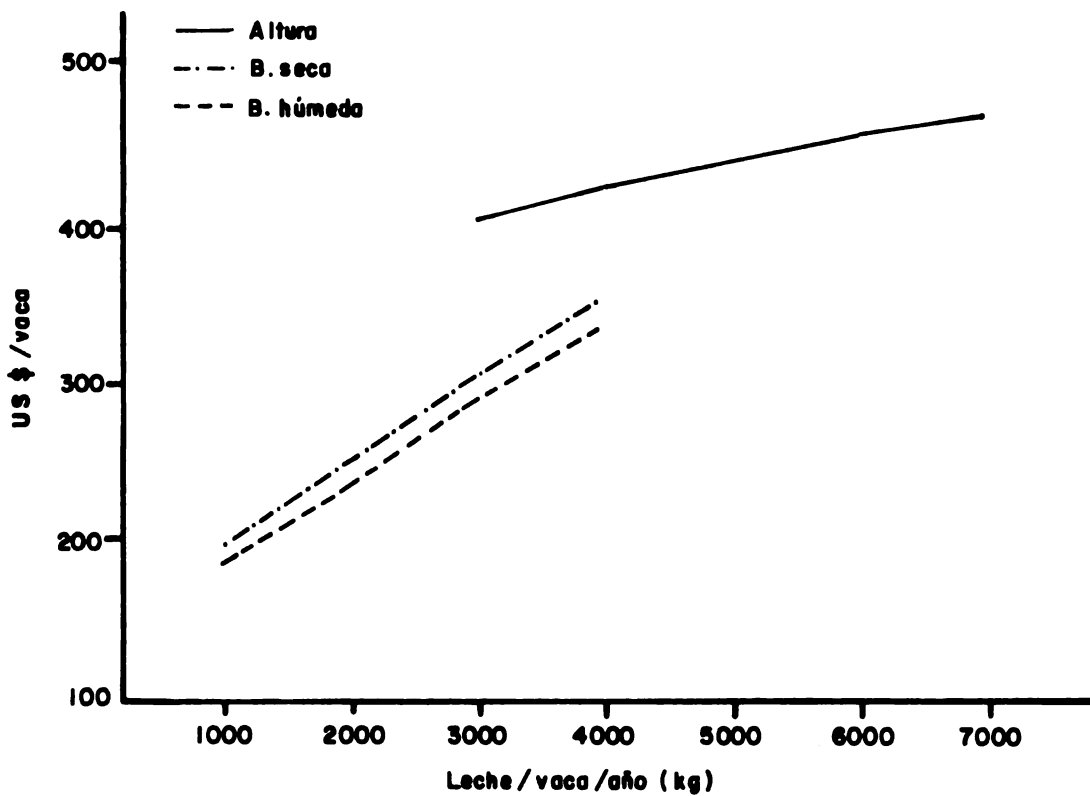
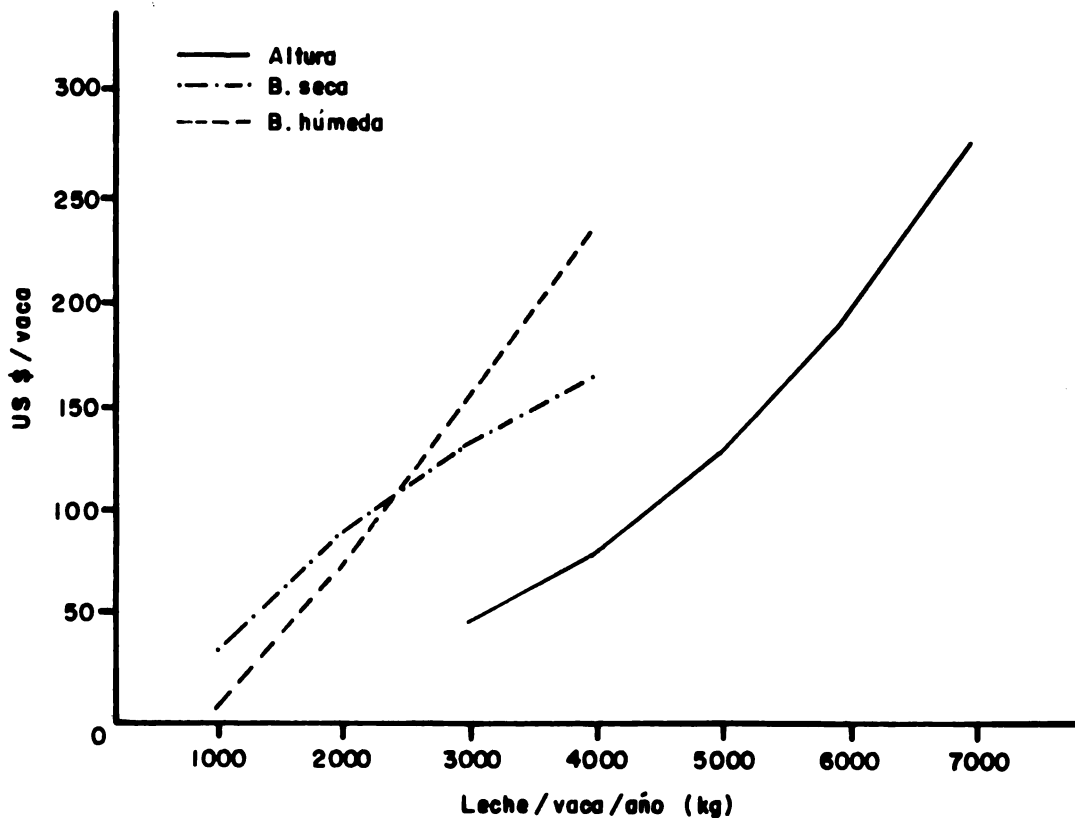
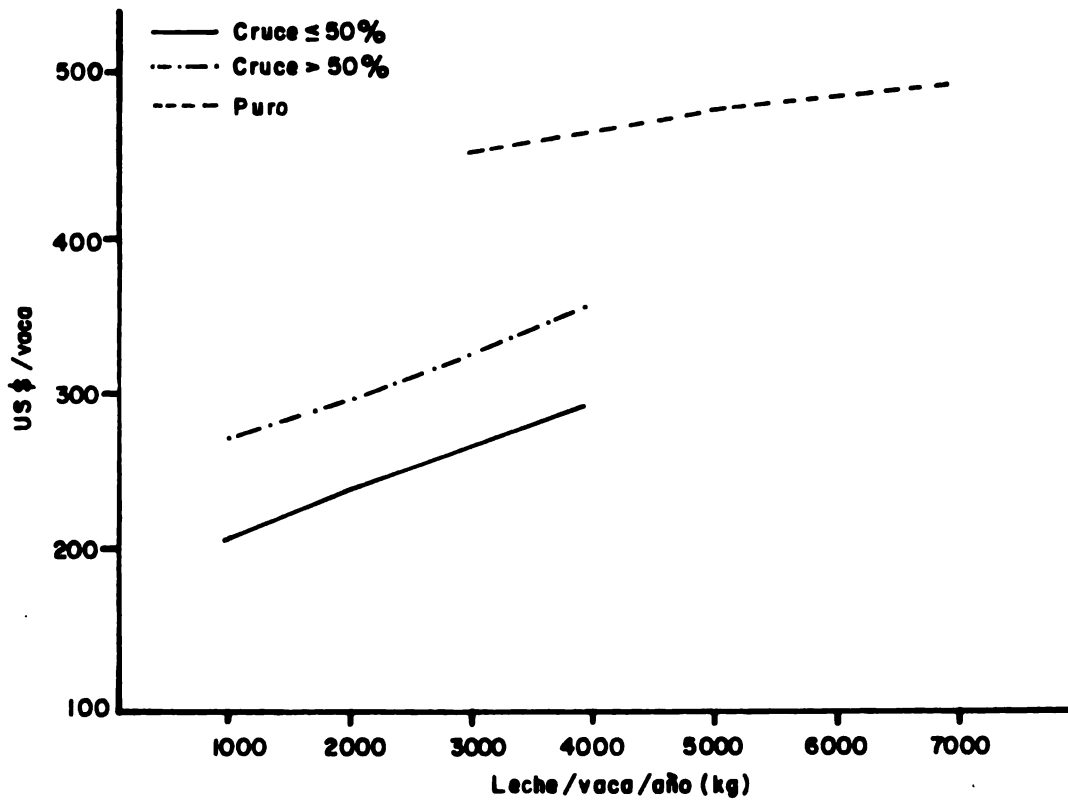


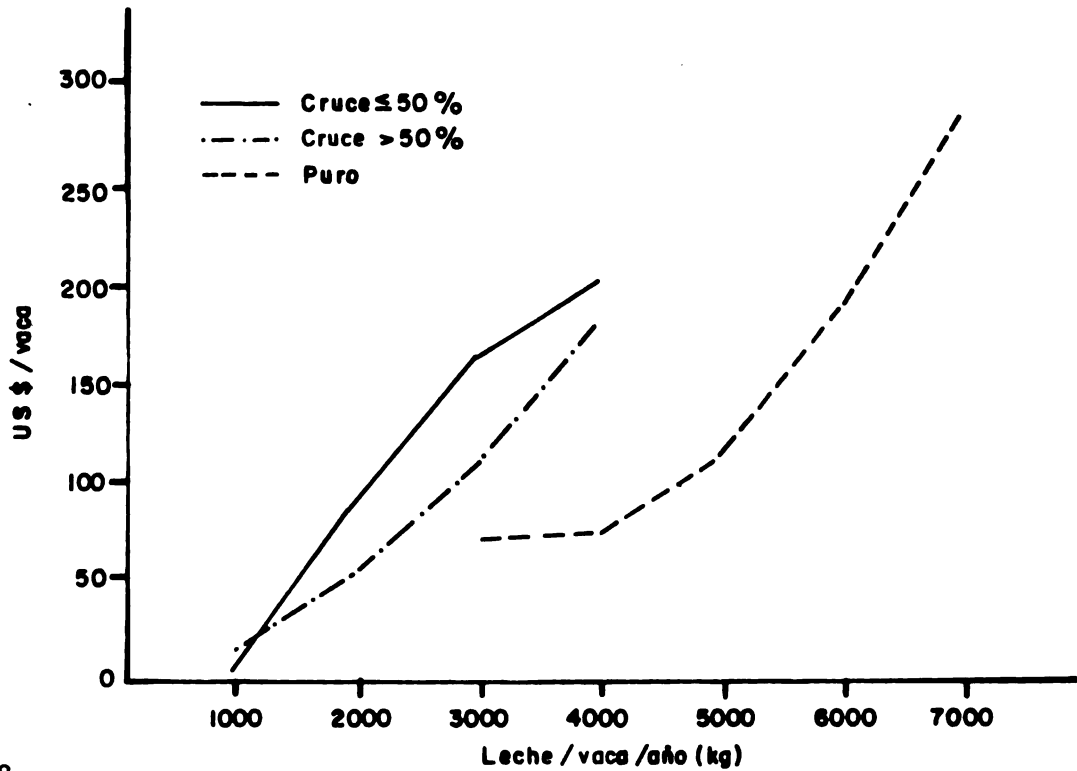
Figura 4. Margen de ganancia por vaca según región del país.



**Figura 5. Costos variables anuales por vaca según grado de germoplasma Holstein.**



**Figura 6. Margen de ganancia anual por vaca según grado de germoplasma Holstein.**



climas templados (Blake *et al.*, 1986). Los cruces de razas lecheras superaron a las razas puras en rendimiento de leche y eficiencia reproductiva cuando la parición es en la época caliente, pero no así en la estación fría (Blake *et al.*, 1986). La regresión del rendimiento de leche de hijas cruzadas sobre el valor de cría de sus padres, cuyas diferencias predichas (DP) fueron estimadas a partir de la progenie de razas puras, fue prácticamente igual a las respuestas de las hijas puras (Ruvuna y McDaniel, 1983). Además, el potencial genético en la leche fue similarmente expresado en animales puros y en cruzados bajo condiciones en Estados Unidos.

McDaniel (1987) cautelosamente resumió que las interacciones en el rendimiento de leche a partir de hijas que sobrevivieron, no han sido muy significativas en áreas templadas. El agregó que "los datos pocas veces han sido suficientes como para obtener pruebas potentes de las interacciones para resistencia a enfermedades, costos de salud, sobrevivencia a diferentes edades, valor de la carne, y características de lactancias posteriores (por ejemplo, mérito económico total)". Las diferencias genéticas sustanciales en la estabilidad del Holstein norteamericano han sido identificadas (Blake, 1987). Estudios realizados en Europa mostraron que las diferencias raciales en el valor neto económico fueron muchas veces más pequeñas que para el rendimiento de leche (McDaniel, 1987). Dados estos resultados, ¿cuál es la verosimilitud de interacción del genotipo con el ambiente para tener utilidades en ambientes tropicales?

Un modelo que maximiza las utilidades (índice lineal de mérito neto) ha sido desarrollado para seleccionar sementales para inseminación artificial en forma óptima (IA), bajo varias condiciones económicas, de políticas de selección y condiciones de manejo que afectan las utilidades (McMahon *et al.*, 1985; Wilcox *et al.*, 1984). Short *et al.* (1987) mostraron que el valor presente neto (VP) de inseminación artificial (IA) (por ejemplo, selección intensiva de toros) no es la misma para todos los productores estadounidenses. Los desembolsos fueron mucho mayores en los hatos de alto rendimiento que en los de bajo rendimiento, y los costos de elegir sementales sub-óptimos difirieron de acuerdo a la política de selección. Por lo tanto, ¿cuán provechoso es el germoplasma exótico (por ejemplo, semen importado) en los sistemas de producción ganadera en los trópicos?

El modelo VP\$ para semental fue utilizado para determinar las utilidades de IA con sementales Holstein de EU para las condiciones lecheras en México (Blake *et al.*, 1988). Además de los precios actuales de leche y semen en México, se consideraron tasas alternativas de interés real (7% y 10%), tasas de concepción (30% y 50%), y rendimiento promedio de leche por hato (6.500 y 6.999 Kg y menor que 5.500 Kg de ME de la leche) Las PD's de 198 toros con semen disponible en México fueron acreditadas con 300 kg de leche y 9 kg de grasa para dar cuenta del efecto en las ganancias a partir de una base genética inferior a la de EU. Las PD's para leche y grasa fueron multiplicadas por los coeficientes de regresión de EU menores que la unidad (por ejemplo,  $b=0,75$  Kg de leche/Kg de PD en leche) para describir la menor cantidad de leche producida en los hatos mexicanos de menor rendimiento debido a que la respuesta a la selección aumenta con el rendimiento promedio del hato. El riesgo de cambios inciertos en el precio de la leche, el costo de los insumos, y la tasa de interés real fueron restringidos, al considerar solo una generación de descendientes (por ejemplo, hijas) en el horizonte de la planificación financiera.

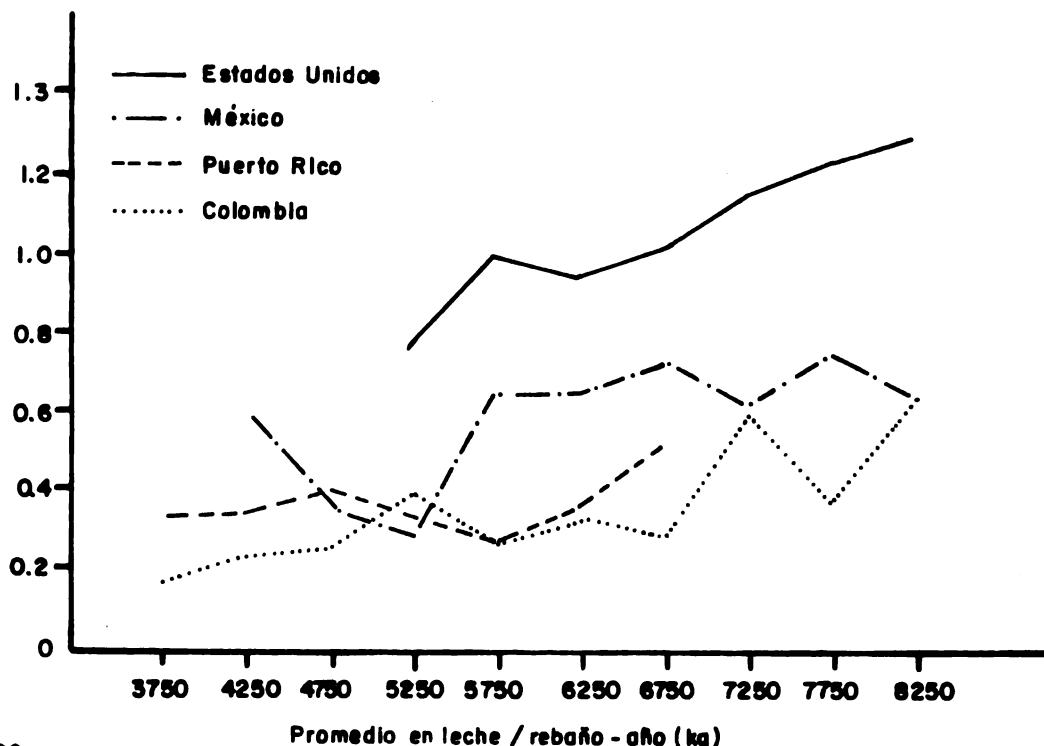
La clasificación de los toros y las utilidades a partir del semen de Holstein de EU fueron sensibles a la producción promedio de leche del hato y la tasa de concepción (Blake *et al.*, 1988). Para las consideraciones en esta simulación, al menos la mitad de los sementales dieron ganancias positivas en la inversión. Sin embargo, como en EU, la mayoría de los sementales IA que daban ganancias en México fueron menos costosos que los toros que daban ganancias promedio. El 10% óptimo de sementales difirió entre los hatos mexicanos alternativos con alto o bajo rendimiento en leche y tasa de concepción. Además, la categoría de coeficientes de correlación entre el VP de toros en los EU, y México varió desde 0,70 a 0,92, indicando que la información sobre las ganancias en EU, fue menos eficiente que la información mexicana para identificar los toros que dan más ganancias. Una limitante reconocida de este estudio fue el

desconocimiento de la respuesta en leche de las hijas por unidad de valor genético del semental y, consecuentemente, los ingresos brutos por leche a partir de IA para las condiciones de fincas en México.

