

EDICIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN GENÉTICA EN GANADO CEBÚ

Juan Carlos Martínez González¹ y G. Manuel Parra Bracamonte.

División de Estudios de Postgrado e Investigación, Unidad Académica Multidisciplinaria
Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas
Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

Resumen.

En años recientes se ha generalizado la preocupación por implementar programas de mejoramiento genético para evaluar el comportamiento productivo de los animales. Para la realización de la evaluación de sementales de exposición y de animales en control de desarrollo ponderal se utilizó la información registrada en la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú (AMCC) cuya sede se encuentra en Tampico, Tamaulipas. Desde su fundación, la AMCC ha realizado un gran cantidad de exposiciones y muestras nacionales e internacionales de ganado Cebú, mientras que la información para el crecimiento ponderal se empezó a registrar desde 1994. La información utilizada para la digitalización de la base de datos corresponde a animales registrados ante la AMCC y pertenecen a las razas Brahman (BR), Guzerat (GU), Gyr (GY), Indubrasil (IN), Nelore (NE) y Sardo Negro (SN). Se asumió que las condiciones de manejo fueron similares para todas las ganaderías que presentaron animales a las exposiciones. En cuanto al desarrollo ponderal los grupos contemporáneos consideraron a la ganadería como clasificación del manejo. Parte importante de la edición de la base de datos fue el acceso a la genealogía de todas las razas de la AMCC para completar la información referente a fecha de nacimiento, semental y vaca. La información procedía de animales nacidos durante 1971 a 1995 y agrupados por edad y sexo; para generar la ganancia diaria de peso (GDP) se dividió el peso vivo del animal entre los días de vida. Se realizaron análisis preliminares para determinar efectos significativos de las principales fuentes de variación y generar factores de ajuste. Los análisis finales fueron a través del modelo animal que consideró el vector de observaciones para peso vivo (PV) al momento de la exposición, ganancia diaria de peso (GDP) o ganancia diaria de peso ajustada por grupo de edad (GDPA), el vector de los efectos fijos de las subclases criador y grupo contemporáneo (año de nacimiento - grupo de edad - sexo de la cría) y el vector de efectos aleatorios (animal - toro - vaca). Por otro lado, los datos incluidos en la evaluación genética del control de desarrollo ponderal corresponden a los registros de pesajes a edades fijas de acuerdo al reglamento técnico de la AMCC, de las razas: BR, GU, GY, IN, NE y SN. Los registros de pesos considerados fueron: peso al nacimiento (PN), peso a los 205 días (P205), peso a los 365 días (P365), y peso a los 550 días (P550), la información correspondía a sementales o prospectos a sementales, por lo que en algunas ganaderías la información era reducida; ésta incluía la identificación del animal, del toro, de la vaca, del socio, número económico del animal y de registro (en su caso), raza, sexo, fecha de nacimiento, la información de los pesajes y la información del régimen alimenticio. Para la edición de la

¹ Centro Universitario Victoria, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.

Tel: 01 (834) 318 1800 ext. 2119

Fax: 01 (834)318 1721

C. Electrónico: jmartinez@uat.edu.mx

base de datos fue necesaria la generación de nuevas identificaciones (ficticios), para los animales y sus padres para ajustar a los requerimientos del paquete de evaluación genética MTDFREML. Después se generaron dos bases de datos una de pedigrí y otra de comportamiento con los pesos ajustados PN, P205, P365 y P550, año y estación de nacimiento (seca = enero a junio; y lluvia = julio a diciembre), régimen alimenticio, identificación de socio y edad de la vaca al parto (utilizada como covariable lineal y cuadrática). Los grupos contemporáneos se construyeron con el año y época de nacimiento, sexo del animal y régimen alimenticio, se eliminaron los datos extremos ($\pm 2\sigma$). Para el análisis de las variables, obtención de las diferencias esperadas de la progenie (DEP's) y exactitudes, se utilizó el paquete de evaluación genética MTDFREML con un modelo animal univariado que consideró el vector de efectos fijos relacionado con el grupo contemporáneo (año y época de nacimiento, sexo de la cría y régimen alimenticio), el vector de efectos fijos relacionado con el hato y el vector de efectos aleatorios directos del semental. Se concluye que para hacer evaluaciones genéticas de manera más eficiente es necesario que a través de la AMCC se implementen varias estrategias en el levantamiento y mantenimiento de las bases de datos, lo más importante es que se registren pesos reales y no promedio de grupos o de razas; mantener los registros individuales aún y cuando los animales transiten a través de varias ganaderías; registrar cualquier animal que entra al control de desarrollo ponderal; y contar con sementales de referencia.