Stanton *et al.* (1988) estimaron las respuestas en las hijas al PD del semental para producción de leche en Colombia, México y Puerto Rico. La Figura 7 muestra las relaciones entre estos coeficientes de regresión y el promedio de rendimiento de leche por hato-año. Nótese especialmente que las respuestas en leche fueron menores en estos ambientes que en los hatos con el más bajo rendimiento en los EU. También, las respuestas en leche tendieron a ser mayores en México que en los hatos de Colombia o Puerto Rico con el mismo rendimiento promedio de leche por hato. Los coeficientes promedio por país fueron  $0,60 \pm 0,02$  para México,  $0,30 \pm 0,02$  para Colombia,  $0,33 \pm 0,02$  para Puerto Rico, y 1,0 para EU. El Cuadro 1 contiene los coeficientes dentro de las clases de desviación estándar para el hato-año para estos países de Latinoamérica. Los hatos con mayor variación en Colombia y México, presentaron respuestas mayores. Estas diferencias entre países y hatos indican una variación genética heterogénea en leche entre estos ambientes latinoamericanos, todos menores que en EU. Esta comprensión de las diferencias genéticas puede cambiar las decisiones de mejoramiento, de una escogencia de raza preferida o semental, a una escogencia indiferente basada en una única característica, como es la producción de leche. Un programa diferente de escogencias de mejoramiento puede aparecer cuando se consideran el índice neto económico de características múltiples y el riesgo (por ejemplo, varianza del ingreso neto).

Holmann *et al.* (1988) usó coeficientes de regresión a partir de Stanton *et al.* (1988) para comparar los beneficios económicos del semen estadounidense comercializado durante 1987 en Colombia, México y Venezuela. El Cuadro 2 muestra los resultados finales disparejos producto del semen estadounidense en hatos lecheros de estos países. Las ganancias económicas esperadas fueron deprimentes para los hatos de Colombia y Venezuela o vacas con tasas de concepción promedio al primer servicio de 30%.

**Figura 7. Coeficientes de regresión de la respuesta en leche esperada por hija a la diferencia estimada en Colombia, México, Puerto Rico y EE.UU.**



**Cuadro 1. Coeficientes de regresión (b) y errores estándar (EE) para las respuestas de las hijas a la diferencia predicha en leche dentro de las clases de desviación estándar dentro del rebaño-año (DE) en Colombia, México y Puerto Rico.**

D (Kg)	COLOMBIA		MEXICO		PUERTO RICO	
	b	EE	b	EE	b	EE
500 < 750	0,13	0,04	0,43	0,09		
< 875	0,15	0,04				
<1000	0,22	0,04	0,11	0,10	0,29	0,04
<1125	0,34	0,05	0,34	0,04		
<1250	0,31	0,07	0,43	0,04	0,32	0,05
<1500	0,51	0,07	0,59	0,03	0,36	0,08
<1750	0,51	0,16	0,64	0,04	1,14	0,38
<2000	1,06	0,57	0,87	0,08		
<2250			1,08	0,20		
TOTAL	0,30	0,02	0,60	0,02	0,33	0,02

**Cuadro 2. Valor presente neto promedio (VP\$), porcentaje de toros con VP\$ mayor que cero, y precios de semen para todos los toros y aquellos con VP\$ positivo para los 102, 198 y 47 toros Holstein disponibles para la compra en 1987 en Colombia (COL), México (MEX), y Venezuela (VEN) para coeficientes de regresión promedio de la respuesta en leche de las hijas en la diferencia estimada de sementales de 0,3 para COL y VEN, y 0,6 para MEX. Tasas de concepción en el primer servicio de 30 y 50% (TC), y tasa de interés real de 7% (TIR).**

PAIS	Combinación		VP\$ <sup>1</sup>		Precio del semen	
	TC	TIR	todos	> 0	VP\$ > 0	Todos
	— % —			(%)	(\$/unidad)	
COL	30	7	-118	2	3,50	17
	50	7	-55 <sup>2</sup>	17 <sup>2</sup>	5,65 <sup>2</sup>	17
MEX	30	7	-84	43	6,42	18
	50	7	-18	76	8,41	18
VEN	30	7	-51	11	3,20	9
	50	7	-17 <sup>2</sup>	47 <sup>2</sup>	4,55 <sup>2</sup>	9
EU <sup>3</sup>	50	3	54	93	10,82	13

<sup>1/</sup> Promedio de tres lactancias durante la vida útil de una hija.

<sup>2/</sup> Promedios si b=0,6 kg/kg donde -15 VP\$, 56% con VP\$>0, y precio del semen de \$9,19/unidad para toros con VP\$>0 en Colombia; y 19VP\$, 85% con VP\$>0, y precio del semen de \$6,60/unidad para toros con VP\$>0 en Venezuela.

<sup>3/</sup> 394 toros, 50% TC, 3% TIR, y respuesta en leche de 1,0 Kg/Kg.

## **PROBLEMAS EN LAS PRUEBAS DE PROGENIE**

Las evaluaciones exactas del semental son frecuentemente impedidas por poblaciones animales pequeñas y por la falta de apoyo financiero a los programas de registros de producción de datos que están escasamente distribuidos, con los sementales y los años confundidos. Abubakar *et al.* (1986) afirmó que "resultados de este... y otros (estudios) conducen a fuertes reservas sobre el valor de las pruebas de progenie en ambientes con niveles de alimentación bajos a medios que están sujetos a grandes efectos anuales". Morales *et al.* (1988) analizaron 11 años de datos en 9 hatos de la raza Carora en el estado de Lara, Venezuela. La heredabilidad de rendimiento de leche en la primera lactancia mediante procedimientos restringidos de máxima verosimilitud fue del 10% con un mínimo de 5 hijas por cada uno de los 44 sementales. Solamente 28 sementales tuvieron 10 o más hijas, el cual fue el mínimo recomendado por Abubakar *et al.* (1986) para romper la confusión de sementales y años. La baja heredabilidad y la confusión entre pocos sementales en pocos años limita severamente la información obtenida a partir de costosos programas de prueba de progenie. Una inversión de recursos más productiva podría ser análisis estadístico genético apropiado para obtener información genética valiosa de los germoplasmas para su uso potencial en programas de cruzamiento.

## **INFORMACION GENETICA A PARTIR DE ESTUDIOS DE CRUZAMIENTOS**

La inversión de recursos en más experimentos de cruzamiento diseñados solamente para análisis con modelos estadísticos de efectos fijos (por ejemplo grupo racial) no es importante. Las estrategias de mejoramiento ya no son ayudadas por las medias de mínimos cuadrados y las constantes de grupos raciales, donde las diferencias entre ellas son las sumas de efectos genéticos aditivos, de dominancia, epistáticos y maternos peculiares a los grupos raciales estudiados. Robison *et al.* (1981) adaptaron métodos de análisis de cruzamientos dialélicos en plantas a datos de mejoramiento animal. Varios estudios (Robison *et al.*, 1981; Ruvuna *et al.*, 1983; Supreme, 1986) aplicaron esta metodología para determinar los efectos genéticos promedio y específico de razas lecheras de EU., aditividad, heterosis y efectos maternos. La estimación de estos efectos aleatorios permite predecir el comportamiento de grupos cruzados no estudiados. Posteriormente, con base en las estimaciones de estos componentes genéticos, los grupos raciales cruzados pueden ser generados estratégicamente y su comportamiento puede ser validado bajo las condiciones pertinentes de campo. Los beneficios más grandes a partir de la transferencia de embriones pueden provenir del uso de esta para crear o aumentar las muestras de grupos genéticos para evaluación (Lee *et al.*, 1986), o para realizar nuevos experimentos dialélicos.

La Holstein fue superior en comparación a las razas Ayrshire y Pardo suizo de EU. en efectos aditivos y maternos para rendimiento de leche y eficiencia alimenticia (Robison *et al.*, 1981; Ruvuna *et al.*, 1983; Supreme, 1986), y en efectos aditivos para edad al primer parto e intervalo postparto hasta los primeros cuatro estros (Supreme, 1986). Los efectos de heterocigosidad fueron también cuantificados. Martínez *et al.* (1988) analizaron cruces Holstein-Cebú a partir de 14 hatos brasileños, cuantificando los efectos aditivos y heterocigóticos de las razas, las cuales responden por casi toda la variación genética en la mayor parte del rendimiento de leche y características reproductivas. Los efectos heterocigóticos y aditivos de Holstein aumentaron la producción de leche y disminuyeron la edad al primer parto. Coincidiendo con otros estudios, las conclusiones en Martínez *et al.* (1988) fueron que el funcionamiento del cruce mejoró "a medida que el porcentaje de genes Holstein aumentaba hacia el 50%. Incrementar la fracción de genes de Holstein más allá del 50% puede ser benéfico en explotaciones intensivas, donde los hatos son bien manejados, pero no sería muy útil bajo manejo de pastos menos intensivo, que es lo que predomina, salvo en la región sureña del

Brasil". Ninguno de estos estudios detectó variación importante atribuible a epistasis. Enfield y Aklesaria (1986) usaron simulación para evaluar la importancia de la epistasis de pico múltiple en poblaciones subdivididas. Se encontró ventaja para la gran población seleccionada en masa.

## INVESTIGACIONES POR SIMULACION

Hasta aquí nuestro interés es obtener información económica y genética, especialmente a partir de datos de campo en condiciones tropicales (Martínez *et al.*, 1988), para diseñar programas prácticos de mejoramiento que aseguren beneficios a los productores. La simulación es un método útil— quizás el más eficaz-en-costo— para colaborar con los productores mediante la consolidación de la información genética, económica y de manejo para determinar las alternativas de toma de decisiones. Kinghorn (1986) mostró cómo este podría ser ejecutado para identificar y clasificar económicamente diseños promisorios de cruzamientos en donde los efectos genéticos aditivos y no aditivos de las razas fueran tomados en cuenta. Aunque tanto el modelo matemático, como la simulación tienen alto potencial (por ejemplo, evaluar decisiones de manejo, clarificar conceptos, formular hipótesis alternativas, diseñar experimentos críticos), su valor relativo depende de la exactitud al describir los procesos biológicos que causan variación en el comportamiento del animal.

Los beneficios potenciales de la simulación de sistemas animales han sido presentados. Véase la revisión de Chudleigh y Cezar (1982) de modelos bio-económicos aplicados a la producción de carne. Las contribuciones de estos modelos de "análisis de sistemas" han quedado cortos en su potencial debido en parte a que los componentes genéticos e interacciones que son de especial importancia en ambientes tropicales no fueron especificados. Para ilustrarlo, recordemos nuestra crítica de la pobre información genética de los efectos fijos, y del análisis estadístico de grupos cruzados. En consecuencia, las evaluaciones simuladas de las opciones de mejoramiento son abreviadas cuando los grupos de animales son solo descritos fenotípicamente. Las inferencias acerca de las estrategias de mejoramiento no son adecuadas debido a que la información genética es solamente a partir de la coincidencia esperada de la media del fenotipo y su genotipo agregado subyacente.

Otra limitación crítica de los modelos de "sistemas", especialmente en el contexto de los ambientes tropicales, es la rala descripción de las relaciones biológicas causantes de respuestas animales. Esta presentación requiere de una descripción más precisa de la interacción de los efectos físicos-(bio)químicos en la calidad del forraje, el apetito y la expresión genética. La investigación por medio del "análisis de sistemas" será realizada por los esfuerzos de mejorar las descripciones teóricas de los procesos biológicos subyacentes, especialmente para situaciones trópicas donde los resultados empíricos son escasos y la información es costosa.

Williams *et al.* (1988) utilizó un enfoque teórico- mecanicista para predecir el consumo de materia seca (MS) para diferentes raciones de forraje de vacas lecheras. Las interacciones entre propiedades químicas y físicas de los alimentos y las características biológicas de las vacas fueron caracterizadas usando ecuaciones derivadas teóricamente. El llenado del tracto digestivo fue descrito matemáticamente por dos componentes de la dieta: fibra detergente neutra (por ejemplo, constituyentes de la pared celular) y una relación de calidad [(hemicelulosa + celulosa)/lignina]. El apetito fue una función de la capacidad del tracto digestivo, proteína cruda de la dieta, las reservas del tejido corporal, y la habilidad para producir leche (Williams *et al.*, 1988).

Se necesita más trabajo para describir matemáticamente las bases teóricas de las interacciones del genotipo con los ambientes tropicales con respecto a apetito, características múltiples y utilidades. Por ejemplo, las relaciones entre la calidad del forraje, medias y varianzas del consumo de MS y las características de producción (Figura 1), y los cambios asociados en las varianzas y parámetros genéticos sugieren que una relación funcional podría derivarse para graduar componentes genéticos y predecir expresión genética en ambientes diferentes.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ABUBAKAR, B. Y.; MCDOWELL, R. E.; WELLINGTON, K. E.; VLECK, L. D. VAN. 1986.** Estimating genetics values for milk production in the tropics. *Journal of Dairy Science* (EE.UU) 69(4):1087-1092.
- ABUBAKAR, B. Y.; MCDOWELL, R. E.; VLECK, L. D. VAN. 1987.** Interaction of genotype and environment for breeding efficiency and milk production of Holsteins in México and Colombia. *Tropical Agriculture (Tri.)* 64(1):17-22.
- BLAKE, R. W. 1987.** La longevidad, clave en el mejoramiento genético. *Holstein Latinoamericano (Méx.)* 1(4):16-23.
- BLAKE, R. W.; HOLMANN, F. J.; GUTIERREZ, J.; CEVALLOS, G. F. 1988.** Comparative profitability of United States Holstein artificial insemination sires in México. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 71(5):1378-1388.
- BLAKE, R. W.; MCDANIEL, B. T.; PEARSON, R. E.; MCDOWELL, R. E.; WILCOX, C. J. 1986.** Genetic methods of improving dairy cattle for the South: A review and prospects from regional project S-49. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 69(4):1098-1109.
- CHUDLEIGH, P. D.; CEZAR, I. M. 1982.** A review of bioeconomic simulation models of beef production systems and suggestions for methodological development. *Agricultural Systems (Reino Unido)* 8(4):273-289.
- ENFIELD, F. D.; ANKLESARIA, F. 1986.** An evaluation of multiple peak epistasis and population structure in directional selection programs. *In: World Cong. Gen Appl. Live. Prod. (3.). (Proceedings).* v. 12 p. 283.
- HOLMANN, F. J. 1988.** Field survey of perceptions about upgrading Zebu breeds with Holstein genes in Venezuela (no publicado).
- HOLMANN, F. J.; BLAKE, R. W.; OLTENACU, P. A.; BARKER, R.; MILLIGAN, R. A.; STANTON, T. L. 1988.** Economic returns from US Holstein semen in Colombia, Mexico and Venezuela (no publicado).
- KINGHORN, B. P. 1986.** Mating plans for selection across breeds. *In Proc Third World Cong. Gen Appl. Live. Prod. (3.). (Proceedings).* v. 12 p. 233.
- LEE, A. J.; MCALLISTER, A. J.; LIN, C. Y. 1986.** Sib testing with embryo transfer in Dairy cattle improvement design of experiment. *In Proc Third World Cong. Gen Appl. Live. Prod. (3.). (Proceedings).* v. 12 p. 315.
- MARTINEZ, M. L.; LEE, A. J.; LIN, C. Y. 1988.** Age and Zebu-Holstein additive and heterotic effects on lactation performance and reproduction in Brazil. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 71(3):800-808.
- MCDANIEL, B. T. 1987.** Principles of germplasm comparisons. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 70(2):414-417.
- MCDOWELL, R. E. 1985.** Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk, health, and fitness. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 68(9):2418-2435.
- MCMAHON, R. T.; BLAKE, R. W.; SHUMWAY, C. R.; LEATHAM, D. J.; TOMASZEWSKI, M. A.; BUTCHER, K. R. 1985.** Effects of planning horizon and conception rate on profit-maximizing selection of artificial insemination sires. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) no. 68:2295.



- MERTENS, D. R. 1983. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimates the net energy content of forages. In Cornell Nutr. Conf. (Proceedings). p. 60.
- MORALES, F.; BLAKE, R. W.; STANTON, T. L. 1988. Effects of age, season of calving, cow, and sire on milk yields of Carora cattle in Venezuela (no publicado).
- ROBISON, O. W.; MCDANIEL, B. T.; RINCON, E. J. 1981. Estimation of direct and maternal additive and heterotic effects from crossbreeding experiments in animals. Journal of Animal Science no. 52(1):44-50.
- RUVUNA, F.; MCDANIEL, B. T. 1983. Relationships of predicted differences of dairy bulls and the performance of their crossbreed progeny. Journal of Animal Science 57(5):1133-1137.
- RUVUNA, F.; MCDANIEL, B. T.; MCDOWELL, R. E.; JOHNSON, J. C.; HOLLON, B. F.; BRANDT, G. W. 1983. Crossbred and purebred dairy cattle in warm and cool seasons. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 66(11):2408-2417.
- SHORT, T. H.; BLAKE, R. W.; SHUMWAY, C. R.; TOMASZEWSKI, M. A. 1987. Milk yield, sire selection profitability, and selection error costs. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 70(10):2112-2115.
- STANTON, T. L.; BLAKE, R. W.; VAN VLECK, L. D.; QUASS, R. L. 1988. Milk response to US Holstein sire selection in Mexico and Puerto Rico. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 71 (Supl. 1) no. 71:235.
- SUPREME, F. 1986. Genetic evaluation of crossbred dairy cattle for milk production, feed efficiency, and reproduction. M. S. Thesis Mg. Sc., Texas A & M University, College Station. 112 p. (no publicado).
- SYRSTAD, O. 1985. Relative merits of various Bos taurus dairy breeds for crossbreeding with Bos indicus cattle. Livestock Production Science (Holanda) 13(4):351-357.
- TOWNSEND, P.; BLAKE, R. W.; SNIFFEN, C. J.; SOEST, P. J.; SISLER, D. J. VAN; MORALES, M. 1988. Low cost feeding strategies for dual purpose cattle in Venezuela (no publicado).
- VACCARO, L. 1984. The comparative performance of Holstein Friesian and Brown Swiss breed in crosses with tropical cattle: A review of literature. Tropical Animal Production 9(2):86-90.
- VANSOEST, P. J. 1987. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, N.Y., EE.UU, Cornell. Univ. Press.
- WILCOX, M. L.; SHUMWAY, C. R.; BLAKE, R. W.; TOMASZEWSKI, M. A. 1984. Selection of artificial insemination sires to maximize profits. Journal of Dairy Science (EE.UU.) 67(10):2407-2419.
- WILLIAMS, C. B.; OLTENACU, P. A.; SNIFFEN, C. J. 1988. Application of neutral detergent fiber in modelling feed intake, lactation response, and body weight changes in dairy cattle. Journal of Dairy Science (EE.UU.) (en prensa).
- WILLIAMS, C. B.; OLTENACU, P. A.; SNIFFEN, C. J. 1988. Refinements in determining the energy value of body tissue reserves and tissues gains from growth. Journal of Dairy Science (EE.UU.) (en prensa).

## **GENETICA ANIMAL COMO COMPONENTE INTEGRAL DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION BOVINA EN EL TROPICO**

*José M. Berruecos<sup>1</sup>*

En la época prehispánica, los habitantes de Mesoamérica tenían pocas oportunidades de obtener proteína de origen animal. Pocas especies eran consideradas en la dieta y estas fueron modificadas o extinguidas al implantarse la cultura europea. Tal es el caso del xoloescuintle, un perro que se engordaba con maíz, el pecán, el venado, el pavo y peces tanto lacustres como marinos. El ajolote y otros batracios, reptiles e insectos eran también un componente importante en la alimentación. Se tienen evidencias de la existencia de granjas con conejos y pavos, de la forma como se traía el pescado fresco desde la costa hasta la capital y de los inspectores sanitarios en los mercados de la gran Tenochtitlan.

Con la conquista, llegaron primero el caballo y el mastín, quienes sin duda fueron un factor importante en la derrota azteca. Posteriormente llegaron los bovinos, ovinos, caprinos y cerdos, los cuales al no encontrar depredadores, se expandieron por todo el nuevo mundo, llegando en algunos casos a volverse silvestres como ocurrió en el sur de los Estados Unidos de América con el caballo y los cuernos largos. Así, en la colonia crecieron las grandes haciendas con miles de cabezas, o los rebaños transhumantes de grandes cantidades de ovinos.

En 1853 se funda en México la primera escuela de veterinaria del continente. Sin duda, fue importante la influencia de los veterinarios franceses que acompañaron a Maximiliano en su fallida aventura imperial. De esta forma, la educación veterinaria se orientó principalmente al cuidado del caballo militar y el de transporte civil. Es importante comentar que el primer egresado de la Escuela, estudió con Louis Pasteur y trajo la vacuna antirrábica a América, evitando así la propagación de esta terrible enfermedad, siendo esto a pocos años del trabajo en Francia.

En 1910 se inicia la Revolución Mexicana en donde el caballo vuelve a ser un factor importante en la movilización del ejército. También hay que mencionar que una de las ideas más fuertes durante el movimiento armado fue el reparto de tierras y la desaparición del latifundio como base de la reforma agraria. Esto reducirá el tamaño de los hatos, limitando los números de inventario de los cuales hay que seleccionar. Además, pondrá cercas en terreno que antes se usaban comunalmente en trabajo pastoril.

En la década de los cuarenta, México tiene un fuerte brote de fiebre aftosa. Si bien, diezmó la población animal, tanto por muerte como por el procedimiento de sacrificio que se usó al principio de la campaña, permitió el desarrollo fuerte de la educación y la investigación veterinaria, el desarrollo de centros de fomento, la inseminación artificial y esquemas de producción modernos y rentables. Posteriormente "New Castle", laringo traqueitis y bronquitis infecciosa en aves, y cólera en cerdos obligó al desarrollo de líneas de investigación paralelas tanto por el sector oficial como por las universidades. Por parte del gobierno federal, el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (ahora INIFAP) publica los resultados de su investigación en "Técnica Pecuaria en México". En la Universidad Nacional Autónoma de

---

<sup>1/</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

México (UNAM), la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia lo hace por medio de su revista "Veterinaria - México".

La UNAM cuenta con seis estaciones experimentales, una de ellas en Martínez de la Torre, Veracruz, en el trópico del Golfo de México. En este Centro de investigación y gracias al apoyo de agencias internacionales (FAO, PNUD, Energía atómica, entre otras), gobiernos (Australia y Suecia) así como fundaciones nacionales y extranjeras, se llevan a cabo trabajos en producción de leche y carne en los trópicos. Así, se inició un programa para el cruzamiento Holstein-Indubrasil y los resultados muestran que la producción del F-1 no es superada por ningún otro tipo o combinación entre razas. Se han llevado a cabo siete módulos lecheros con los campesinos de la región y se pretende, por medio de trasplante de embriones F-1 (*in vitro*) mantener el tipo racial en las vacas híbridas.

En 1963, el INIP inició sus trabajos con el borrego Tabasco o pelibuey con un lote de ovinos adquiridos en Tenogique, Tabasco. Los primeros trabajos estudiaron morfología, color y otras características externas. La presencia ocasional de cuernos en algunos machos, se atribuye más a cruza con ovinos criollos de origen español. El INIP incorporó en sus estudios animales Vientre negro y pelibuey importados de Barbados y Cuba, respectivamente. No creemos que existan grandes diferencias entre ellos con el "West Africa" de Venezuela o el Criollo de Colombia y Centroamérica. Estos animales debieron llegar al Caribe con los viajes de esclavos provenientes de Africa, pues son muy parecidos entre sí, y con los borregos de la zona occidental del continente africano.

Se realizaron cruces con borrego Berberiano y Marco Polo obteniéndose solamente abortos en el 1er tercio de la gestación. Posteriormente se encontraron diferencias en el número y en el bandeo cromosómico. Sin embargo, la cruza con el borrego Mufflón, da crías fértiles (machos con cuernos similares al Mufflón) y con características etológicas similares al borrego salvaje. Con relación a la fertilidad se puede decir que no presentan estacionalidad; que el porcentaje de parto gemelar triple es de aproximadamente entre 30% y 40%; y que el índice de herencia para fertilidad se incrementa cuando la evaluación se realiza con la información de los tres primeros partos, teniendo un valor superior a 0.30.

En programas de cruzamiento, los mejores resultados se obtienen con la cruza de Suffolk en producción de carne y con Dorset en producción de lana. En programas comerciales, la hembra Tabasco-Suffolk se cruza con sementales de otra raza o combinación, logrando así aumentar los partos gemelares y evitar la estacionalidad.

Otros trabajos que se realizan en el centro de Martínez de la Torre, Ver., tratan de estudiar las posibilidades en el uso comercial de fauna silvestre, acuicultura, forrajes tropicales, gusano de seda y desde luego, apoya los programas de especialidad, Maestría y Doctorado que tiene la facultad para zonas tropicales.

Un proyecto que quisiera comentar es el que llamamos "Tapete mágico". Sobre un piso duro (plástico, cemento, paja) se pone una cama de 5 cm de esquilmos agrícolas bien picados (rastrojo, paja, bagazo o bagacillo, etc.) y se humedece. Ese mismo día se pone la semilla (gramínea o leguminosa) a escarificar con cal en agua. Al día siguiente se enjuaga y se siembra a alta densidad (2 kg de semilla por m<sup>2</sup>) depositándola encima de la cama y cubriendo con 1 cm más del esquilmo. Es importante evitar la radiación solar directa y mantener la humedad. En 4 días empezarán a brotar las plantas y entre 9 y 12 días se puede cosechar simplemente enrollándolo, y en esa forma se da al ganado. Este germinado produce cerca de 20 kg por m<sup>2</sup> y alcanza 20% de proteína base seca, cuando se usó una gramínea, y hasta 30% cuando fue leguminosa. Nosotros recomendamos semillas pequeñas y baratas (cebada o lenteja) y si se escalonan los días de siembra se puede tener una producción abundante y constante de un excelente forraje.

Otro proyecto que quería comentar se inició en 1970 con la ayuda de un ganadero, el Sr. Angel Castellón de Tamuin, San Luis Potosí, en la huasteca Mexicana. A partir de ganado Indobrasil se realizó una selección para escoger los animales con menor talla, a pesar de haber tenido buen suplemento. En esta forma, y después de seis generaciones, se produjeron las

**"minivacas", como se conocieron después de la difusión dada por la prensa internacional. El programa original era con la idea de tener un animal de laboratorio o para constatación de bacterias y vacunas. Sin embargo, presenta otras posibilidades : las hembras adultas pesan alrededor de 150-160 kgs y los machos entre 190-220 kg, el peso al nacer es cercano a 6 kg.**

**La altura a la cruz en las hembras es entre 60 y 80 cm y en los machos de 70-90 cms. La producción de leche entre 3 y 4 lt al día. En este rancho, una vaca típica Indobrasil requiere una hectárea. En esa misma superficie pueden estar 10 minivacas, lo cual triplica la carga en términos de carne y quintuplica la producción de leche por ha. Además, se ahorra en cercas y construcciones y el manejo es mucho más fácil.**

**Ahora, se están haciendo trabajos básicos para estudiar mejor los cambios que estos animales presentan, pretendemos aumentar el rebaño usando transferencia de embriones y cruzar la mini con Jersey a fin de estudiar el rendimiento de una mini-F1 en condiciones tropicales. Creo que hay que recalcar que otras variedades pequeñas (sorgo, maíz, trigo y la gallina "Vedette francesa") han mostrado una buena cantidad de ventajas para el mejor uso de parcelas, haciéndolas mucho más productivas en función de su superficie.**

**Para finalizar, solo quisiera recalcar la importancia que tiene el que incrementemos la investigación en los trópicos. Somos nosotros quienes lo tenemos y quienes tenemos la obligación de hacerlo producir en forma eficiente para obtener los alimentos que nos demanda nuestra creciente población. Debemos también fomentar la comunicación a fin de evitar errores y multiplicar éxitos. No podemos continuar con la importación de tecnología que jamás ha sido puesta a prueba a nuestras condiciones. Es una gran responsabilidad y el tiempo se acaba.**

## CARACTERIZACION FENOTIPICA DEL GANADO BARROSO CRIOLLO SALMECO

*Raúl A. Melgar D.\* y Romeo Solano A.\*\**

### INTRODUCCION

El ganado criollo es el más antiguo de América Latina, pero en los últimos años se encuentra en proceso de absorción por cruzamiento con razas introducidas a fines del siglo XIX y durante el siglo XX. Estas razas se utilizan sin ningún plan de mejoramiento genético técnicamente elaborado, que considere la conveniencia de esta práctica y generalmente se desconoce su comportamiento productivo y reproductivo bajo las condiciones de manejo del ganadero de Guatemala.

Los beneficiosos efectos de la heterosis o vigor híbrido que son manifestados especialmente en la primera y segunda generación, son frecuentemente explotados con ventaja mediante el cruzamiento de criollos (*Bos taurus*) con razas *Bos indicus* en regiones tropicales de América Latina (Muller-Haye, 1977).

Los resultados de los cruzamientos algunas veces se han interpretado equivocadamente y el mejoramiento logrado u observado ha sido atribuido exclusivamente a las razas exóticas. Además, el mejoramiento observado se ha limitado a una o pocas características de producción, sin considerar índices reproductivos y económicos.

Los datos de producción disponibles hoy en día demuestran la habilidad combinatoria de las razas criollas con otras razas, lo que hace más necesaria la adecuada evaluación de su potencial productivo y reproductivo para su conveniente uso en los países tropicales (Muller-Haye, 1977 y Pearson, 1977).

Carmona y Muñoz (1966) indican que las grandes importaciones de ganado europeo que se han hecho y se continúan haciendo para solucionar la producción del área tropical, son ejemplo clásico que ilustra los errores que se cometen.

Hasta el momento muy poco se ha hecho para evaluar al Barroso criollo, con el grave riesgo de que se pierda su valiosa adaptación y resistencia. Esta adaptabilidad es lógico creer que sea útil para una producción y reproducción económicas bajo las condiciones ambientales del trópico guatemalteco.

Desde hace veinte años la bondad del ganado criollo barroso es reconocida y apreciada por los ganaderos guatemaltecos, sin embargo, no se han realizado estudios que definan las cualidades del comportamiento productivo y reproductivo de este ganado, considerándose lamentable que este recurso genético nacional no haya despertado el interés de los técnicos y del gobierno, exponiéndolo a una lamentable e irreparable pérdida.

El presente trabajo tiene como finalidad realizar una descripción de las características fenotípicas de esta valiosa y promisoría raza.

### IMPORTANCIA DEL GANADO CRIOLLO EN LATINOAMERICA

El ganado criollo se ha considerado como una base insustituible en la explotación de ganado en condiciones adversas como las prevaletientes en Latinoamérica. Considerar lo

\* Lic. en Zootecnia (autor)

\*\* Asesor principal (presenta este trabajo en memoria del Lic. Melgar Dávila - Q.E.D.), CATIE, Turrialba, Costa Rica.

contrario sería pensar que han pasado en vano casi 500 años de selección natural por adaptación (Salazar y Cardozo, 1981).

En Colombia se ha apreciado mucho las razas criollas de dicho país y se han efectuado trabajos sobre la descripción de las características fenotípicas de las diferentes razas. Así, Hernández (1976 y 1978) describe las características y el comportamiento de la raza Romosinuano, la que también fue evaluada en Costa Rica, entre otros por Molina *et al.* (1978).

Botero (1976) realizó un trabajo con el mismo propósito, sobre la raza Blanco orejinegro; González (1976) describió la raza San Martinero y las características de la raza Costeño con cuernos fueron descritas por Rubio (1976).

En Venezuela se ha trabajado mucho en la conservación y mejoramiento de las razas criollas del país. Así, Abreu, *et al.* (1977), hacen una caracterización productiva del ganado criollo Limonero como raza lechera y de carne. Los mismos autores describieron las características del ganado Carora, tanto de conformación como de producción.

En Costa Rica, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), tiene más de 25 años de efectuar estudios de selección en el ganado criollo lechero centroamericano (Alvarez, 1975).

La importancia de rescatar los genotipos criollos en el mundo se pone de manifiesto por Hickman (1978), quien en la FAO coordinó un programa a nivel mundial para el aprovechamiento y rescate del ganado criollo.

En la República Dominicana, Rouse (1981) se refiere al renacimiento del criollo de ese país, describiendo los antecedentes y el estado actual del hato criollo dominicano. Este país antillano ha demostrado su interés en la conservación y mejoramiento de su ganado criollo pues mediante el Centro de investigaciones y mejoramiento de la producción animal (CIMPA) y la FAO, ha reunido a expertos como De Alba citado por Wilkins (1979), quien sugirió "el establecimiento de rutinas administrativas que permitan llevar los apuntes suficientes para describir el verdadero valor genético" del ganado lechero criollo. Wilkins (1979) elaboró un informe al gobierno de República Dominicana sobre el Programa de conservación y mejoramiento del ganado criollo en el CIMPA; Deaton y Parez (1980) emiten recomendaciones tentativas de la Misión FAO a la República Dominicana, donde involucran un programa de mejoramiento del ganado criollo.

El ganado Barroso Salmeco ha sido conocido por muchos expertos del mundo y han manifestado sus elogios por las atractivas características de producción y reproducción de esta raza; sin embargo, lamentablemente hasta hoy no ha sido posible despertar el interés de instituciones nacionales o extranjeras para efectuar su mejoramiento genético y aprovecharlo con mayor intensidad en la superación productiva de la ganadería nacional. Esperamos que este primer estudio sobre su caracterización fenotípica sirva para este propósito.

## **ORIGEN DEL GANADO BARROSO CRIOLLO SALMECO**

Se conoce como ganado criollo a aquel que durante muchos años se ha reproducido en una región o país, de tal manera que se ha adaptado en forma natural a las condiciones ecológicas de una región.

El ganado criollo Barroso es originario de la estirpe inicial traída a Guatemala por los españoles hace más de 400 años. Los animales Barrosos son simplemente una variación de pelaje de los criollos del resto de Centroamérica. Las razones por las cuales se incrementó en Guatemala la frecuencia de genotipos Barrosos, cuando en Nicaragua prevalecieron los bayos y los rojos, es un aspecto aún no resuelto. El último hato que ingresó al país fue traído de Navarra, España, por el Dr. Lambourt hace aproximadamente 50 años. Este ganado fue confinado en la Finca Parga de donde se diseminó a toda la República con el nombre de "Barroso pargueño" (Revista Sur, 1977; Melgar y Melgar, 1978).

Hace aproximadamente 25 años que el perito agrónomo Salvador Melgar Colón realizó una recolección de especímenes Barrosos, dentro del país guatemalteco, actualmente, cuenta con 200 animales registrados y un hato de aproximadamente 800 cabezas adultas.

El nombre de "ganado Barroso Salmeco", con que actualmente se conoce a esta ganado, corresponde a un merecido reconocimiento a la visión y esfuerzo del progresista ganadero **SAL**vador **ME**lgar **CO**lón, quien rescatara de la extinción a este valioso genotipo criollo, que constituye indudablemente un germoplasma promisorio para la superación de la ganadería del trópico americano. Por lo anterior, el nombre de esta raza criolla se formó con la primera sílaba del nombre y apellidos del señor Salvador Melgar Colón.

## LOCALIZACION DE LA FINCA DONDE SE CRIA EL BARROSO CRIOLLO

El presente estudio se realizó en la Finca "La Unión" ubicada en el municipio de Chiquimulilla del Departamento de Santa Rosa. Usando la descripción ecológica de Holdridge, citado por Ramírez (1967), esta finca se encuentra en la zona tropical húmeda, presentando una precipitación pluvial de 2,000 mm anuales, temperatura media máxima al año de 31,7°C, media máxima absoluta anual de 36,0°C y altura sobre el nivel del mar de 60 metros. Los suelos son de la serie Tiquisate, francos, color café oscuro a café muy oscuro en los primeros 25 cms. El contenido de materia orgánica varía entre el 5 y 10%, la estructura es granular fina con pH alrededor de 7 (Simmons *et al.*, 1959). La temperatura absoluta máxima y precipitación pluvial mensual, se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Temperatura máxima absoluta y precipitación pluvial (promedio de 14 años) de Chiquimulilla, Guatemala (\*).**

Mes	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	x días con lluvia
Enero	35	0,0	0
Febrero	36	1,7	1
Marzo	35	6,6	1
Abril	36	60,1	4
Mayo	36	238,7	11
Junio	34	363,3	17
Julio	34	258,1	16
Agosto	34	289,8	15
Setiembre	34	406,9	17
Octubre	34	313,6	15
Noviembre	34	50,6	4
Diciembre	34	11,8	1
Promedio	34,7	2001,8	102

(\*) Fuente: INSIVUMEH

## CARACTERIZACION FENOTIPICA DEL GANADO SALMECO

La caracterización fenotípica del ganado Barroso salmeco se hizo de acuerdo a las siguientes consideraciones:

### Morfología externa

Descripción de las características externas de la raza, definiendo:

- a. Las características generales del ganado
- b. Medidas corporales externas

- altura a la cruz;
- largo del cuerpo (del testuz a la inserción de la cola);
- largo del lomo (de la cruz a las protuberancias ilíacas);
- largo de la grupa (de la tuberosidad ilíaca a la ciática menor);
- ancho de la grupa (diámetro transversal entre protuberancias ilíacas);
- ancho de la pelvis (tuberosidad isquiáticas inferiores);
- perímetro abdominal y torácico (último arco costal y 5° y 6° espacio intercostal, respectivamente); y
- largo de los cuernos.

### **Constantes fisiológicas**

Cuantificación de las constantes fisiológicas:

- ritmo cardíaco;
- ritmo respiratorio; y
- temperatura rectal.

La cuantificación de estas constantes fisiológicas se realiza cada 15 días de 6 a 7 de la mañana y de 1 a 2 de la tarde.