Introducción.

Los primeros bovinos llegaron a América junto con los conquistadores españoles y portugueses, principalmente de la Península Ibérica, mientras que las primeras introducciones de ganado Cebú (*Bos indicus*) fueron durante 1860, pero los tipos criollos dominaron hasta fines de 1940 (Rouse, 1977), después de este periodo se dio un mestizaje desordenado y en la actualidad el ganado Cebú ha reemplazado a la gran mayoría de las poblaciones criollas de las regiones tropicales. Además, existen sistemas de cruzamiento que utilizan diferentes razas productoras de carne de origen europeo (*Bos taurus*) en cruzamiento con el ganado Cebú como un camino rápido para incrementar la eficiencia en la producción de carne (Imatzu, 1998; Queiroz y Muniz, 1998), aprovechando la mejor habilidad de crecimiento de los animales europeos y la adaptabilidad de los Cebú, debido a los efectos aditivos de las razas y a la ganancia de heterosis que se logra entre los cruzamientos.

El Cebú es preferido por algunos ganaderos debido a su tolerancia a altas temperaturas ambientales, climas húmedos, rusticidad, capacidad para aprovechar forrajes de baja calidad nutritiva y resistencia a parásitos internos y externos, que les permite una mayor adaptación a las condiciones severas del ambiente tropical (Razook *et al.*, 1998).

Las zonas con clima de trópico seco y húmedo abarcan 23% de la República Mexicana, en estas áreas, la producción de carne es la principal actividad pecuaria, la cual se realiza mayormente en sistemas extensivos y de doble propósito (Osorio, 1998 y Anderson *et al.*, 1995). Según la Confederación Nacional Ganadera (CNG, 1995) el sector pecuario utiliza métodos y tecnología de producción con un rezago de más de 30 años, por lo que los programas para el sector pecuario deben ser dirigidos para transferir tecnología para incorporar patrones de producción, competitividad y sostenibilidad.

Una de las acciones urgentes a implementar en México es el establecimiento de programas en materia de mejoramiento genético, con la participación y consenso de los criadores de registro, los técnicos y la propia Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Hasta hace algunos años la evaluación de bovinos productores de carne se

basaba en patrones raciales (Martínez, 1991), posteriormente se realizaron intentos por establecer estaciones de pruebas de comportamiento (Gurza, 1998) y más recientemente se han generalizado las evaluaciones genéticas del comportamiento productivo y reproductivo.

El mejoramiento genético animal consiste en aplicar los principios biológicos, económicos y matemáticos, con el fin de conocer estrategias óptimas para aprovechar la variación genética existente para maximizar su mérito, éste proceso involucra la evaluación genética y la difusión del material evaluado (Montaldo y Barria, 1998), con el interés fundamental de que los animales sobresalientes transmitan sus características a su descendencia para mejorar significativamente la producción de la industria.

El desconocimiento de los principios científicos de la mejora genética, así como la ineficiente coordinación y promoción por parte del gobierno, han paralizado la aplicación del mejoramiento genético animal en la gran mayoría de las explotaciones ganaderas, además esto a provocado un costo ecológico por el mantenimiento de animales improductivos con un impacto negativo en el medio ambiente y en la economía. Asimismo, ante la falta de programas de evaluación genética se hace necesaria la importación de material genético en todas sus presentaciones (animales vivos, semen y embriones).

En la actualidad existen métodos que permiten la evaluación genética de los animales en producción, los que están por entrar a la actividad productiva o aún aquellos que no cuentan con registros de producción, solo que para ello se requiere de la creación y actualización de bases de datos confiables.

Hoy en día en México, existen intereses particulares de algunas Asociaciones, en realizar esfuerzos por estructurar programas de evaluación genética, así se pueden ejemplificar los esfuerzos de las Asociaciones de Ganado Tropicarne y Angus cuyas bases de datos fueron evaluadas por técnicos de la Universidad Autónoma Chapingo y de la Asociación Simmental - Simbrah, por parte de técnicos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Por lo anteriormente señalado los objetivos del presente documento fueron:

- a). Ofrecer una descripción sobre la elaboración y creación de bases de datos con información de la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú (AMCC),
- b). Describir la edición de las bases de datos del comportamiento productivo y de genealogía del ganado Cebú registrado ante la AMCC,
- c). Criterios considerados en la evaluación genética del ganado Cebú de exposición y en control de desarrollo ponderal, y
- d). Hacer algunas recomendaciones para estructurar mejores bases de datos para realizar evaluaciones genéticas más confiables.

Metodología en la evaluación de animales.

Para la realización de la evaluación de animales de exposición y de sementales en control de desarrollo ponderal se utilizó la información registrada en la Asociación Mexicana de Criadores de Cebú (AMCC). Esta Asociación fue constituida el nueve de marzo de 1962, con el objetivo de agrupar a los criadores de bovinos de raza Cebú, fomentar su desarrollo y mejorar e incrementar el hato, preservando la pureza de las diferentes razas explotadas en México llevando registros de genealogía (AMCC, 1995). La sede de la AMCC está ubicada en el puerto de Tampico, Tamaulipas. Hasta 1996 la AMCC había expedido más de 484,337 registros de genealogía a ejemplares de las razas Brahman (BR), Indubrasil (IN), Gyr (GY), Nelore (NE), Guzerat (GU), Sardo Negro (SN), Nelore Mocho (NE), Gyr

Mocho (GY) y Red Sindhi (RS; AMCC, 1997). Esto indica la importancia del ganado Cebú en la ganadería mexicana, sobre todo para las zonas tropicales donde constituye el 70 a 80% del hato. Desde su fundación, la AMCC ha realizado 35 Exposiciones Nacionales de Ganado Cebú, 17 Exposiciones Nacionales de todas las razas de México, cinco Muestras Internacionales de Ganado Cebú, Exposiciones Especializadas por Raza y los Congresos Mundiales de la Raza Brahman (AMCC, 1997). Dichos eventos generaron información importante de la evolución del comportamiento del hato nacional debido a que se registraban algunas variables productivas en cada evento.

A continuación se describe la metodología que se empleó para la edición de los datos en la evaluación de sementales de exposición (Martínez, 1999), y posteriormente se detalla la metodología utilizada en la evaluación genética de 2004 para sementales Cebú de registro en control de desarrollo ponderal.

Evaluación de sementales de exposición.

Origen de la base de datos.

Para la elaboración de esta base de datos se obtuvo acceso a los archivos de las Exposiciones, Muestras y Exhibiciones que celebra la AMCC a través de toda la República Mexicana, dichos registros corresponden a más de 30 años. Sin embargo, es hasta 1973 cuando se logra una mayor constancia en la información registrada al momento de la exposición, que correspondió a 9,091 registros de animales de las razas BR, IN, GY, NE, GU y SN (Cuadro 1). Los animales que fueron presentados en las distintas exposiciones procedían de 540 ganaderías distribuidas a través de la República Mexicana, principalmente de los estados que se ubican en las zonas tropicales tanto en la costa del Golfo de México (Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo), como en la del Pacífico (Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas).

Cuadro 1. Distribución de Animales de las Distintas Razas Cebú que Fueron Presentados a Exhibición de 1973 a 1996 de Acuerdo a Raza de Ganado y Número de Registros Utilizados.

| Raza | Observaciones originales | Observaciones utilizadas | Porcentaje de información utilizada |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Brahman | 3810 | 3441 | 90.05 |
| Indubrasil | 2334 | 2123 | 90.06 |
| Gyr | 1605 | 1481 | 92.26 |
| Nelore | 971 | 925 | 95.26 |
| Guzerat | 180 | - | - |
| Sardo Negro | 191 | - | - |
| Total | 9091 | 7960 | - |

Los ecosistemas que predominan en estos estados corresponden a trópico seco y húmedo, los recursos bióticos y abióticos presentan retos para la sobrevivencia, adaptación y productividad de los bovinos, principalmente aquellos de origen europeo. La temperatura media anual varía de 23 a 30°C, con rangos de precipitación pluvial de 700 a 1600 mm anuales para el trópico seco y de más de 1600 mm en el trópico húmedo. Los pastos que proliferan en éstas

condiciones son de baja calidad (<7% de PC), con alta concentración de paredes celulares y baja digestibilidad con variaciones estacionales en cuanto a cantidad (kg MS/ha/año) y calidad (nutrientes) a través del año. Las condiciones climáticas favorecen el desarrollo de plagas, parásitos y enfermedades.