- determinación de las características hematológicas de la raza, según análisis de una muestra de sangre de las 50 vacas estudiadas; y
- determinación de las características físico-químicas de la leche.

### **Parámetros productivos**

**Producción de leche por lactancia:**

- la producción de leche se determinó por medio de mediciones de la producción de leche individual cada 15 días durante el tiempo que la vaca permaneció en ordeño;
- peso del becerro al nacer y al último día de ordeño (destete); y
- peso de machos y hembras adultas.

### **Manejo del ganado y del estudio**

El presente estudio se llevó a cabo con un lote de 50 vacas paridas y 10 toros. El ganado fue seleccionado de acuerdo a la homogeneidad de las características externas propias del ganado criollo Barrosos, de un hato de 210 vacas paridas.

Las constantes fisiológicas se midieron cada 15 días durante un año y la producción de leche se midió en litros cada 15 días, individualmente, durante una lactancia completa.

Las muestras de sangre y leche por vaca se enviaron para su análisis a los laboratorios de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Las medidas externas se hicieron mediante mediciones en cm, utilizando cinta métrica y el peso vivo en básculas después de 12 horas de ayuno. Los becerros se pesaron al nacer y al destete (último día de ordeño).

El ganado Barroso Salmeco se maneja básicamente como de doble propósito, el ordeño se efectúa con el becerro amarrado a la extremidad anterior derecha de la madre, entre las 5 y 7 de la mañana. Los becerros se separan de la madre entre las 12 y 13 horas y se reúnen con ella el día siguiente para el ordeño.

Después del ordeño, el ganado sale a pastar a potreros de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) y pasto alemán (*Echynocloa polistachia*), los cuales se utilizan durante cuatro días y descansan para su recuperación durante 20 días. Los pastizales se riegan durante la época seca y no se fertilizan. El ganado no recibe ningún suplemento alimenticio, solamente se les proporciona, con libre acceso, sales y minerales una vez al mes. Las medidas profilácticas las constituyen vacunaciones contra: pierna negra, edema maligno y septicemia hemorrágica,



aplicada a becerros; a las hembras se les aplica vacuna contra brucelosis entre los 4 y 6 meses de edad, y a los adultos antrax. El ganado se desparasita interna y externamente mediante productos inyectados y aspersiones, respectivamente.

## **CARACTERISTICAS DE LAS RAZA**

**Color:** el color del ganado criollo Salmeco es predominantemente barroso oscuro, pero varía del tono oscuro al claro. Es frecuente encontrar en el macho pelos amarillento-dorado, lo que le proporciona un color leonado.

El color barroso ha sido motivo de estudio sobre su herencia en otras razas. Existe en el Galloway de Escocia y sólo ocasionalmente en otras poblaciones criollas (De Alba lo encontró en ganado criollo de Jalisco, México en 1958, pero inexistente a la fecha) (comunicación personal). Su mayor frecuencia en Guatemala puede haber sido accidental, o alguna preferencia de los primeros colonizadores. No se debe excluir la posibilidad de que esa coloración tuviera alguna ventaja en selección natural.

**Piel:** es negra, fina, flexible, con arrugas en el cuello y alrededor de los ojos. Está recubierta por pelos cortos y finos. Como característica particular de la raza, se aprecia notablemente la presencia de músculos intercostales subcutáneos fuertemente desarrollados, proporcionándole al animal mucha capacidad para mover vigorosamente la piel y defenderse del ataque de insectos.

**Cara:** de perfil y frente rectos, ojos oscuros y párpados pigmentados de negro. Orejas pequeñas y redondeadas con una característica secreción oleosa en la parte interna. La parte submaxilar inferior es ligeramente curva, con muy pocos pliegues en la piel.

**Cuernos:** de color blanquecino, con partes internas oscuras a negro, especialmente en la punta. Son encorvados armoniosamente hacia arriba y adelante.

**Morro:** color completamente negro, con ollares amplios, redondeados y de color negro.

**Nuca:** fina y delgada en las hembras, gruesa y corta en los machos. Papada muy pequeña, sin pliegues, la vena yugular es fácilmente visible por la escasez de pelaje.

**Lomo:** recto, con perímetros torácico y abdominal arqueados y profundos.

**Grupa:** recta y larga con protuberancias ilíacas y ciáticas menores bien marcadas, pelvis amplia.

**Ubre:** las tetas son de tamaño largo a mediano, distribuídas simétricamente en la mayoría, pero existen vacas con tetas grandes y en algunos individuos muy gruesas. Los cuartos son de pequeños a medianos, con fuerte inserción anteroposterior y transversal. Es muy rara la presencia de pezones supernumerarios.

La piel de la ubre es predominantemente barrosa y las tetas de color negro, sin embargo, un 10% de la población presenta pequeñas manchas blancas en la piel de la ubre y en las tetas. Las tetas presentan un esfínter fuerte y las venas mamarias abdominales son abultadas y sinuosas.

**Línea ventral:** es armoniosamente arqueada con ombligo escasamente apreciable.

**Cascos y menudillos:** son de estructura fuerte, cascos negros de cubierta externa dura, fina y brillante.

## **CARACTERISTICAS PROPIAS DEL MACHO**

En los machos es frecuente el color leonado, por lo que podría estar ligado al sexo.

Los testículos presentan una moderada longitud, son simétricos y fuertemente suspendidos de la cavidad abdominal. El color de la piel barroso oscuro a negro, con rara frecuencia de manchas blancas en la base del escroto y prepucio.

El pene está paralelo al abdomen y el prepucio poco separado de la línea abdominal inferior. La presencia de prepucio penduloso y caído se considera como segregación de impureza racial en el Barroso criollo Salmeco.

La nuca es fuerte, corta, con cervigullo bien desarrollado y distribuido en forma redondeada y simétrica en la base de la nuca.

### RITMO RESPIRATORIO, CARDIACO Y TEMPERATURA RECTAL

En el Cuadro 2 se presentan las cifras correspondientes al promedio y la desviación estándar del ritmo respiratorio, frecuencia cardíaca y temperatura rectal, tomadas por la mañana y por la tarde, en vacas Salmeco en producción bajo condiciones de campo.

**Cuadro 2. Frecuencia cardíaca, ritmo respiratorio por minuto y temperatura rectal de vacas Salmeco en producción (medidas hechas en corral)**

Mes	FRECUENCIA CARDIACA		FRECUENCIA RESPIRATORIA		TEMPERATURA RECTAL	
	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde	Mañana	Tarde
Enero	68±4	72±3	32±6	44±6	37,9±2	38,7±2
Febrero	70±4	71±4	36±4	50±6	37,9±4	38,7±2
Marzo	71±4	72±4	36±7	52±10	37,9±3	38,7±3
Abril	72±4	73±5	38±8	55±9	38,0±3	38,8±3
Mayo	70±4	71±4	41±9	58±10	38,2±3	38,8±2
Junio	66±8	70±6	41±9	71±18	38,3±4	38,4±4
Julio	65±9	67±10	47±12	60±15	38,4±3	38,2±4
Agosto	62±8	65±8	45±11	62±18	38,2±3	38,1±3
Setiembre	72±7	72±5	56±12	64±9	38,4±4	38,1±3
Octubre	73±4	73±4	56±8	69±7	38,3±4	38,1±4
Noviembre	70±3	73±4	57±7	65±6	38,1±4	38,7±4
Diciembre	71±3	74±3	48±6	61±9	38,1±3	38,7±2
Promedio anual	69±3	71±3	44±9	59±8	38,14±18	38,5±3

Según Dukes (1966) y Frandson (1976) el ritmo respiratorio, la frecuencia cardíaca y la temperatura rectal del bovino en descanso es de 18 a 28, 60 a 70 y 38,6°C, respectivamente. La temperatura rectal excede esta cifra solamente con atmósferas muy cálidas. La frecuencia respiratoria aumenta notablemente alcanzando en las combinaciones superiores de temperatura y humedad 160 respiraciones por minuto.

De Alba (1981) indica que en un ambiente cálido, la respiración es lo primero que reacciona en el bovino como mecanismo adicional de ventilación pulmonar y evaporación para mantener la hemotermia. Si este gasto fisiológico adicional fracasa, se eleva la temperatura rectal.

La frecuencia del pulso se afecta poco por elevación de temperatura del aire, pero aumenta algo con la humedad. Con la temperatura rectal de 41,1°C y una temperatura del aire y humedad alta, se evidencia la angustia en el animal. A menudo se presenta jadeo a temperaturas del aire de 40,6°C y superiores.

Según Chiquiloff (1964) citado por Fira (1976) las alternativas fisiológicas se aprecian en la temperatura rectal, la cual asciende a niveles febriles en el ganado Holstein cuando la temperatura ambiental sube a 38°C y 23 respiraciones por minuto, en comparación con 57 de la raza Holstein.

En Turrialba, Costa Rica, De Alba y Couto Sempio (1957) efectuaron pruebas de seis horas con ocho grupos raciales en dos ambientes distintos: 25°C y 13 mm de presión de Hg y 40,5°C y 25,5 mm de presión de Hg. El ganado criollo lechero centroamericano presentó una temperatura rectal de 38,3°C y 39,7°C, respectivamente.

En especies animales que sudan poco, como la vaca, el método principal de la disipación del calor es el aumento de la respiración. El enfriamiento se efectúa por la circulación de mayores volúmenes de aire por medio de la húmeda cavidad oral y pulmones. El número de respiraciones aumenta cinco veces por el ascenso de la temperatura de 50 a 105°F (Smith, 1962).

En Venezuela, Bodisco y Castillo (1962), citados por De Alba (1981), encontraron más uniformidad en las respiraciones por minuto en el ganado criollo Limonero, con un promedio de 44,6 en marzo y 43,1 en setiembre. En cambio, los promedios para Pardo suizo fueron de 61,2 y 70,7 para los mismos meses, respectivamente. Este estudio fue realizado en ganado en producción y en pruebas de campo.

La frecuencia cardíaca encontrada en este estudio es ligeramente superior a la mencionada por Dukes (1966) para bovinos lecheros en reposo. Lo anterior se considera lógico si se toma en consideración que los resultados anteriores corresponden a vacas en producción, manejadas en potreros, ordeñadas y amamantadas en corrales sin techo, por lo que es natural que los promedios encontrados sean mayores a los del animal en reposo, máxime si se considera que por cada litro de leche producido deben circular 400 litros de sangre por la glándula mamaria (Smith, 1962).

La frecuencia respiratoria del ganado Salmeco es mayor a la informada por De Alba (1981) para ganado criollo centroamericano en ambiente de 25°C en la cámara y mucho menor cuando ésta fue de 40,5°C. El resultado de este estudio es similar al de ganado Pardo suizo venezolano estudiado por Bodisco y Castillo (1962) citado por De Alba (1981).

La temperatura rectal del Barroso Salmeco es menor a la encontrada por Bodisco, *et al.* (1974), para las razas Pardo suizo (38,87°C), Guernsey (38,74°C), y Holstein (39,17°C) sometidas a un ambiente de 27,5 °C de temperatura y 69,7% de humedad relativa. La frecuencia respiratoria fue mayor (62,1, 70,7 y 61,4) para las mismas razas, respectivamente.

Los resultados anteriores demuestran la capacidad de adaptación del ganado barroso criollo Salmeco al trópico seco guatemalteco, pues aún con la frecuencia respiratoria y cardíaca observada y bajo condiciones de campo, mantiene una temperatura rectal normal, menor a la que presentó el ganado criollo centroamericano (38,8°C cuando la temperatura de la cámara fue de 25°C, lo que indica que anatómicamente y fisiológicamente es capaz de sobrevivir para ser criado y explotado en este ambiente tropical.

## **MEDIDAS BOVINOMETRICAS DEL GANADO BARROSO SALMECO**

En el cuadro 3 se presentan diferentes medidas de la anatomía externa del ganado Barroso.

Las medidas anteriores permiten apreciar el tamaño de esta raza de ganado y puede deducirse que se trata de un animal largo, alto, profundo y con cuernos de tamaño mediano.

Debido al tamaño y a la capacidad que el ganado Barroso Salmeco presenta, de mantenerse con buena apariencia física general, se considera ideal para su explotación bajo un sistema de doble propósito.

Según se aprecia en los Cuadros 3 y 4, el ganado barroso criollo Salmeco es más alto, según medida del suelo a la altura de la cruz, que las razas Caracú, Costeño con cuernos, criollo lechero venezolano, Limonero y Llanero. La misma situación se presenta para largo de grupa del ganado Caracú y el perímetro torácico es mayor que las otras razas que aparecen en el cuadro 4.

El largo curvado de los cuernos es una medida que se tomó siguiendo la línea periférica desde el extremo de un cuerno hasta el del otro, pasando junto a todo el cuerpo por el testuz.

**Cuadro 3. Medidas corporales externas del ganado Barroso Salmeco (cms) (n=60).**

Características	Machos	Hembras
Longitud corporal	215,8±11,4	186,7±9,1
Altura a la cruz	149,2±5,3	131,4±4,8
Largo del lomo	101,0±4,4	85,9±4,2
Largo de la grupa	50,6±3,4	44,1±2,2
Ancho de la grupa	59,6±3,1	53,4±2,4
Ancho de la pelvis	15,4±1,1	16,0±1,3
Perímetro torácico	212,8±7,1	180,5±9,24
Perímetro abdominal	246,1±8,9	218,7±11,3
Envergadura de cuernos	71,1±22,6	40,2±11,5
Largo curvado de cuernos	37,3±7,3	27,5±5,5
Longitud de testuz	17,4±2,6	20,3±1,4
Base de cuernos	25,4±1,0	17,7±1,4

**Cuadro 4. Algunas medidas bovinométricas en razas criollas latinoamericanas (cm)<sup>1/</sup>**

Características	R A Z A S			
	Caracú <sup>a</sup>	BON <sup>b</sup>	CCC <sup>c</sup>	CLV <sup>d</sup>
Altura a la cruz	128	-	123	122
Largo de grupa	44	-	—	46
Perímetro torácico	187	169	169	165

Características	V A C A S	
	Limoneiras *	Llaneras *
Alzada a la cruz (cm)	123	117
Longitud de cuerpo	147	139
Ancho de la pelvis	28	26
Longitud de la pelvis	51	47
Ancho de la grupa	49	45
Perímetro abdominal	198	150
Perímetro torácico	172	165

<sup>a</sup> Jordao (1948)

<sup>b</sup> Botero (1976)

<sup>c</sup> Rubio (1976)

<sup>d</sup> Ríos *et al.* (1959)

BON = Blanco Orejinegro

CCC = Costeño con cuernos

CLV = Criollo lechero venezolano

<sup>1/</sup> Tomado de Bodisco y Abreu (1981).

\* Ordoñez y Plasse (1971)

## ALGUNOS INDICES DE PRODUCCION DEL GANADO SALMECO

La producción de leche en litros en los días ordeñados, el promedio de producción por vaca, los pesos al nacer y al destete del ganado Barroso (Cuadro 5) es mayor a la cifra dada por Solano (1982), Esta cifra corresponde al ganado de genotipo Pardo Suizo x Cebú x criollo de encaste indefinido que existe en el sistema mejorado de explotación intensiva, propiedad del ICTA en Nueva Concepción que ascendió a 811 litros en una lactancia de 255 días.

**Cuadro 5. Índices de producción del ganado barroso criollo salmeco.**

Características	Machos	Hembras
Producción de leche por lactancia (lts)	—	976,6±359
Días de lactancia	—	255,0±52
Peso al nacer (kg)	38,4±4,7	30,2±0,95
Peso al último día de ordeño (kg)	163,2±30,8	139,6±36,8
Ganancia diaria predestete (kg)	0,555	0,77
Litros/vaca/día ordeño	—	4,34±3,2
Peso vivo adultos (kg)	788±59,5	460±41

Sin embargo, con la amplia desviación estándar del ganado Salmeco, y considerando que estos corresponden a la producción bajo un sistema de manejo tradicional poco tecnificado y que el hato no ha sido sometido a ningún programa de mejoramiento genético, se deduce que es factible aumentar considerablemente la producción de leche y carne de este ganado, al someterlos a un medio ambiente de manejo más cuidadoso.

El Cuadro 6 presenta la producción de leche y días de lactancia de varias razas criollas lecheras de Latinoamérica. Si comparamos la producción del ganado criollo Salmeco con igual largo de lactancia, vemos claramente que el criollo guatemalteco supera en producción a las Caracú, Blanco orejinegro y Costeño con cuernos; las otras razas (criollo lechero centroamericano y venezolano) presentan una producción mayor. Esto es comprensible, especialmente en el caso del criollo lechero centroamericano que tiene alrededor de 30 años de selección.

Este ganado criollo centroamericano exhibe producción por lactancia superior a la del barroso Salmeco, pero se trata de lactancias de 305 días de un hato manejado en forma intensiva con dos ordeños diarios (Alvarez, 1975; Muñoz, 1976 y Fira, 1976).

**Cuadro 6. Duración de la lactancia y producción de leche de razas criollas latinoamericanas (\*).**

Raza	Duración (días)	Producción total (kg)	Autor
Caracú	300	1093-1543	Jordao <i>et al.</i> (1957)
Caracú Caldeano	317	1500-1700	Domínguez (1961)
BON	158	634	Pearson <i>et al.</i> (1968)
BON	126	554-756	Uribe <i>et al.</i> (1978)
BON	73-246	220-1129	Botero (1976)
CCC	147	481	McDowell (1971)
CCC	93-266	296-996	Rubio (1976)
CLAC	295	1420	Maltos y Cartwright (1971)
CLAC	274	1760	Magofke <i>et al.</i> (1966)
CLV	243	2117	Pereira <i>et al.</i> (1978)
CLV	280	1850	Perozo <i>et al.</i> (1977)
Criollo Dominicano	186	917	Wilkins (1979)

(\*) Tomado de Bodisco y Abreu (1981)

BON = Blanco orejinegro

CLAC = Criollo lechero de América Central

CCC = Costeño con cuernos

CLV = Criollo lechero Venezolano

Igual comparación puede hacerse con el ganado criollo dominicano, para el cual exigen producciones de 909 a 1300 litros para vacas del grupo A, y de 1300 a 2180 litros para vacas AA. La producción en 300 días de lactancia constituye la meta para seleccionar madres de toros, sin embargo, la publicación (Rouse, 1981) no informa ningún comportamiento productivo de vacas en un hato representativo de las condiciones generales de la Isla. Sin embargo, la producción de leche del ganado Salmeco es superior a la de otros criollos sudamericanos estudiados por Hernández (1976), producción que se hace más sobresaliente al considerar los altos pesos logrados por becerros y adultos en un sistema de explotación tradicional poco tecnificado.