No fue posible hacer un análisis particular del manejo de cada una de las ganaderías que presentaron animales a las exposiciones, pero existen trabajos (Magaña y Segura, 1997; Fernández *et al.*, 1997; Castro, 1995; Alpírez, 1993; Castillo, 1993; Tuexi, 1991) en los que se menciona el tipo de manejo de las explotaciones de pie de cría del clima tropical. Por razones comerciales, los criadores de ganado de registro no tienen épocas de empadre restringidas, lo que les permite tener animales de todas las edades para las necesidades de mercado. En general los animales estudiados fueron producto de monta dirigida, aunque en algunos casos son de inseminación artificial y en menores ocasiones de transferencia de embriones.

El manejo de los animales incluye que los becerros deberán ser pesados e identificados al momento del nacimiento (en los primeros cinco días de vida), ya sea con tatuaje en la oreja o mediante un arete de plástico (AMCC, 1995). Los becerros permanecen con sus madres hasta una edad aproximada de ocho meses, en algunas explotaciones se ha implementado la práctica de suplementación con concentrados a los becerros durante la fase de predestete con corrales trampa. En este primer período, los animales reciben tratamientos contra parásitos internos y externos, así como la primera aplicación de vacunas contra enfermedades endémicas como: carbón sintomático, edema maligno, pasteurelosis, rabia y en el caso de hembras la de brucelosis.

Al momento del destete los animales son identificados con hierro candente con el número de identidad y el último dígito del año en que nacieron, así como el fierro de propiedad, se aprovecha éste manejo para volver a dar los tratamientos contra las enfermedades antes mencionadas y se registra el peso de destete. El desarrollo de los animales se realiza en lotes separados por sexo; dependiendo de la explotación (criador) los animales se mantienen en condiciones de pastoreo, semiestabulación o estabulación. En el primero de los casos, las explotaciones cuentan con una amplia variedad de pastos, los cuales han ido cambiando a través del tiempo. Las praderas de Jaragua (*Hyparrhenia rufa*), Pangola (*Digitaria decumbens*) y Guinea (*Panicum maximum*) eran más comunes durante los setentas y ochentas, después se introdujeron especies como Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), Bermuda (*Cynodon dactylon*) y forrajes de corte como el Elefante (*Pennisetum purpureum*) y Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*); más recientemente, las especies que están siendo introducidas son variedades mejoradas de Braquiarias (*Brachiaria spp.*) y de Guineas (*Panicum maximum*).

Los animales que son seleccionados por sus características de conformación (patrones raciales de la AMCC) son preparados para su exhibición en las ferias (manejo y alimentación).

El comité organizador y la comisión de exposiciones de la AMCC tienen el poder de vetar a aquellos ejemplares que concurren y que no estén debidamente preparados, faltos de mansedumbre, con problemas sanitarios o sin los certificados correspondientes (AMCC, 1995).

Todos los animales inscritos en las distintas exposiciones y/o muestras fueron pesados oficialmente al arribo a la sede y revisados en cronología dentaria por el Comité Técnico de la AMCC, de haber existido discrepancia entre la edad señalada en el registro y la dentaria, los miembros de la comisión eliminaron del concurso al o los ejemplares en cuestión. Similarmente, se procedió contra aquellos animales que no reunían los patrones raciales establecidos por la AMCC (1995).

El ganado llevado a exposición no es escogido para ello con base en su desempeño durante el

desarrollo, por lo anterior la estructura de la población de donde se obtuvo la muestra, no está sometida a objetivos de mejoramiento genético de características de desarrollo.

Edición de la base de datos.

Para la realización de este estudio fue necesario elaborar la base de datos procedente de los registros de las exposiciones y/o muestras que realiza la AMCC, para lo cual se utilizó la información de los animales inscritos en las exhibiciones. Asimismo, se recurrió a la base de datos de genealogía de la AMCC para completar la información referente a fecha de nacimiento, toro y vaca del animal en cuestión. Esta información se codificó y se digitalizó en una hoja de cálculo (Excel®), después fueron editados con el paquete de Sistemas de Análisis Estadísticos (SAS, 1987), descartando toda aquella información que biológicamente no fuera posible y/o que careciera de datos para ser considerada dentro del análisis. Por ejemplo, promedios de ganancias diarias de peso de más de 2000 g al día, animales con registros erróneos, crías que tenían fecha de registro anterior a cualquiera de sus progenitores, entre otros. De tal modo, que los registros utilizados fueron 7960, la información de las razas GU y SN no fueron consideradas debido al limitado número de observaciones (Cuadro 1). Asimismo, se desechó toda aquella información de los sementales que sólo participaron con una observación (progenie).

Como se mencionó anteriormente la información procedía de los eventos realizados durante el periodo de 1973 a 1996, y las fechas de nacimiento de los animales presentados correspondían a los años de 1971 a 1995. La AMCC ha establecido categorías de grupos de edad en los que participan los animales, pero para los objetivos del estudio sólo se incluyeron los grupos que se describen a continuación: Grupo I = de 12 a 14 meses de edad menos un día; Grupo II = de 14 a 16 meses de edad menos un día; Grupo III = de 16 a 18 meses de edad menos un día; Grupo IV = de 18 a 22 meses de edad menos un día; y Grupo V = de 22 a 26 meses de edad menos un día, además de estar agrupados por sexo (machos y hembras).

Para generar la ganancia diaria de peso (GDP) se dividió el peso vivo del animal al momento de la exposición entre los días de edad, cabe destacar que las GDP no están ajustadas por el peso al nacimiento de la cría. En el Cuadro 2 se aprecian las medias de GDP de acuerdo al grupo de edad, sexo y raza del animal. Además, después de realizar un análisis de varianza se encontró que la GDP estaba afectada ($P < 0.01$) por el grupo de edad y sexo.

Cuadro 2. Medias \pm Desviación Estándar de Ganancias Diarias de Peso (GDP) por Grupo de Edad, Sexo y Raza de Animales Cebú Presentados a Exposición Durante el Periodo de 1973 a 1996.

| Raza | Sexo | Grupo I | Grupo II | Grupo III | Grupo IV | Grupo V |
|------------|------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Brahman | M | 1008 \pm 159 | 960 \pm 121 | 902 \pm 116 | 851 \pm 113 | 813 \pm 121 |
| | H | 863 \pm 128 | 808 \pm 98 | 759 \pm 93 | 702 \pm 89 | 724 \pm 101 |
| Indubrasil | M | 1027 \pm 132 | 942 \pm 121 | 897 \pm 113 | 865 \pm 111 | 861 \pm 128 |
| | H | 875 \pm 118 | 805 \pm 104 | 754 \pm 95 | 700 \pm 85 | 650 \pm 163 |
| Gyr | M | 872 \pm 134 | 799 \pm 113 | 758 \pm 101 | 713 \pm 96 | 785 \pm 85 |
| | H | 728 \pm 93 | 652 \pm 77 | 635 \pm 85 | 577 \pm 91 | 785 \pm 85 |
| Nelore | M | 945 \pm 141 | 864 \pm 126 | 856 \pm 107 | 814 \pm 111 | 791 \pm 114 |
| | H | 785 \pm 97 | 712 \pm 97 | 673 \pm 80 | 630 \pm 115 | 634 \pm 44 |

Para remover los efectos de grupo de edad se generaron factores de ajuste de tipo multiplicativo (Kempthorne, 1957), para ajustar por esta fuente de variación la GDP de acuerdo a raza (Cuadro 3), generándose la variable ganancia diaria de peso ajustada GDPA al grupo de edad I.

Cuadro 3. Factores de Ajuste de Tipo Multiplicativo para Ajustar la Ganancia Diaria de Peso (GDP) de Acuerdo al Grupo de Edad de Animales Cebú Presentados a Muestras de Exhibición Durante 1973 a 1996.

| Grupo de edad | Brahman | Indubrasil | Gyr | Nelore |
|---------------|---------|------------|------|--------|
| I | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| II | 1.06 | 1.08 | 1.09 | 1.09 |
| III | 1.13 | 1.14 | 1.15 | 1.11 |
| IV | 1.19 | 1.20 | 1.21 | 1.16 |
| V | 1.23 | 1.23 | 1.11 | 1.19 |

Cabe mencionar que, algunos sementales fueron utilizados por más de siete años consecutivos, lo que podría traducirse en que la población analizada tuviera problemas de consanguinidad, ya que algunos ganaderos utilizan esta estrategia para fijar características de sus sementales. Para determinar si esta situación estaba afectando los parámetros genéticos estimados fue necesario realizar análisis de consanguinidad. Los coeficientes de consanguinidad observados por raza fueron relativamente bajos con porcentajes de 0.0002, 0.0014, 0.0046 y 0.0013 para las razas BR, IN, GY y NE, respectivamente. Se pudo notar que algunos animales presentaron coeficientes de consanguinidad de 0.25%, sin que ninguno de los sementales utilizados alcanzaran éstos niveles críticos.