Bajo condiciones de un sistema de producción mejorado, pero sin suplemento de alimentos concentrados como el que ha desarrollado el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Nueva Concepción, Escuintla, siete vacas Salmeco han exhibido una producción de  $1208 \pm 246$  litros de leche en 255 días de ordeño, lo que equivale a 5,4 litros diarios a base de pastoreo y melaza (Solano, 1983).

El peso al nacer, al destete y el de animales adultos en producción del Barroso Salmeco se puede comparar con el informado por varios autores y presentando en el Cuadro 7, donde se aprecia que el peso al nacer del Salmeco (de 38,4 kg en machos y de 30,2 kg en hembras) es superior al de las razas criollas allí presentadas. Igual situación ofrece el peso al destete de 163,2 kg en machos y 139,5 kg en hembras tomado al último día de ordeño ( $x = 225$  días), este peso no es realmente el verdadero peso al destete, puesto que la vaca desteta naturalmente en el campo en un momento que pasa desapercibido, después de haber sido sacada del hato de ordeño por baja producción (entre 2 y 3 litros de leche).

El peso de adultos de ambos sexos que se presenta en el Cuadro 5 corresponde a hembras en lactancia y machos en servicio y representa el promedio de su condición física en el año, puesto que fue tomado cada tres meses. Sin embargo, estos pesos (788 kg machos y 460 kg hembras) superan a los presentados para otras razas criollas en el Cuadro 7.

Todo lo anterior permite considerar al ganado Salmeco como poseedor de un valioso genotipo para la producción con doble fin (leche y carne) bajo las condiciones de manejo general que presenta la ganadería centroamericana.

## **CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA LECHE DE VACAS SALMECO**

Si se considera que las vacas se encontraban en diferente estado de lactancia, los resultados anteriores constituyen un promedio representativo de la calidad de leche producida por el hato.

Por el resultado que el Laboratorio certifica, se observa que se trata de "leche de muy buena calidad" (Cuadro 8). En el Cuadro 9 se presentan datos promedio del porcentaje de grasa de la leche de algunas razas criollas latinoamericanas y puede observarse que el ganado barroso criollo presenta un porcentaje de grasa en la leche similar al promedio de aquellas razas.

## **ANÁLISIS HEMATOLOGICO DE VACAS SALMECO**

Los análisis hematológicos fueron realizados en el Laboratorio clínico veterinario de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Como lo muestra el Cuadro 10, la concentración de cada carácter hemático del ganado Salmeco está en el ámbito normal que los fisiólogos determinan como tal (Dukes, 1966 y Frandson, 1976).

El contenido porcentual de hematocrito y hemoglobina de novillas Romosinuano en diferentes estados de reproducción en la Sabana de Bogotá fue determinado por Gutiérrez y Gómez (1971) encontrando los valores mostrados en el Cuadro 11.

**Cuadro 7. Peso a diferente edad de algunas razas criollas latinoamericanas (\*).**

RAZA	machos	Peso al nacer (kg)		AUTOR*
		machos	hembras	
Romosinuano	29,6	-	-	Plasse (1981)
CLAC	29,1	-	-	Plasse (1981)
San Martinero	29,1	-	-	Plasse (1981)
Criollo limonero	25,3	-	-	Plasse (1981)
Caracú	27,3	26,4	-	Jordao (1949)
BON	28,0	26,0	-	Pinzón et al. (1959)
CCC	27,0	24,0	-	Pinzón et al. (1959)
CLAC	28,7	26,4	-	Rincón y Muñoz (1966)
CLV	28,0	26,4	-	Ríos (1962)
Criollo dominicano	35,0	33,0	-	
Criollo centroamericano	26,4	-	-	Muñoz (1976)

RAZA	Edad días	Peso al destete (kg)		AUTOR
		machos	hembras	
Romosinuano	270	170	-	Plasse (1981)
Caracú Caldeano	224	160	148	Pereira et al. (1978)
San Martinero	-	175	-	Plasse (1981)
Criollo venezolano	205	139	-	Plasse (1981)
Criollo venezolano	240	203	-	Plasse (1981)
CLV	224	-	115	Ríos (1962)
Criollo Centroamericano	260	128	-	Muñoz (1976)

RAZA	Peso adulto (kg)		AUTOR
	machos	hembras	
Caracú caldeano	800-1000	500-600	Domínguez y Hill (1967)
BON	592	359	Gracia (1947)
CCC	570	380	Pinzón et al. (1959)
CLV	-	406	Bodisco y Pacheco (1962)
Criollo limonero	-	371	
Criollo Llanero	-	308	

(\*) Tomado de Bodisco y Abreu (1981) y Plasse (1981)

**Cuadro 8. Características promedio de la leche del ganado Salmeco (n = 50)<sup>1/</sup>**

Densidad	1,032
% grasa	4,6
% sólidos totales	12,69
% sólidos totales no grasos	8,79

<sup>1/</sup> Análisis efectuado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**Cuadro 9. Porcentaje de grasa en la leche de vacas criollas\***

Raza	% de grasa	Autor
Caracú	4,2	Jordao y Santiago (1940)
Caracú	5,0	Dominguez (1961)
BON	4,6 - 5,4	Pearson <i>et al.</i> (1968)
BON	4,4 - 6,1	Botero (1976)
CLAC	4,6	Magofke <i>et al.</i> (1966)
CLAC	4,6	Maltos y Cartwright (1971)
CLV	4,55	Bodisco <i>et al.</i> (1968)
CLV	4,55	Magofke y Bodisco (1966)
CLAC	4,5	Muñoz (1976)

\* Tomado de Bodisco y Abreu (1981)

BON = Blanco orejinegro

CLAC = Criollo lechero centroamericano

**Cuadro 10. Características hematológicas de vacas Barroso Salmeco (n = 50)**

Eritrocitos (millones/mm <sup>3</sup> )	6.000.000±1.400.000
Hemoglobina (g %)	10,47±1,42
Hematocrito (%)	30,13±3,90
V.C.M. (u3)	51,20±8,58
H.C.M. (uug)	17,70±3,17
C.H.C.M. (%)	34,65±4,02
Leucocitos (10 <sup>9</sup> /mm <sup>3</sup> )	12.900±4.400
Proteína	8,14±0,48

V.C.M. = volumen corpuscular medio

H.C.M. = hemoglobina corpuscular media

C.H.C.M. = concentración de hemoglobina corpuscular media

**Cuadro 11. Concentración de hematocrito y hemoglobina de vacas Romosinuano\***

Estado reproductivo	Hematocrito (%)	Hemoglobina (g/100 ml)
Hembras no gestantes	41,5	16,0
Hembras gestantes	38,0	15,0
Hembras lactantes	37,3	14,7
Hembras problema	40,8	15,8

\* Gutiérrez y Gómez (1971).

Del estudio anterior se concluyó que las hembras Romosinuano de la Sabana de Bogotá presentan niveles de hematocrito y hemoglobina afectados por el estado reproductivo en que se encuentran las vacas.

Los porcentajes de hemoglobina y hematocrito de las vacas Salmeco, en producción y gestantes, son menores a los obtenidos para las hembras Romosinuano; tal parece que la



concentración de estos elementos sanguíneos es menor en hembras con mayor esfuerzo fisiológico producido por la gestación y lactancia, aunque las diferencias pueden deberse a características genéticas de las razas.

Plasse (1966) menciona que, según los datos suministrados por la sección de hematología animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Venezuela, los valores normales sanguíneos para toros Brahman importados de los Estados Unidos, en condiciones tropicales son: hematíes 7,765,694 por  $\text{mm}^3$ , hemoglobina 12,66 g y hematocrito 48%. Indica, además, que los valores altos de hemoglobina están relacionados con buena adaptabilidad a temperaturas altas.

Las medias de mínimos cuadrados de la producción de leche por edad de la madre y mes del parto se presentan en los cuadros 12 y 13, respectivamente.

Contreras y Rincón (1979), estudiaron la curva de lactancia de vacas criollas limoneras y encontraron que el año del parto presentó efecto significativo ( $P < 0,05$ ) y el número de parto ( $P < 0,10$ ), en la producción total de leche. Los efectos de época de parto y la interacción año del parto x época no fueron significativos ( $P > 0,05$ ).

### RELACION ENTRE PRODUCCION DE LECHE TOTAL EN 225 DIAS Y ALGUNAS MEDIDAS BOVINOMETRICAS DEL GANADO BARROSO SALMECO

La relación de dependencia y asociación entre diferentes medidas bovinométricas y la producción de leche de vacas Salmeco, se presentan en el Cuadro 14 donde aparecen los coeficientes de regresión lineal y correlación simple.

Los coeficientes de correlación y regresión anteriores no fueron significativos estadísticamente ( $P > 0,05$ ), por lo que se considera que el mejor criterio de selección, que debe

**Cuadro 12. Producción de leche por edad de la madre al parto en ganado Salmeco (lt).**

Edad de la madre (años)	Producción 225 días
3	844,2
4	794,4
5	1015,0
6	992,1
7	974,0
8	1081,0
>9	902,0

**Cuadro 13. Producción de leche de vacas Barrosas según mes del parto (lt).**

Mes del parto	Producción
Octubre	1136,0
Diciembre	1046,3
Marzo	1030,1
Julio	1010,5
Noviembre	1000,0
Enero	990,3
Mayo	968,6
Abril	944,0
Junio	883,7
Agosto	845,3
Setiembre	705,0
Febrero	685,3

utilizarse en el mejoramiento del ganado barroso Salmeco, es aquel que se basa principalmente en la expresión de producción animal puesto que este no presenta ninguna dependencia de las medidas bovinométricas estudiadas. Para ello es necesario llevar a cabo un buen sistema de registro para evaluar el comportamiento del ganado en la forma que describe Solano (1975). Lo anterior es reforzado por Mitchel *et al.* (1961), quienes demostraron que no hay valores hereditarios significativos entre tipo y producción en vacas Holstein.

**Cuadro 14. Coeficientes de regresión lineal y correlación simple entre producción de leche/lactancia y medidas externas del ganado Barroso (n=50).**

	Correlación	Regresión
Longitud corporal	0,11	2,56
Altura de la cruz	0,09	4,72
Largo del lomo	0,02	0,92
Largo de la grupa	0,11	1,40
Ancho de la grupa	0,03	2,52
Ancho de la pelvis	0,04	6,55
Perímetro torácico	0,04	0,94
Perímetro abdominal	0,24	4,58
Edad al parto	0,25	

Resultados similares informan Oliart *et al.* (1974) quienes, para establecer la relación entre medidas corporales y la producción de leche, analizaron datos de 992 vacas Holstein. Agruparon a las vacas según altura y amplitud y determinaron que las vacas bajas (1,28 m de altura a la cruz) en altura exhibieron la mayor producción de leche (6,28 kg en 2x, 305 días). Las correlaciones entre producción y medidas bovinométricas no presentaron significancia estadística.

Ordóñez y Plasse (1971) determinaron las medidas corporales y su interacción en dos poblaciones de ganado criollo. Estudiaron 23 medidas corporales de 46 vacas limoneras seleccionadas para la producción de leche y 43 vacas llaneras, durante el primer mes después del parto.

La mayoría de las correlaciones entre peso y medida más importantes fueron positivas y significativas estadísticamente y los coeficientes de correlación oscilaron entre 0,4 y 0,7. No informan sobre la magnitud y significancia de los mismos coeficientes considerando la producción de leche como variable dependiente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones generales en que fue realizado el presente estudio y del análisis e interpretación de los resultados obtenidos, se concluye y recomienda lo siguiente:

1. Que el ganado barroso Salmeco presenta características anatómico-fisiológicas que le permiten expresar atractivos índices de comportamiento productivo, bajo las condiciones de explotación extensiva del trópico seco-húmedo.
2. Que las características generales de la raza Salmeco son ideales para su explotación bajo el concepto de doble propósito (carne y leche).
3. Que el potencial productivo del ganado Salmeco es igual o superior al de otras razas criollas de Latinoamérica.
4. Se recomienda continuar y consolidar los registros de producción, reproducción y económicos de este ganado, para realizar una caracterización más completa.
5. Que el sistema de explotación de la finca La Unión sea mejorado, con el fin de proporcionar a este ganado un medio ambiente general que permita la expresión de su verdadero potencial genético de producción.
6. Que las instituciones de gobierno, establecidas para generar y transferir tecnología para la producción animal, se interesen en conocer y apoyar la superación de este promisorio genotipo de ganado criollo nacional.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ABREU, O.; LABBE, S.; PEROZO, N. 1977. El ganado criollo venezolano puro y meztizado en la producción de leche y carne. Venezuela, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Región Zuliana.**
- ALVAREZ, J.R. 1975. Evaluación de 25 años de selección en un hato lechero del trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE.**
- BODISCO, V.; ABREU, O.; VALLE, A.; CEVALLOS, E. 1974. Tolerancia al calor y humedad atmosférica de vacas Holstein, Pardo Suizo y Guernsey. Memoria ALPA (9):77.**
- BOTERO, F. 1976. Razas Criollas Colombianas. Colombia, ICA.**
- CONTRERAS, R.; RINCON, E. 1979. Curvas de lactancia de Vacas Criollas limoneras en trópico húmedo. Memoria ALPA v. 14:140.**
- CARMONA, D.; MUÑOZ, H. 1966. Intervalo entre partos y número de servicio para preñez en vacas criollas, Jersey y encastadas de suizo en clima tropical húmedo. Memoria ALPA 1:7-19**
- DEATON, O.W.; PAREZ, M. 1980. Recomendaciones tentativas de la Misión FAO a la República Dominicana. Santo Domingo, s.n.**
- DE ALBA, J.; COUTO SAMPIO, J.M. 1957. Climatic Stress on tropically reared breeds of cattle. Journal of Animal Science (EE.UU.) 16(3):752-731.**
- DE ALBA, J. 1981. Resistencia a enfermedades y adaptaciones de ganados criollos de América al ambiente tropical. FAO. Recursos Genéticos Animales en América Latina.**
- DUKES, H. H. 1966. Fisiología de los animales domésticos. Madrid, Ed. Aguilar.**
- FIRA. 1976. Cruzamientos para la producción intensiva de leche en los trópicos. Area de demostraciones. México, s.n.**
- FRANDSON, R.D. 1976. Anatomía y fisiología de los animales domésticos. México, Ed. Interamericana.**
- GONZALEZ, F. 1976. Razas Criollas Colombianas. Colombia, ICA.**
- GUTIERREZ, H.; GOMEZ, L. 1971. Hematocrito, hemoglobina, calcio y fósforo en hembras Romosinuanas en la Sabana de Bogotá. Memoria ALPA 6:173-174.**
- HERNANDEZ, G. 1976. Razas Criollas Colombianas. Colombia, ICA.**
- HERNANDEZ, G. 1978. Razas criollas bovinas para la producción de carne. Tibaitatá, Colombia. Documento de trabajo no. 20.**
- HERNANDEZ, G. 1981. Las razas criollas colombianas para la producción de carne. FAO. Recursos Genéticos Animales en América Latina.**
- HICKMAN, C.G. 1978. The role of indigenous breeds; curso intensivo de mejoramiento genético de la producción animal. Turrialba, C. R., CATIE.**
- GUATEMALA. MINISTERIO DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS. INSIVUMEH. Registros climáticos.**
- MALTOS, J.; CARTWRIGHT, T.C. 1971. Producción de leche bajo condiciones de trópico húmedo; hatos fundadores de Jersey y Criollo en Turrialba, Costa Rica. Memoria ALPA 6:187.**

- MELGAR, C.S.; MELGAR, D.S. 1978. Salmeco Barroso Criollo. Presentado en: Congreso Mundial de Conservación de Razas Criollas, Bogotá, Colombia.
- MITCHEL, E.; CORLEY, L. ; TYLER, W.J. 1961. Heritability, phenotypic and genetic correlations between type ratings and milk and fat production in Holstein Friesian Cattle. *Journal of Dairy Science* 44(8):1502-1509.
- MOLINA, R.A.; DEATON, O.; MUÑOZ, H. 1978. Evaluación del potencial productivo de la raza Romosinuano y su uso en cruzamientos para ganado de carne. *Producción Animal Tropical* no. 7:259-261.
- MULLER, H., HAYE, J. 1977. FAO Bibliografía del ganado vacuno criollo en las Américas. Italia.
- MUÑOZ, H. 1976. El ganado criollo centroamericano. Turrialba, C.R. Sin publicar (mimeo.).
- OLIART, R., QUIJANDRIA, B.; QUISPE, J. 1974. Correlaciones entre medidas corporales y producción lechera en vacas Holstein. Tomado de: Memoria ALPA no. 9. p.68.
- ORDOÑEZ, Y.; PLASSE, D. 1971. Medidas corporales y su interacción en dos poblaciones de ganado criollo. *Memoria ALPA* 6:184-185.
- PEARSON DE VACCARO, L. 1977. La cría de ganado lechero en Sud América Tropical. Italia, FAO, *Revista mensual de Zootecnia*.
- PLASSE, D. 1966. El Brahman americano. *Revista Cebú* (Ven.)
- PLASSE, D. 1981. El uso del ganado criollo en programas de cruzamiento para la producción de carne en América Latina. FAO. *Recursos Genéticos Animales de América Latina*.
- RAMIREZ, B.J. 1967. Planificación ecológica de Guatemala, según Leslie R. Holdridge. Bárcena, Gua. I.T.A.
- XVII SEMANA DEL GANADERO; 1977. *Revista Sur* (Gua.)
- ROUSE, E.J. 1981. Renacimiento del criollo en República Dominicana. Santiago, R.D. Instituto Superior de Agricultura..
- RUBIO, R. 1976. Razas Criollas Colombianas. Colombia, ICA.
- SALAZAR, J. J.; CARDOZO, A. 1981. Desarrollo del ganado criollo en América Latina. Resumen Histórico y Distribución Actual. FAO. *Recursos Genéticos Animales en América Latina*.
- SIMMONS, T.W.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. s.n.
- SMITH, V.R. 1962. Fisiología de la lactancia. Turrialba, C.R. IICA de la OEA.
- SOLANO, R. 1974. Evaluación genética de algunas características de producción de tres razas de ganado de carne en Guatemala. Tesis de Maestría en Ciencias. Chapingo, Méx.
- SOLANO, R. 1975. Los registros como base para el mejoramiento animal. Tomado de: Memorias del II Curso Corto de Ganadería a nivel internacional. A.C.G.R., Guatemala.
- SOLANO, R. 1982. Ganado bovino de doble propósito. Descripción del sistema intensivo de producción. Guatemala, ICTA-CATIE.
- SOLANO, R. 1982. Memoria Anual. Guatemala, ICTA-CATIE.
- SOLANO, R. 1983. Memoria Anual. Guatemala, ICTA-CATIE. Sin publicar.
- WILKINS, J.V. 1979. Informe al Gobierno de la República Dominicana sobre el programa de Conservación y Mejoramiento del Ganado en el CIMPA. Santo Domingo, R.D., FAO.