Procedimientos estadísticos.

Para la estimación de las varianzas y covarianzas de las variables antes descritas los datos fueron analizados mediante el programa de análisis multivariado de máxima verosimilitud restringida libre de derivadas (Multiple Trait Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood, MTDFREML; Boldman *et al.*, 1995), que contiene un conjunto de subprogramas para la estimación de los componentes de varianza y covarianza necesarias, a través de Máxima Verosimilitud Restringida sin el uso de derivadas. Una vez que el programa MTDFREML termina el proceso reiterativo procede a obtener las soluciones a las ecuaciones de modelos mixtos con propiedades de mejores estimadores insesgados (BLUE) para los efectos fijos y de los mejores predictores lineales insesgados (BLUP) para los efectos aleatorios (Boldman *et al.*, 1993). Estos análisis fueron realizados con la colaboración del Dr. Steven D. Lukefahr y la infraestructura instalada del Departamento de Ciencia Animal y Vida Silvestre de la Universidad Texas A & M/Kingsville en Kingsville, Texas, USA.

El modelo estadístico utilizado para obtener los componentes de varianza fue el siguiente modelo animal:

$$y = X\beta + Zu + \varepsilon$$

Donde:

Y = es el vector de observaciones para peso vivo (PV) al momento de la exposición, ganancia diaria de peso (GDP) o ganancia diaria de peso ajustada por grupo de edad (GDPA).

X, Z = corresponden a las matrices que asocian las observaciones de PV, GDP o GDPA con los efectos fijos de β y u.

β = vector de los efectos fijos de las subclases procedencia (criador) y grupo contemporáneo (año de nacimiento - grupo de edad - sexo de la cría) para PV, GDP o GDPA;

u = vector de efectos aleatorios;

ε = es el vector de residuales para PV, GDP o GDPA, aleatorio e independientemente distribuido.

Evaluación de animales en control de desarrollo ponderal.

Origen de la base de datos.

Los datos incluidos en el análisis genético corresponden a los registros de pesajes a edades fijas de acuerdo al Reglamento Técnico del Control de Desarrollo Ponderal (AMCC, 1996), de las razas BR, GU, GY, IN, NE y SN. El programa de control de desarrollo ponderal (CDP) tiene como principal finalidad identificar los hatos, líneas familiares e individuos con mayor velocidad en ganancia de peso durante la fase de crecimiento. El programa CDP se oficializó en 1996, pero en algunas ganaderías el levantamiento de pesajes empezó desde 1993 y en otras se tenía información disponible desde los últimos años de los 80's.

Después de la implementación del programa CDP en una ganadería, el pesaje de los animales se realizó cada 90 días (3 meses). Los registros de pesos considerados fueron: peso al nacimiento (PN), peso a los 205 días (P205), peso a los 365 días (P365), y peso a los 550 días (P550).

El manejo de los animales es el anteriormente descrito en este documento, destacando que para esta base de datos se contó con la clasificación del régimen alimenticio (RA) al que estaban sometidos los animales (RAI = régimen de pastoreo con sales minerales o que además recibían heno o ensilaje; RAII = semiestabulados, además de RAI recibían concentrados; y RAIII = animales estabulados recibiendo raciones balanceadas). La información correspondía a las progenies de sementales o prospectos a sementales y que necesariamente debían ser registrados, por lo que en algunos hatos la información fue reducida.

Edición de las bases de datos.

La base de datos original fue editada, para cada raza por separado, mediante el paquete de programación y manejo de bases de datos Visual Fox Pro®. La información disponible incluía la identificación del animal, la identificación del padre, de la madre, del socio, número económico del animal, número de registro (en su caso), raza, sexo, fecha de nacimiento, la información de los pesajes y la información del RA.

Para la edición, fue necesaria la generación de nuevas identificaciones (números aleatorios ficticios), para animales (crías), padres (sementales) y madres (vacas) para ajustar a los requerimientos del paquete de evaluación genética MTDFREML. La generación de estos números requirió la fecha de nacimiento de los animales y el número de identificación como criterios de asignación. Asimismo, fue necesaria la generación de la edad de la vaca al parto a través de la fecha de nacimiento de la madre que se obtuvo de la base de datos de genealogía.

Después de haber generado las nuevas identificaciones de los animales, los pasos de edición subsecuentes fueron:

1.- Generación de una base de datos del pedigrí y una para la edición de las variables a evaluar en la hoja de cálculo Excel®. La capacidad de la hoja de Excel no soporta más de 65,536 registros, por lo que la edición de pedigrí fue dividida, en algunos casos (p.e. BR e IN), y reunida en una hoja final con formato de texto.

- 2.- Ajuste de los pesos a 205, 365 y 550 días, de acuerdo a las fórmulas recomendadas por la Beef Improvement Federation (BIF, 2002).
- 3.- Generación del año de nacimiento, considerando los dos últimos dígitos del mismo.
- 4.- Generación de estación de nacimiento, considerando dos estaciones (secas = enero a junio, y lluvias = julio a diciembre).
- 5.- Generación de la variable edad de la madre al parto (fecha de nacimiento de la madre - fecha de nacimiento de la cría), la cual se utilizó como covariable lineal y cuadrática en el modelo.
- 6.- Los grupos contemporáneos se construyeron en el paquete estadístico SAS (2001), finalmente sólo se incluyó la época y el año de nacimiento, el sexo del animal y el régimen alimenticio.
- 7.- El número de identificación de socio fue tomado como hato.
- 8.- Se eliminaron datos extremos en las variables ($\pm 2\sigma$ de la media).
- 9.- Finalmente se obtuvo la base para cada variable en formato de texto.

Procedimientos estadísticos.

Para el análisis de las variables y la obtención de variancias y covariancias se utilizó el paquete de evaluación genética MTDFREML (Boldman *et al.*, 1995), previamente descrito. Para cada variable fue ajustado un modelo animal univariado que solamente incluyó el efecto de semental. El número de animales en el pedigrí y las variables editadas se presentan en el Cuadro 4. Además, el programa MTDFREML entrega los parámetros genéticos de las características analizadas, así como las diferencias esperadas de la progenie (DEP's) y las exactitudes de las mismas.

Cuadro 4. Medias \pm Desviación Estándar para Características de Crecimiento de la Progenie de Sementales Cebú de Registro

| Raza | No. Animales* | Variables evaluadas | | | | |
|--------------------|---------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | \bar{x}_{PN} | \bar{x}_{PD} | \bar{x}_{GDP} | \bar{x}_{PA} | \bar{x}_{P550} |
| Brahman | 231 567 | 32.3 \pm 1.7 | 181.1 \pm 30.3 | 0.726 \pm .147 | 255.4 \pm 52.9 | 356.3 \pm 80.1 |
| Guzerat | 7 909 | 30.7 \pm 1.3 | 174.8 \pm 38.7 | 0.702 \pm .188 | 251.6 \pm 56.5 | 332.5 \pm 71.8 |
| Gyr | 69 568 | 27.0 \pm 2.3 | 154.5 \pm 31.6 | 0.622 \pm .152 | 219.1 \pm 48.1 | 303.8 \pm 63.6 |
| Indubrasil | 115 514 | 32.8 \pm 3.0 | 176.2 \pm 35.1 | 0.860 \pm .170 | 267.6 \pm 54.0 | 345.6 \pm 71.8 |
| Nelore | 62 123 | 31.5 \pm 2.2 | 177.3 \pm 35.9 | 0.875 \pm .180 | 258.3 \pm 61.9 | 337.8 \pm 78.8 |
| Sardo Negro | 13 549 | 32.8 \pm .1.4 | 181.3 \pm 36.2 | 0.724 \pm .176 | 277.2 \pm 55.3 | 375.7 \pm 73.0 |

*Animales en el pedigrí. PN: Peso al nacimiento. PD: Peso a 205 días. GDP: Ganancia de peso predestete. PA: Peso a 365 días. P550: Peso a 550 días.

El modelo animal univariado fue:

$$y = \mathbf{X}_1\mathbf{a} + \mathbf{X}_2\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

Donde:

\mathbf{X} y \mathbf{Z} = son matrices de incidencia que se relacionan con los vectores de efectos fijos y aleatorios, respectivamente.

\mathbf{a} = es el vector de efectos fijos relacionado con el grupo contemporáneo (año y época de nacimiento, sexo de la cría y régimen alimenticio).