# **AVANCES EN EL MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION DE GANADO DE DOBLE PROPOSITO EN CENTROAMERICA**

*Romeo Solano<sup>1</sup>*

## **INTRODUCCION**

La región centroamericana posee una población humana que se incrementa a una tasa anual de 2,8% por lo que los 25,9 millones de habitantes que existían en 1985 alcanzarán la cifra de 39,7 millones en el año 2000.

El incremento poblacional ante un sistema de producción agrícola predominantemente de subsistencia en casi el 87% de los pequeños agricultores, explica el descenso de un 6,3% anual de la tasa de alimentos per cápita, registrada en los últimos siete años (Gallardo y López, 1986).

La región presenta actualmente un elevado deterioro de los recursos naturales (suelo y bosque) donde se registran cifras de alrededor de 400.000 ha de terrenos deforestados anualmente. Por lo menos, el 28% de los suelos se encuentran en franco proceso de erosión (Gallardo y López, 1986; Leonard, 1986).

La importancia del sector agropecuario en la economía de los países de la región se refleja en el hecho de que poseen el 63,6% de su territorio cubiertos con pastizales (Gallardo y López, 1986).

El CATIE, durante el quinquenio 1980-85 desarrolló un proyecto de sistemas de producción para pequeños ganaderos, este fue auspiciado por ROCAP-AID, y representa un esfuerzo institucional por contribuir a la superación productiva de sus países miembros, en la búsqueda de mejores condiciones de vida del 29,7% de la población rural, que vive en condiciones de extrema pobreza.

En este trabajo se presentan los principales resultados del comportamiento de las alternativas mejoradas que se validaron en los diferentes países miembros del CATIE.

## **GUATEMALA**

La experiencia se llevó a cabo en el parcelamiento agrario de Nueva Concepción del Municipio de Tiquisate, perteneciente al Departamento de Escuintla.

Nueva Concepción se encuentra en una zona ecológica clasificada como tropical húmeda, con una precipitación pluvial comprendida entre 1.700 a 2.000 mm anuales, distribuidos de mayo a octubre.

La región presenta una temperatura promedio anual de 27,5°C, humedad relativa media de 75,7% y altura sobre el nivel del mar de 0 a 70 m.

---

<sup>1/</sup> Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

### a. Sistema mejorado propuesto

El manejo de los pastizales de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) presentó los máximos rendimientos de materia verde y seca cuando se le proporcionó un período de descanso entre los 14 y 20 días, con un día de ocupación (Solano, 1980). Sin embargo, el sistema recomendó pastorear la estrella africana durante dos días y un período de descanso de 20 días, sin utilizar fertilizantes.

Durante la época lluviosa, el ganado recibe 1 kg de melaza durante el ordeño y sales minerales a libre acceso (Solano, 1983).

Se utilizaron pastos de corte *Pennisetum purpureum*, y *Leucaena leucocephala* var Guatemala. De acuerdo al tamaño del hato, el área sembrada con pasto napier varía entre 1 y 1,1 ha. Este pasto de corte exhibió producciones de 144 tm/ha durante la época lluviosa (Solano et al., 1986).

La leucaena se utilizó como forraje de corte y su producción fue de 50,71 tm/ha de materia verde comestible, equivalente a 17,95 tm/ha de materia seca, cuando fue cortada a 0,50 m del suelo y con una frecuencia de cada cuatro meses (Solano et al., 1982).

### b. Alimentación en época seca

Se procuró utilizar al máximo los recursos de la finca, por lo que durante la época seca se alimentó al ganado con residuos de la cosecha de maíz, ensilaje de napier con *Leucaena*, urea y melaza.

La ración contenía 30,9% de materia seca, 58,7% de nutrimentos digeribles totales, 10,5% de proteína cruda, 0,52% de calcio y 0,18% de fósforo, calculado sobre base seca.

Se llevó a cabo un plan sanitario con base en la experiencia de profesionales del área y a los trabajos de Mateus (1983).

### c. Evaluación

#### (1) Biológica

La respuesta del sistema mejorado se comparó con la del tradicional para lo cual se llevó un registro dinámico de actividades de finca de 1981 a 1985. Los resultados se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Índices de respuesta por tecnología en Guatemala.

INDICE	mejorado	testigo	diferen.	P>t
Carga animal(U.A./ha/año)	4,8	3,4	+ 1,4	0,00**
Relación vacas ordeño/ vacas total (%)	67	50	+ 17	0,17NS
Lt de leche/ha pasto piso	1654	704	+ 950	0,00**
Lt de leche/ha pasto total	1351	704	+ 647	0,00**
Lt de leche/finca/año	16.212	9.997	+6215	+ 62%
Lt de leche/finca/ época seca	5.328	3.749	+1579	+ 42%
Lt de leche/finca/ época lluviosa	10.884	6.248	+4636	+ 74%
Días de ordeño	255	260	- 5	—
Kg carne/ha pasto piso	116	70	+ 46	0,064NS
Kg. carne/finca/año	1081	876	+ 205	+ 23%
% natalidad	72	48	+ 24	—
% mortalidad < 1 año	0,4	10	- 9,6	—

## (2) Económica

La respuesta del sistema mejorado y el tradicional, se realizó mediante la cuantificación de las entradas y salidas de los mismos durante 1982 a 1985, las cuales se analizaron económicamente mediante la consideración de "flujos en efectivo".

Los resultados indican que el flujo neto fue de Q.4.267,67 y Q.3.422,36 en el mejorado y el testigo respectivamente, con una probabilidad mayor de  $t$  de 0,46, mientras que el ingreso neto familiar fue para el mejorado de Q.5.583,16 y Q.3.167,31 para el testigo ( $P < 0,01$ ).

La evaluación económica a largo plazo del sistema mejorado se hizo mediante el cálculo de la tasa interna de retorno que exhibió un valor de 24,37%.

Cuando se consideró el subsistema cultivos, representado por maíz de primera y de segunda, así como los componentes cerdos y aves, el flujo neto y el ingreso neto familiar fueron altamente significativos ( $P < 0,02$  y  $P < 0,01$ , respectivamente) (CATIE, 1986).

## EL SALVADOR

En este país el área seleccionada fue Jocoro, que se caracteriza por tener una temperatura promedio anual de 27°C, precipitación pluvial que oscila entre 1.300 a 1.600 mm distribuidos de mayo a octubre, y altura sobre el nivel del mar que varía entre 180 y 235 m (CATIE, 1986).

### a. Sistema mejorado propuesto

En la región de Jocoro el principal problema que limita la expresión productiva del ganado, es la fuerte sequía que impera durante la época seca. La escasez de los recursos forrajeros determina una fuerte disminución en la producción y productividad del ganado, los esfuerzos del trabajo realizado estuvieron encaminados hacia la solución de la deficiencia nutricional en la época seca, que impide la adecuada expresión productiva del ganado bovino de doble propósito.

El sistema mejorado diseñado se basa en la producción de forraje de gandul (*Cajanus cajan*), sorgo (*Sorghum vulgare*) y guatera, durante la época lluviosa para almacenarlo en silos y utilizarlo en la alimentación de bovinos en la época seca. El tamaño promedio del hato de las fincas de Jocoro fue de 20 U.A., por lo que se recomendó sembrar 0,85 ha de gandul de la variedad 64-2B, que puede sembrarse asociada con maíz.

El gandul se cortó dos veces, la primera vez a los cuatro meses de sembrado, a una altura de 60 cm, el forraje obtenido se ensila con forraje de sorgo. En este primer corte se obtuvieron 14,48 tm/ha de forraje verde, con un 22% de materia seca.

El segundo corte se efectuó en noviembre y se cosecharon 2 tm/ha de forraje fresco, que después de curado al sol, se almacenó en forma de heno.

El sistema mejorado recomendó el sorgo forrajero de la variedad CENTA 5-2. El primer corte produjo 66,39 tm/ha que se ensilaron con gandul en una proporción de 25% de gandul y 75% de sorgo. El segundo corte se hizo en noviembre y la producción de 11,80 tm/ha de forraje verde se guardó como guatera, representando una cantidad de 2,10 tm/ha de este forraje.

La dieta de los bovinos durante la época seca se basó en ensilaje de gandul más sorgo, guatera picada y urea. La ración ofrecida tenía 10,4 kg de materia seca, 0,97 kg de proteína cruda y 6,02 kg de nutrimento digeribles totales.

La alternativa mejorada manejó el ganado bajo pastoreo en potreros de jaraguá (*Hypharrena rufa*), utilizando siete procesos, especialmente en la época de lluvias.

### b. Evaluación

Para evaluar la respuesta del sistema mejorado en relación con el tradicional, se analizó la información correspondiente a tres fincas con el sistema mejorado y nueve fincas con la tecnología tradicional.

El Cuadro 2 presenta los resultados obtenidos, donde se aprecia que con la tecnología mejorada, la producción de leche por vaca se incrementó en 0,51 lt/vaca al día.

**Cuadro 2. Índices de respuestas por tecnología en El Salvador.**

INDICE	mejorados	testigos	diferencia
Leche por vaca/día (lt)	4,13	3,62	0,51
Leche por lactancia (lt)	1222	1109	113
Largo de lactancia	298	306	- 8
Intervalos entre partos	417	476	59
% Natalidad	84	60	24
Carga animal (U.A./ha/año)	1,55	1,59	0,04

La evaluación económica de la alternativa mejorada con relación a las fincas testigo no presentó diferencia estadística significativa ( $P > 0,05$ ); sin embargo todos los índices calculados fueron mayores en la alternativa mejorada, especialmente el ingreso neto familiar que fue de \$187,41 y -76,71, respectivamente (CATIE, 1986).

## HONDURAS

El estudio se llevó a cabo en el Distrito de Palo Pintado del Departamento de Comayagua, que se encuentra a una altura de 533 metros sobre el nivel del mar; se han registrado precipitaciones medias anuales de 1.039 mm, la humedad relativa es del 72% y la temperatura media anual de 27°C.

El distrito de Palo Pintado se caracteriza por la fuerte sequía durante la época seca. En la caracterización realizada por CATIE (1986), se determinó un valor para la evapotranspiración potencial anual de 1.800 mm, por lo que es evidente el déficit hídrico existente en la zona.

### a. Sistema mejorado propuesto

Se diseñó una alternativa mejorada para ser sometida a la fase de validación antes de entregarse a los productores, de la institución nacional de transferencia.

La alternativa incluye la producción de grano y forraje de maíz, maicillo (*Sorghum* sp.) caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y leucaena.

El principal objetivo de la alternativa mejorada fue la de solucionar la falta de alimento para el ganado bovino durante la época seca, que se extiende de diciembre a junio.

El pasto existente en las fincas de Palo Pintado es el jaraguá y soporta una carga animal de 1,36 U.A./ha durante la época lluviosa. En esta época, los bovinos se alimentan en los potreros de jaraguá, recibiendo un suplemento a libre acceso de sal común y minerales.

La alimentación de verano se basa en los rastrojos de maíz y maicillo, más la introducción de caña de azúcar y leucaena. Durante diciembre y enero los potreros cuentan con poco forraje de jaraguá y no se dispone de rastrojo de maíz y maicillo, pues aún no se realiza la cosecha. En estos dos meses se debe alimentar al ganado con caña y leucaena.

En el período de febrero a junio, por su disponibilidad, el rastrojo reemplaza al jaraguá. El rastrojo se ofreció en pastoreo restringido entre las 7 am a 12 m., después, el ganado se alimenta en corrales sencillos, con caña y leucaena picada, ofrecidas a libre acceso.



## b. Evaluación

La tecnología generada se validó en tres fincas y los resultados se compararon con las respuestas de diez fincas testigo.

Los índices de respuesta obtenidos se comparan en el Cuadro 3.

La evaluación económica demostró un ingreso neto familiar de \$3.303,35 en el sistema mejorado, contra \$2.945,30 en el tradicional. En las fincas mejoradas fue notorio el incremento del consumo familiar (\$1.330 vs 1.151), lo que demuestra la necesidad del grupo familiar en mejorar su nivel de consumo (CATIE, 1986).

**Cuadro 3. Índices de respuestas por tecnología en Honduras.**

INDICE	mejorada	testigo	diferencia
Leche/vaca/lactancia (lt)	504	140	364
Duración de la lactancia (días)	240	320	- 80
Producción/vaca/día	2,69	0,44	2,29
Leche/vaca/ha época seca	50	4,91	45,09
% natalidad	56	31	25
mortalidad < 1 año (%)	1	1	—
Intervalo entre partos (días)	429	483	54
Area en pastos (ha)	7	5	2
Carga animal (U.A./ha/año)	2,25	4,42	2,17

## COSTA RICA

En este país la experiencia se llevó a cabo en Cariari, distrito Quinto del cantón de Pococí, en la provincia de Limón.

Esta región se clasifica como bosque muy húmedo tropical, donde la precipitación pluvial anual es superior a los 4.000 mm, con una temperatura promedio de 25°C y humedad relativa del 86,3%.

El hato promedio fue de 39,1 U.A. con un genotipo de fuerte base cebuina.

### a. Sistema mejorado propuesto

Las vacas en producción se manejaron en semipastoreo, recibiendo en los establos forraje picado, equivalente a un 70% del requerimiento (50% "King grass" y 20% de caña de azúcar) o un forraje de alto valor proteínico como poró (*Erythrina poeppigiana*) o madero negro (*Gliciridia sepium*); el 30% restante, los animales lo obtenían del pastoreo directo en las praderas de la finca.

Los terneros se separaban de la madre de las 2 p.m. a las 5 a.m.; después del ordeño eran soltados con las madres al potrero.

El "King Grass" se utilizó como forraje de corte en forma escalonada; diariamente se cortaba un área que permitía un período de recuperación de 60 días. El suplemento proteínico se proporcionaba con forraje de poró o madero negro existentes en las cercas vivas.

Los potreros tenían pastizales naturales (*Ischaenum* y *Axonopus*), y fueron divididas en seis apartos con cuatro días de uso y 20 de descanso.

Se llevó a cabo un programa sanitario y se proporcionó sal y minerales a libre acceso.

El Cuadro 4 presenta los resultados obtenidos en este estudio, realizado en tres fincas representativas (CATIE, 1986).

**Cuadro 4. Indices de respuesta obtenidos en Costa Rica.**

INDICE	Finca 1	Finca 2	Finca 3
% natalidad	71	65	71
% mortalidad < 1 año	0,28	3	0,4
Leche/vaca/día (kg)	4,19	2,32	2,84
Leche/ha/año (kg)	1362	725	635
Carne/ha/año/(kg)	133	401	158
Carga animal (U.A./ha/año)	3,38	2,89	2,83
Intervalo entre partos (días)	420	404	437
Flujo neto (\$ C A)	3.272	9.362	4.334
Flujo neto/ha (\$ C A)	287	195	243
Ingreso neto familiar	7.086	7.180	8.341

**PANAMA**

La experiencia se realizó en el distrito de Bugaba, que se encuentra al suroeste de la provincia de Chiriquí.

El clima de Bugaba se clasifica como tropical húmedo, la precipitación media anual oscila entre 3.000 y 4.300 mm; la temperatura varía entre 24 y 27°C.

**a. Alternativa mejorada propuesta**

En Bugaba, la alternativa propuesta concentró su atención en el hato total, tratando de aumentar el porcentaje del hato en producción y superar los puntos críticos, que eran: edad al primer parto y el intervalo entre partos (CATIE, 1986).

Se recomendaron las pasturas mejoradas: guinea (*Panicum maximum*), sola o asociada con kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), swazi (*Digitaria swazilandensis*) y braquiaria (*Brachiaria decumbens*). Estas especies son conocidas por su buena respuesta a la fertilización y buen manejo, según estudios anteriores.

Se recomendó manejar al *P. maximum* con un período de ocupación de 10 días y 30 de descanso, la *D. swazilandensis*, con 7 días de uso y 21 días de descanso, y la *B. decumbens* con 7 días de ocupación y 21 a 30 días de recuperación.

En praderas con bajos niveles de leguminosas nativas y con una carga mayor de 2 U.A./ha/año, se recomendaron 100 kg de N/ha/año. En aquellas que contenían buena población de leguminosas, y con carga arriba de 2 U.A./ha/año, la aplicación fue de 100 kg de P/año/ha.

Se llevó a cabo un plan sanitario y se proporcionó sal común y minerales a libre acceso.

**b. Evaluación**

El Cuadro 5 presenta los resultados biológicos y económicos obtenidos en las fincas con la alternativa mejorada, en relación con los mismos índices para la tecnología tradicional.

**El ambiente general y el mejoramiento genético**

En el istmo centroamericano, el mejoramiento genético de los bovinos de doble propósito es una actividad de investigación a la que no se le ha proporcionado toda la importancia que se merece. Existe una mezcla de genotipos producidos por cruzamientos indefinidos entre la base criolla de origen hispánico y las razas introducidas como cebú y europeas especializadas en producción de leche como el Pardo suizo, Holstein y Jersey, principalmente. Sin embargo,

hasta la fecha no se ha iniciado un programa de investigación con la finalidad de producir un genotipo de doble propósito que responda a las condiciones ecológicas y socioeconómicas del pequeño y mediano ganadero de la región.

**Cuadro 5. Índices de respuesta por tecnología en Panamá.**

INDICE	MEJORADA	TRADICIONAL
% natalidad	64	40
Mortalidad <1 año	4,7	6,6
Largo de lactancia (días)	285	345
Leche/lactancia/vaca (lt)	1100	768
Litros de leche/ha	847	536
kg de carne/ha	194	158
Ingreso neto familiar	4.567	2.033

En los trabajos presentados anteriormente, se describieron las alternativas de manejo nutricional, sanitario y reproductivo que se han generado y validado, bajo las condiciones del pequeño y mediano ganadero. Se cree que esta estrategia es acertada porque la expresión fenotípica de un individuo es la resultante de la acción conjunta del genotipo, o sea, su constante genética y el efecto del ambiente en el que el individuo se desarrolla. Lo anterior se representa en la fórmula siguiente:

$$F = G + A \text{ donde:}$$

F = fenotipo del individuo

G = constante genética del individuo y,

A = ambiente general que rodea al individuo

La constante genética G, a la vez está determinada por el efecto aditivo, dominante y epistático de los genes, de modo que el genotipo puede representarse así:

$$G = a + d + e \text{ donde:}$$

G = genotipo

a = efecto aditivo de los genes

d = efecto de dominancia y,

e = efecto de epistasia

De las consideraciones anteriores, se deduce que la manifestación de un genotipo dado por medio del fenotipo no es independiente del ambiente que rodea al individuo.

La componente correspondiente al ambiente determinada por condiciones y manejo de los pastizales en época lluviosa, alimentación en época seca, prácticas sanitarias, suplemento mineral y vitamínico, condiciones climáticas predominantes, y el manejo general de los animales, son aspectos que no deben ignorarse cuando el genetista emprende la tarea de buscar animales genéticamente superiores. De lo contrario, el genotipo producido seguramente no expresaría sus cualidades por limitaciones del ambiente.

El ambiente es tan importante que en el cálculo de la heredabilidad ( $h^2$ ) de un carácter se tiene en cuenta:

$$h^2 = \frac{V_a}{V_a + V_d + V_e + V_a}$$

En la interpretación de la fórmula de la heredabilidad, vemos la importancia del ambiente en la determinación de la  $h^2$  de un carácter, por lo que la disminución de su magnitud producirá una heredabilidad mayor.

El adelanto genético de un carácter (x) también está condicionado al mejoramiento del ambiente, así:

$$AG(x) = \frac{DS_x h^2_x}{I}$$

donde:

AG= adelanto genético  
 DS= diferencial de selección  
 h<sup>2</sup> = heredabilidad  
 I = Intervalo entre generaciones

Una vez más se demuestra la importancia del ambiente en los programas de mejoramiento genético, por cuanto, además de su efecto sobre la h<sup>2</sup>, tiene una notable participación en el intervalo entre generaciones (I). Aspectos como la nutrición, sanidad y el manejo son los aspectos que principalmente determinarán la edad al primer parto de las vaquillas, considerando este como: nutrición, sanidad y manejo.

Lo anterior indica que el mejoramiento genético no debe de ser una actividad aislada de los genetistas, sino que por el contrario, la producción de un genotipo exige un enfoque multidisciplinario, a efecto de reunir los esfuerzos técnicos especializados de cada disciplina, para producir un genotipo que exhiba su máxima capacidad productiva y reproductiva en las condiciones ambientales y socioeconómicas en que será explotado. La Figura 1 ilustra esta idea.

Además de un esfuerzo multidisciplinario, deberán tenerse en cuenta las características de la cultura productiva de los ganaderos, los aspectos sociales y, sobre todo, las condiciones económicas del grupo humano dedicado a la ganadería. En este contexto y conociendo la realidad agrosocioeconómica de Centroamérica, debe pensarse en producir un genotipo con suficiente "rusticidad" para sobrevivir en las condiciones tecnológicas de las explotaciones de la región y, producir satisfactoriamente leche y carne, con una adecuada reproducción y sobrevivencia de lactantes, en condiciones de manejo a base de pastoreo.

Solano (1986), recomienda considerar también, evaluaciones de parámetros como:

- a- producción de leche y carne
- b- índices reproductivos
- c- mortalidad a diferentes edades
- d- comportamiento económico
- e- ganancias de peso de becerros, y
- f- porcentaje de natalidad, entre otros.

## BIBLIOGRAFIA

- CATIE, 1986b. Alternativa Tecnológica propuesta para el Sistema de Producción mixto (maíz + maicillo-Ganado Bovino) en Comayagua, Honduras. 1986. Turrialba, C.R., CATIE.
- CATIE, 1986d. Descripción y evaluación de la alternativa mejorada para el sistema de producción bovina de doble propósito en Bugaba, Panamá. 1986. Turrialba, C.R., CATIE.
- CATIE, 1986c. Descripción y prueba de una alternativa de Producción animal para pequeñas fincas del Parcelamiento de Cariari, Costa Rica. 1986. Turrialba, C.R., CATIE.
- CATIE, 1986a. Generación y Validación de una alternativa mejorada para el sistema mixto de producción del área de Jocoro (El Salvador). 1986. Turrialba, C.R., CATIE.
- CATIE, 1986. Desarrollo de un Sistema Mejorado de Producción mixta en Nueva Concepción, Guatemala. 1986. CATIE (C.R.). Serie Técnica. Informe técnico, no. 103). 65 p.
- GALLARDO, M.E.; LOPEZ, J.R., 1986. Centroamérica. La crisis en cifras. San José, C.R. IICA, FLACSO 260 p.
- LEONARD, H.J. 1986. Recursos Naturales y Desarrollo Económico en América Central: Un perfil ambiental regional. CATIE, (C.R.) Informe técnico no. 127.

- MATEUS, V.G. 1983. Parásitos Internos de los bovinos: su naturaleza y Prevención en énfasis en doble propósito. CATIE (C.R.). Boletín Divulgativo PA no. 2.**
- SOLANO, R.A. 1980. Informe Anual del Programa de Producción Animal. Guatemala ICTA-CATIE-ROCAP.**
- SOLANO, R.A. 1983. Informe Anual de labores del Programa de Producción Animal. Guatemala, ICTA-CATIE-ROCAP.**
- SOLANO, R.A.; GONZALEZ H.; ELVIRA P. 1981. Tres distancias de siembra, tres frecuencias de corte y tres dosis de N/ha/año, en la producción de Napier. (Penisetum purpureum). Presentado en: 29a. Reunión del PCCMCA, República Dominicana.**
- SOLANO, R.A. 1986. Estrategias para el mejoramiento Genético del Ganado de Doble Propósito en el Trópico. Tomado de: Algunas consideraciones sobre la Producción de Ganado de Doble Propósito en el Istmo centroamericano. CATIE (C.R.). Boletín técnico no. 111.**
- SOLANO, R.A.; Rodríguez, A.; Elvira, P. 1986. Efecto de la altura de corte sobre la producción forraje, leña y sobrevivencia de plantas de Leucaena leucocephala var. Guatemala. Tomado de: Investigación en componentes en apoyo al desarrollo de la alternativa mejorada para el sistema mixto en Nueva Concepción, Guatemala. CATIE (C.R.). Informe técnico No. 95.**

## CARACTERISTICAS ECOLOGICAS DE LAS REGIONES ESTUDIADAS

ITEM	Guatemala	El Salvador	Honduras	Costa Rica	Panamá
Región	Nueva Concepción	Jocoro	Comayagua	Cariari	Bugaba
Zona Ecológica	Trop. Húm.	Trans (sts-th)	ST seco	MH - Trop.	Trop. Hum.
Precipitación (mm)	1700 - 2000	1300 - 1600	1039	4300	3000-4300
Temperatura (°C)	27,5	27	27	25	26
Humedad relativa (%)	75,7	75	69	86	80
Altura s.n.m. (m)	0-70	180-630	533	100 - 300	40 - 80
Suelos	Francos	Arcillosos	Arcillosos	Franco	Arcilloso

## INDICES ECONOMICOS POR TECNOLOGIA

Indice	GUATEMALA		EL SALVADOR		HONDURAS		PANAMA	
	P	T	P	T	P	T	P	T
Flujo Neto (\$)	4263	3422	462	428	3035	1297	—	—
Ingreso Neto Familiar (\$)	5583	3167	187	-76	3303	2945	4567	2033
TIR	24%	—	—	—	—	—	—	—

P = ALTERNATIVA PROPUESTA

T = ALTERNATIVA TRADICIONAL

TIR = TASA INTERNA DE RETORNO

## CAMBIOS PROPUESTOS POR ALTERNATIVA

### GUATEMALA

Alimentación en época seca  
Cercas vivas, residuos maíz  
Pastos de corte: Leucaena  
Napier (ensilaje)  
Pastoreo rotativo  
Plan sanitario  
Alimentación de becerros  
Melaza + urea  
Suplemento mineral  
Revisiones reproductivas  
Galera de ordeño y becerras

### EL SALVADOR

Alimentación en época seca  
(Gandul+sorgo)=ensilaje  
Gandul heno y guatterra  
Melaza + urea  
Plan sanitario  
Pastoreo rotativo  
Suplemento mineral  
Comederos y bebederos

### HONDURAS

Alimentación en época seca  
Caña dulce + Leucaena  
Pastoreo restringido de rastrojos  
Suplemento mineral  
Plan sanitario  
Comederos y bebederos  
División del hato

### PANAMA

Fertilización de pastizales  
Control de malezas  
Pastoreo rotativo  
Plan sanitario  
Revisiones reproductivas  
División del hato

### COSTA RICA

Pastos de corte  
Arboles: poró y Glicicidia sp.  
Plan sanitario  
División del hato

## CARACTERISTICAS DEL SISTEMA TRADICIONAL

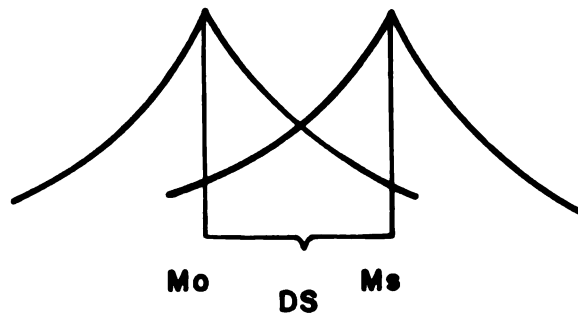
ITEM	Nva. Concepción	Jocoro	Palo pintado	Cariari	Bugaba
U.A./finca	43,50	27,25	10,87	23,9	29,0
Area pastos (ha)	12,23	16,22	7	9,8	18,8
Pasto predominante	Estrella	Jaraguá	Jaraguá	Gramma	Guinea
Genotipo predominante	Cr x Br x Pz	Cr x Br*	Cr x Br	Cr x Br*	Br x H
No. potreros	4-5	2-4	2-4	2-6	5
Residuos cosechas	maíz	maíz+sorgo+C	maíz+sorgo	—	—
Edad destete (meses)	9 - 10	10 - 11	10 - 12	10	10

\* con tendencia a introducir Pardo Suizo o Holstein.

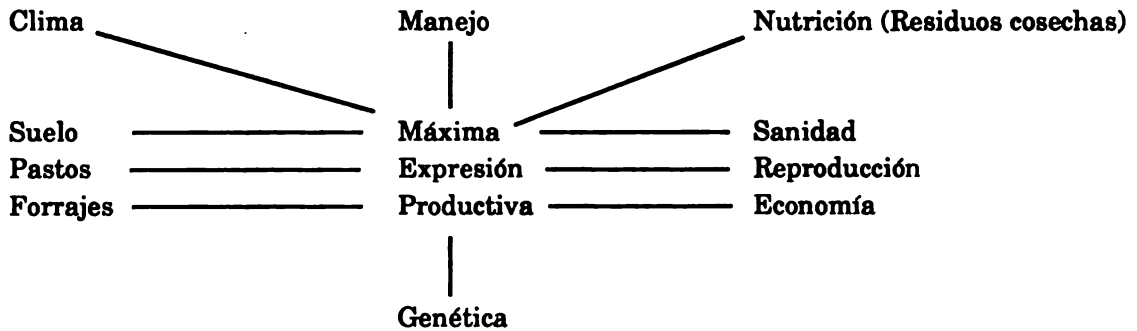
## Situación del ISTMO CENTROAMERICANO

Población a 1985	25,9 millones
Población a 2000	39,7 millones
Tasa de crecimiento anual	2,8%
Disminución alimentaria	6,3% anual (1980-86)
Población agrícola de subsistencia	87%
Deforestación (ha/año)	400,000
Suelos erosionados	28%
Incremento ganadero (1974-83)	24%
Extensión cubierta con pastizales	63,6%
Población rural en extrema pobreza	29,7%

### Enfoque multidisciplinario del mejoramiento genético



### Multidisciplinariedad del mejoramiento de la producción animal





# PRODUCCION DE GANADO DE DOBLE PROPOSITO EN GUATEMALA ANTECEDENTES Y ESTRATEGIAS DE DESARROLLO

*Héctor E. González V.<sup>1</sup>*

## INTRODUCCION

Guatemala debido a su localización geográfica tropical cuenta para su fortuna con un sinnúmero de recursos que, usados racionalmente, pueden generar incremento de la actividad pecuaria. Hasta el momento ese amplio potencial ha sido utilizado tan solo en un bajo porcentaje que no ha permitido el desarrollo pleno de la ganadería bovina nacional en ninguna de sus especialidades. Las causas de este problema han sido diversas, pero lo que importa señalar es que en cualquiera de los casos las ganaderías especializadas (carne y leche) han sido susceptibles a cualquier cambio externo en cuanto a mercado, lo cual ha obligado a un alto porcentaje de productores a adoptar sistemas de producción que les permita ser menos vulnerables que los sistemas especializados.

## ANTECEDENTES GENERALES DE LA GANADERIA EN GUATEMALA

A través de su historia, la ganadería guatemalteca ha tenido un crecimiento lento pero estable a un ritmo promedio de 2,5% de acuerdo a las tasas intercensales. Estas tasas se han obtenido en los tres censos agropecuarios nacionales que se han practicado, a pesar de que las tasas de extracción han oscilado entre 18 y 21%, principalmente en los últimos años de la década pasada. De acuerdo al último censo agropecuario realizado en 1979, existían alrededor de dos millones de cabezas (bovinos) distribuídos como se presenta en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Número de fincas (NF) y número de cabezas de ganado bovino (NCB) según el tamaño de finca.**

TAMAÑO DE FINCA	NF	%	NCB	%
Total en la República	117.603	100,0	2.092.819	100,0
Microfincas	17.647	15,0	63.042	3,0
1 cuerda A-1 mz				
Sub-familiares	67.535	57,4	246.971	11,8
1 mz a 10 mz				
Familiares	24.253	20,6	390.641	18,7
10 mz a 64 mz				
Multifamiliares medianas	7.828	6,7	954.684	45,6
1 Cab. a 20 Cab.				
Multifamiliares grandes	340	0,3	437.481	20,9
20 Cab. a 200 Cab.				

Fuente: CENSO 1979, D.G.E.

1 mz = 0,70 ha.

<sup>1/</sup> Dirección General de Servicios Pecuarios, Guatemala, Guatemala.

De acuerdo con los datos del censo, la población ganadera es posible agruparla por categorías de acuerdo al propósito productivo al cual está orientado, siendo estos carne, leche, carne y leche y otros, según se aprecia en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Número de cabezas de ganado bovino según tamaño de finca y propósito.**

TAMAÑO DE FINCA	CARNE	LECHE	CARNE Y LECHE	OTROS
Microfincas	2.400	1.674	28.074	6.577
Sub-familiares	11.525	10.030	191.027	34.389
Familiares	14.736	29.518	272.549	13.832
Multifamiliares medianas	240.979	30.430	643.939	39.545
Multifamiliares grandes	234.975	4.428	171.619	25.384

Fuente: CENSO 1979, D.G.E.

Debido a la vulnerabilidad de los sistemas especializados, que se mencionó anteriormente, los productores pequeños y medianos (principalmente) han adoptado mecanismos de defensa para hacer frente a los cambios bruscos en la comercialización. Por esto cada día ha ido tomando mayor importancia y popularidad la cría y explotación de ganado de doble propósito. Esto es posible apreciarlo en el Cuadro 3, obtenido en el último censo agropecuario.

**Cuadro 3. Distribución del hato nacional según el propósito.**

PROPOSITO	No. DE CABEZAS	%
CARNE	504.615	25,1
LECHE	76.080	3,8
CARNE Y LECHE	1.307.208	65,2
OTROS	119.691	5,9
<b>TOTAL</b>	<b>2.007.594</b>	<b>100,0</b>

Fuente: CENSO 1979, D.G.E.

Según estimaciones, la tendencia de las fincas especializadas a desaparecer es cada día mayor. Por ejemplo, solamente al mencionar la actividad lechera del país, se estima que el 85% de la producción total lechera proviene de ganadería de doble propósito. La mayor población de ganado de doble propósito se encuentra concentrada en las categorías de tamaño de finca subfamiliares, familiares y multifamiliares medianas, según lo muestra el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Número de vacas ordeñadas y producción de leche según tamaño de finca (día censal).**

TAMAÑO FINCA	VACAS ORDEÑADAS (MILES)	PRODUCCION DE LECHE (MILES LTS.)	PRODUCCION %
MICROFINCAS	5,7	15,9	3,0
SUBFAMILIARES	30,7	80,7	15,5
FAMILIARES	50,6	145,5	28,2
MULTIFAMILIARES MEDIANAS	70,8	226,2	43,5
MULTIFAMILIARES GRANDES	13,8	51,1	9,8
<b>TOTAL</b>	<b>171,6</b>	<b>519,4</b>	<b>100,0</b>

Fuente: CENSO 1979, D.G.E.

Ahora bien, la composición racial del hato nacional es muy variada, y depende de varios factores entre los que se pueden mencionar tamaño de la finca, clima y localización geográfica. Esta información puede ser apreciada en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Grupos raciales predominantes en el hato bovino de Guatemala según región, tipo de productor y propósito de la producción.**

PROPOSITO DE PRODUCCION	REGION SUR			REGION CENTRO			REGION NORTE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Doble Propósito	Criollo	Criollo Cebú x Europ. Cebú x Cebú Criollo s Europ.					Criollo	Cebú x Europ. Cebú x Criollo	
Carne			Encaste Cebú, Angus Charolais puros cebuinos				Encaste y Puro cebú	Encaste y Puro cebú	
Leche						Encastes de razas Europeas, (Holstein, Jersey, y Pardo Suizo) Puros Holstein, Pardo Suizo, y Jersey			

1 = Pequeño productor

2 = Mediano productor

3 = Productor grande

Fuente: III CENSO AGROPECUARIO, D.G.E.

En cuanto a los parámetros productivos y reproductivos, la situación es susceptible de poder ser mejorada con la introducción de tecnología adecuada a los sistemas de producción. La situación, que no ha cambiado desde el último censo agropecuario nacional, se presenta en el Cuadro 6.

**Cuadro 6. Índices productivos y reproductivos de la ganadería bovina guatemalteca.**

INDICE	SITUACION ACTUAL
NATALIDAD (%)	55,9
EDAD 1er. PARTO (meses)	40
INTERVALO ENTRE PARTOS (meses)	20
MORTALIDAD DE TERNEROS (%)	9-12
MORTALIDAD DE ADULTOS (%)	5
EDAD AL DESTETE (meses)	12
PRODUCCION LECHE/VACA/DIA (kg)	2,5
PERIODO DE LACTANCIA (días)	210
PESO PROMEDIO 24 MESES (kg)	276
RENDIMIENTO EN CANAL (%)	49
CARGA ANIMAL U A./ha	1,3

Fuente: III Censo Agropecuario Nacional, PLANDEPE (1983), OIRSA (1979), PRODESA (1981) y D.G.E.

### SITUACION ACTUAL

A partir del año 1979 por primera vez se diseñó un programa formal para investigación pecuaria con énfasis en ganado de doble propósito a cargo de ICTA que, en un convenio con CATIE, trabajó en la caracterización del parcelamiento Nueva Concepción, localizado en la costa sur del país. Para la ejecución del trabajo se consideraron varias fases de la manera siguiente:

- Caracterización del área
- Identificación de limitantes de producción
- Investigación de los componentes
- Diagnóstico dinámico (seguimiento)
- Prueba y validez de la tecnología
- Retroalimentación (ajustes al modelo)

Este trabajo dió como resultado la generación de una alternativa tecnológica que en su conjunto dió origen al modelo de producción bovina de doble propósito, orientado principalmente a pequeños productores con un promedio de tenencia de tierra de 20 ha.

Dentro de los aspectos más importantes hacia los cuales se orientó la investigación están los siguientes:

- Manejo y conservación de pastos
- Nutrición y genética animal
- Sanidad y manejo

Como resultado de este trabajo se obtuvo un modelo tecnológico que, al compararlo con los productores tradicionales, dejó ver las bondades del mismo. A manera de ilustración se presentan los índices zootécnicos observados en el mencionado trabajo (Cuadro 7).

Comparando la parte económica del modelo mejorado con el sistema tradicional, la figura observada en todos los casos fue siempre favorable al modelo mejorado, tal como se observa en los Cuadros 8 y 9.

**Cuadro 7. Comparación de indicadores zootécnicos entre la alternativa mejorada y el sistema tradicional.**

VARIABLE	PROMEDIO MODELO MEJORADO	PROMEDIO SISTEMA TRADICIONAL
<b><u>MORTALIDAD (%)</u></b>		
Menores	1,4±2,8	10,2±21,4
Adultos	2,8±3,2	1,4±2,0
Natalidad (%)	74,2±12,3	53,3±16,3
Intervalo entre partos (días)	408,0±29,4	478±122,9
Vacas productivas (%)	61,5±9,9	49,7±18,5
Largo de lactancia	252±13,5	233,4±40,3
<b><u>PRODUCCION LACTEA</u></b>		
kg/vaca/día	3,6±0,5	3,5±0,7
kg/ha	1878,0±159,4	1001,5±382,3
<b><u>COMPORTAMIENTO DE TERNEROS</u></b>		
Peso al nacer (kg)	27,9±0,9	30,7±4,0
Peso al destete (kg)	96,9±5,5	103,4±17,8
Edad de destete (días)	264,0±44,3	249,0±33,3

**Cuadro 8. Comparación del valor de la producción del modelo mejorado y el sistema de producción tradicional (en quetzales, moneda nacional).**

VARIABLE	MODELO MEJORADO	SISTEMA TRADICIONAL	DIFERENCIAS	
			(Q)	%
NUMERO FINCAS	2	7		
VALOR TOTAL DE LA PRODUCCION	9.471,06	5.157,95	+4.311,11	84
VALOR PRODUCCION DE LECHE	4.941,00	2.524,38	+2.416,68	96
VALOR PRODUCCION DE CARNE	4.530,00	2.635,57	+1.294,43	72

Fuente: MEMORIA ANUAL, ICTA (1983)

**Cuadro 9. Eficiencia económica del modelo mejorado vs el sistema tradicional.**

VARIABLE	MODELO MEJORADO	SISTEMA TRADICIONAL	DIFERENCIAS
NUMERO FINCAS	2,00	7,00	
MARGEN BRUTO (Q/AÑO)	6.762,14	3.727,68	+3.034,46
INGRESO NETO (Q/AÑO)	3.041,75	60,91	+3.102,66
GANANCIA NETA/ha. (Q/AÑO)	397,38	125,00	+ 272,38
GANANCIA NETA/JORNAL (Q)	8,90	2,10	+ 6,80
GANANCIA NETA/INVERSION TOTAL(%)	18,50	6,00	+ 12,50

Fuente: MEMORIA ANUAL, ICTA (1983).

A partir de los logros obtenidos en el parcelamiento Nueva Concepción, se pensó en difundir la tecnología a otros parcelamientos de la costa sur, en donde se tienen condiciones agroecológicas similares o bien que el modelo fuese fácilmente adaptado con algunos pequeños cambios. Las características de los otros parcelamientos se muestran en el Cuadro 10.

**Cuadro 10. Características generales de los módulos (parcelamientos) donde opera el sub-proyecto.**

Módulo	Ubicación	<u>Características relevantes del módulo (parcelamiento)</u>				
		Extensión (ha)	Cabezas (No.)	Parcelas (No.)	Parcelas con actividad ganadera (No.)	Producción Leche/día (lts.)
Montufar	Montufar, Jutiapa	12,692	8,700	190	156	15,000
Cuyuta	Masagua, Escuintla	6,287	13,300	267	214	7,800
Sta. Isabel	Iztapa, Escuintla	1,353	2,900	93	61	3,600
Nva. Concep.	Nva. Concep. Escuintla	39,900	35,000	1,200	984	45,000

Desde el año 1984 se firmó un convenio entre IICA, Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, ICTA y DIGESEPE por medio del cual, se han estado realizando estudios de caracterización en otros parcelamientos y áreas con vocación ganadera con el objetivo de mejorar los sistemas de producción bovina de doble propósito del país, tomándose como base fundamental los resultados del modelo de Nueva Concepción.

## DESARROLLO FUTURO

Debido a las bondades encontradas en el modelo de Nueva Concepción, y tomando como base las características de otros parcelamientos en los cuales se puede utilizar la tecnología desarrollada, desde el año 1986 el Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación hizo un préstamo con el BID y FIDA (más una contrapartida nacional), llegando a un monto total de \$ 3, 344.8 millones para transferencia de tecnología pecuaria por medio del proyecto denominado PROGETTAPS nombrando a DIGESEPE como la unidad ejecutora del sub-proyecto pecuario. Actualmente, las metas de este proyecto están siendo ampliadas y reformuladas debido a que con las actuales tasas de cambio, el presupuesto lo permite. La información en torno a esta situación se presenta en los Cuadros 11 y 12.

**Cuadro 11. Cuantificación de productores, con seguimiento total o parcial, según replanteamiento del sub-proyecto.**

Módulo	Realizado		Reprogramado			Total	% del Total de Productores con actividad ganadera
	1986	1987	1988	1989	1990		
MONTUFAR	—	2	25	30	35	92	14,9
CUYUTA	—	6	35	35	35	111	17,9
STA. ISABEL	—	1	10	10	10	31	5,2
NVA. CONCEP.	10	13	40	80	80	223	36,1
LOS ANGELES	—	—	—	20	20	40	6,5
JUTIAPA PARTE ALTA (Asunción Mita y Jalpata-gua)	—	—	—	20	20	40	6,5
LA MAQUINA	—	—	—	40	40	80	12,9
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>110</b>	<b>235</b>	<b>240</b>	<b>617</b>	<b>100,0</b>

**Cuadro 12. Cuantificación de productores a beneficiarse por acciones grupales y masales, según replanteamiento del sub-proyecto.**

M O D U L O	Reprogramado			Total	% del total de productores con actividad ganadera <sup>1</sup>
	1988	1989	1990		
MONTUFAR	20	40	80	140	11,2
CUYUTA	30	30	30	90	7,2
STA. ISABEL	10	20	30	60	4,8
NVA. CONCEP.	100	300	300	700	56,0
JUTIAPA PARTE ALTA (Asunción, Mita y Jalpatagua)	—	40	40	80	6,4
LA MAQUINA	—	50	50	100	8,0
LOS ANGELES	—	40	40	80	6,4
<b>TOTAL</b>	<b>160</b>	<b>520</b>	<b>570</b>	<b>1,250</b>	<b>100,0</b>

<sup>1/</sup> NO FAVORECIDOS CON SEGUIMIENTO



#### **4. SESIONES DE PREGUNTAS Y RESPUESTAS DURANTE LAS SESIONES PLENARIAS**

##### **4.1 Plenario del 19 de setiembre**

1. A. Tewolde a R. Solano: "Usted habló de limitaciones en los estudios que involucran el componente genético de los animales, ¿podría elaborar más sobre los otros componentes que según usted se han descuidado?"

R: "quizás se debería enfatizar el hecho de que la genética debería manejarse dentro de un sistema integrado, multidisciplinario, no enfrentarse por sí sola a mejorar el genotipo sin tener en cuenta el contexto biológico. Creo que antes de tener un genotipo mejorado debo mejorar el ambiente".

2. G.Roldán a R. Solano: "¿cuál es el impacto del mejoramiento genético en países de pocos recursos haciendo selección sobre lo que tiene el productor?"

R: "el impacto es obvio, duplicar la producción con base en el mejoramiento del ambiente, se consigue una mejoría de hasta 30% en carne y leche".

3. C. Ortiz a R.Solano: "¿porqué no se difunde el ganado barroso ya que presenta tan buenas características?"

R: "una de las principales limitantes es que no existen trabajos que cuantifiquen su superioridad, solo existe un trabajo realizado en 1984. Se dió prioridad a las razas exóticas, dejándose de lado el Criollo".

4. G. Dickerson a R. Solano: "¿el mejoramiento del ambiente es factible a nivel de finca en el trópico?"

R: "los resultados expuestos fueron generados y validados en fincas de agricultores, con base en el mejoramiento de la nutrición en invierno-verano mediante suplementación, pero sin concentrados".

5. R. Blake a R. Solano: "Usted habla de mejoramiento en el manejo forrajero, ¿cuáles fueron los cambios en el forraje?"

R: "manejo rotacional, introducción de leucaena (pastoreo por horas), banco de proteína, e introducción de pasto Napier.

##### **4.2 Plenario del 20 de setiembre.**

1. D. Salgado a A. Tewolde: "si el objetivo es maximizar producción de leche y carne, ¿qué correlación hay entre ambas características y cómo sería el procedimiento de selección?"

R: "el intento es encontrar un punto de equilibrio entre ambas producciones pero no conozco estimadores de correlaciones genéticas entre ambas características en un sistema de doble propósito por lo menos en el trópico de Centro América".

2. R. Núñez a F. Mujica: ¿"de qué manera se podría evaluar la producción de leche, tanto como la de carne, en doble propósito?"

R: "dándole pesos similares en la selección conjunta".

3. R. Núñez: "cuando estamos evaluando genotipos, ¿qué opina del uso de una unidad de medida que totalice los dos productos, como por ejemplo expresarlas como proteína producida?"

R: de Berruecos: "estoy de acuerdo. También se podría utilizar un índice de selección".

4. "C. Enríquez a A. Tewolde: "los cruces son más adaptables en ambientes severos, conviene el cruce de tres razas para mantener la heterosis?"

R: "actualmente en el trópico se practica cruces alternativos o absorción hacia una raza, entonces, habría que considerar el punto óptimo de sangre Europea para sistemas de doble propósito en el trópico. En cuanto a cruces rotacionales serían factibles, aunque no han sido evaluados en la práctica. Berruecos comenta tener cuidado con el intervalo entre generaciones al utilizar cuatro razas, quizás sería conveniente hacer una línea para carne, otra para leche, y luego un cruce terminal".

G. E. Dickerson coincidió con J.M. Berruecos en cuanto a la observación del intervalo entre generaciones. Hablando sobre sistemas de cruzamientos de 3 y 4 razas, recalcó que no hay que olvidar que el ganado bovino tiene baja capacidad reproductiva, a lo sumo una cría por año, esto requiere mantener un pie de cría puro para incorporar al cruce, es más factible hacer esto en gallinas, pero en ganado de carne podría ser contraproducente. Algunos sistemas mantienen una raza sintética y efectúan cruces terminales en razas carniceras, manteniendo siempre la heterosis. Es común hablar del doble propósito en función de sistemas de cruzamientos, porque se mantiene elevada la heterosis, pero no hay que olvidar los costos de mantener el pie de cría.

5. C. Enríquez a A. Tewolde: "en criollo o sus cruces, ¿se han evaluado consumo, digestibilidad, degradabilidad y consumo por peso metabólico?"

R: "sería importante conocer estos aspectos, puesto que los cruces mejor adaptados aprovechan mejor los recursos, y esta información podría tal vez correlacionarse con otros aspectos productivos, pero no conozco trabajos al respecto".

Mujica señala que se han hecho algunos trabajos pero no comparando grupos raciales.

Blake señaló que no sería importante determinar diferencias en digestibilidad debido a grupos raciales. En bovinos no se detectan diferencias en digestibilidad debido a grupos raciales, pero otro mecanismo que sí sería importante evaluar es la selectividad.

Tewolde comentó respecto a la alimentación en época seca en el sentido de cualquier estrategia enfatize recursos tropicales locales.

Blake también señaló que el cuello de botella es la calidad forrajera ofrecida al ganado.

6. M. Isidor a A. Tewolde: ¿"qué experiencia hay en F1 recíprocos entre Holstein o Cebú y cuál sería el vientre?"

R: "como la base es Cebú, es lógico usar esta como madre, es decir, utilizar lo que se tiene".

#### **4.3 Plenario del 21 de septiembre**

1. A Wilcox: ¿"no cambian los parámetros genéticos mencionados por usted en condiciones tropicales?"

R: "ya que existe poca información en doble propósito, y para estimar parámetros genéticos confiables, se necesita tener un gran número de observaciones, entonces sí se podrían utilizar esos parámetros como base".

2. R. Sequeira a B. Blake: ¿"porqué los costos fijos no fueron considerados en los estudios"?

R: "es difícil, los costos variables son los que representan los cambios de decisiones a hacer, los costos fijos no. Todos los ganaderos manejan infraestructuras diferentes, construcciones diferentes, por lo tanto tienen costos fijos diferentes".

3. D. Salgado a D. Vogt: ¿"existe información de asociación entre la circunferencia escrotal y producción de leche?"

R: "no, pero actualmente están trabajando con edad a la pubertad en Holstein".

4. D. Salgado a D. Vogt: ¿"existe alguna correlación genética entre circunferencia escrotal y peso adulto?"

R: "No".

#### **4.4 Plenario del 22 de septiembre.**

1. G. Saraballi a F. Mujica: "existe un problema a la hora de recomendar reproductores cruzados, la segregación. ¿Qué opina al respecto?"

R: "para un gran número de genes como es el caso de las características productivas la segregación prácticamente no afecta".

2. Hernández a J. Wilton: "se estudió algo sobre el mantenimiento de terneros con leche en polvo? ¿Qué opina al respecto?"

R: "no conozco estudios, pero si hay posibilidad de contar con suplementos, va a depender de los precios".

3. R. Sequeira a C. Wilcox: ¿"a qué atribuye la falta de heterosis entre Red Shindi y Jersey en Sudán?"

R: "cuando compararon los dos conjuntos de datos, ellos vieron que no hubo heterosis, pero no se sabe a qué se debió esto".

4. R. Sequeira a A. Tewolde: ¿"porqué en el trabajo de Salgado ajustaron por número de partos y no por edad de la vaca?"

R: "pienso que es mejor o más seguro trabajar con número de partos que con edades, para evitar confusiones de la edad con el número de partos. Además la correlación obtenida entre edad de la vaca y el número de partos fue de 96%".

5. N. Domínguez a J. Wilton: ¿"es frecuente en el trópico alta variación entre precios y proporciones de carne y leche, qué limitaciones presenta este tipo de problemas en el análisis de sistemas?"

R: "ellos tuvieron el mismo problema con el precio del grano y la carne. Para ello podría verse la trayectoria de los precios en los últimos 20 años, sacar regresiones y utilizar eso, o sea utilizar la relación histórica".

6. A. Tewolde a C. Wilcox: "Usted señaló que cuando el interés es producir leche conviene usar Holstein, absorbiendo los genotipos locales hacia sangre Europea, pero eso implica mejorar el ambiente, ¿qué pasa con el componente económico del sistema?"

R: "esto consta de dos partes, para mejorar el nivel de producción los principios son: mayor sangre Europea - mayor producción de leche; pero claro está que cada país puede tener diferencias dependiendo de la política lechera, si quieren producir más leche deben meter más sangre Europea. Ahora bien, cuanto más leche produzco más gasto, y quién paga esto?, la misma vaca. Se puede llegar gradualmente a 7/8 de sangre Europea, pero para ese entonces, quizás ya pueda ser factible manejar el ambiente".

7. Nuñez a Wilcox: "esto significa que en 20 años los casi Holstein puros ya se adaptaron al ambiente?"

R: "no se adaptan, pero para ese entonces esas vacas ya habrán producido lo suficiente para que ameriten protección, el problema de las vacas adaptadas es que dejan de comer y producir. En Florida había poco Holstein hace 20 años, pero ahora tienen Holstein en grandes cantidades, y algunas producen hasta 20.000 lts por lactancia, y entonces sí vale la pena protegerlas".

8. G. Dickerson a C. Wilcox: "la posición es interesante, y parecería ser que se quiere crear un ambiente único mundial, donde ya no habría doble propósito, sino solo lecherías. En todos los datos después de la F1 la producción de leche bajaba en la revisión de Mujica, mientras que según Wilcox, la producción sigue aumentando después del 50%. Pregunto si los datos provienen de estaciones experimentales y con medios ambientes controlados".

R: Mujica señaló que la producción de leche sigue subiendo después del 50%, pero las fallas son en reproducción.

Wilcox dijo que en los casos que él mencionó no solamente respondía la producción después del 50% sino que se conseguían respuestas lineales encima del 75% de sangre Holstein, pero también señaló que las condiciones y necesidades pueden variar de país a país, y él hace mención a condiciones de lechería especializada.

G. Dickerson comentó: "entonces lo que se sugiere es que la clasificación de la eficiencia en climas templadas está muy correlacionado con la clasificación de eficiencia en los trópicos, y que él encuentra muy difícil creer esto. Este tipo de posiciones le parecen similares a los argumentos utilizados por USA para vender animales reproductores a la India".

C. Wilcox respondió: "habría que confrontar las clasificaciones frente a las posibilidades de interacciones de genotipo con ambiente, y que la interacción del genotipo con el ambiente no es lo suficientemente grande para preocuparse. El ganado desde luego debe mantenerse en un ambiente artificial o de lo contrario sería salvaje. Al poner una cerca en el campo ya estamos creando artificialidad en el ambiente, y si se quiere mayor producción debe haber mayor artificialidad en el ambiente. Hay que recordar las estadísticas mundiales, la población va en aumento, y no podemos sentarnos a esperar que cambie el sistema de producción, puesto que el sistema actual no es capaz de mantener los requerimientos crecientes de la población. Florida presenta condiciones ambientales más parecidas al trópico que Nebraska o Canadá y yo creo que los sistemas de producción utilizados allí pueden llevarse a cabo en el trópico".

## **RECOMENDACIONES**

Las principales recomendaciones señaladas por los participantes al final de la conferencia fueron:

- **Dar continuidad y seguimiento a este arranque, a través de reuniones periódicas similares al presente con la organización a cargo del CATIE.**
- **Enfatizar y promover programas de conservación de las diferentes razas autóctonas.**
- **Promover la estructuración de la información a usar en la evaluación de hallazgos a través de p.e. uniformización y establecimiento de banco de datos.**
- **Incluir análisis económico en las evaluaciones genéticas para buscar rentabilidad del sistema.**
- **En una conferencia como ésta sería positivo la oportunidad para que los países presenten sus programas genéticos que utilizan en el desarrollo ganadero.**