β = es el vector de efectos fijos relacionado con el hato.
 u = es el vector de efectos aleatorios directos del semental
 ε = es el vector de efectos aleatorios residuales.

Cuadro 5. Valores Mínimos y Máximos para Características de Crecimiento de la Progenie de Sementales Cebú de Registro

| Raza | Variables evaluadas | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|-----|-----|-----|-------|-------|-----|-----|------|-----|
| | PN | | PD | | GDP | | PA | | P550 | |
| | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Brahman | 27 | 38 | 106 | 259 | 0.363 | 1.100 | 134 | 401 | 173 | 552 |
| Guzerat | 21 | 40 | 60 | 342 | 0.167 | 1.520 | 120 | 486 | 165 | 552 |
| Gyr | 20 | 40 | 64 | 384 | 0.180 | 1.741 | 110 | 440 | 125 | 493 |
| Indubrasil | 20 | 51 | 88 | 266 | 0.430 | 1.300 | 124 | 520 | 185 | 581 |
| Nelore | 18 | 50 | 79 | 298 | 0.333 | 1.800 | 89 | 552 | 138 | 604 |
| Sardo Negro | 30 | 36 | 109 | 254 | 0.373 | 1.077 | 167 | 378 | 230 | 522 |

PN: Peso al nacimiento. PD: Peso a 205 días. GDP: Ganancia de peso predestete. PA: Peso a 365 días. P550: Peso a 550 días.

El criterio de convergencia para el ajuste del modelo fue de $-2 \text{ Log } L = 1 \times 10^{-9}$, para lo cual fueron necesarios tres reinicios para asegurar el global de la estimación y predicción, tomando como base tres decimales del logaritmo.

Conectividad

La conectividad en las distintas razas en el análisis final no fue evaluada, la estructura de las bases de datos imposibilitó una edición más profunda. En un principio se realizaron pruebas en el programa MILC (Fries, 1998), el cual bajo una plataforma en FORTRAM®, evalúa la conectividad en la población en cuestión. Las pruebas de conectividad resultaron bajas debido a la ausencia de sementales de referencia y el empleo reducido de la inseminación artificial ó a la conformación de los grupos contemporáneos.

Se ha seguido trabajando con la base de datos para hacer una mejor edición con el fin de mejorar la estructura en los hatos y grupos contemporáneos. Además, fue realizada una encuesta para los socios de la AMCC, con la finalidad de recabar información fundamental sobre las condiciones de las ganaderías y en manejo de los animales en los hatos.

Limitantes para las evaluaciones genéticas

Es evidente que aún en Asociaciones que tienen más de una década de haber establecido programas de mejoramiento genético, estos no estén cubriendo las expectativas de los ganaderos. Por lo que se hace evidente que es necesario implementar programas de capacitación a todos los niveles (técnicos, administradores de los ranchos, vaqueros y personal que tienen que ver con la toma de decisiones) para que el conocimiento sea efectivo y rinda los resultados que se buscan.

Es necesario que los productores comprendan los principios básicos del mejoramiento genético, tengan claros los conceptos de índice de herencia y constancia, así como el significado de las correlaciones y las diferencias esperadas de la progenie (DEP's), para que de

esta manera sean los propios productores quienes demanden sementales de mejor calidad genética.

Un paso importante para el mejoramiento genético es la utilización de la inseminación artificial, ya que a parte de servir para la multiplicación de ciertos sementales con calidad genética servirá para lograr la conectividad entre hatos.

Conclusiones

Se concluye que para hacer evaluaciones genéticas de manera más eficiente es necesario que a través de la AMCC se implementen varias estrategias:

- a). Levantamiento y mantenimiento de bases de datos, lo más importante es que se registren pesos reales de ser posible con equipos que cumplan las normas establecidas en las reglas de operación.
- b). Mantener los registros individuales aún y cuando los animales transiten a través de varias ganaderías.
- c). Registrar cualquier animal que entra al control de desarrollo ponderal, sin pérdidas económicas para el productor que decida o no registrar al animal ante la AMCC.
- d). Considerar el establecimiento de épocas de empadre para aumentar el número de observaciones por grupo contemporáneo.
- e). Implementar el uso de la inseminación artificial con sementales de reconocida calidad genética (sementales de referencia) para lograr la conectividad entre hatos.

Con la implementación de estas pequeñas estrategias será posible mejorar futuras evaluaciones.

Referencias

- Alpírez M. M. 1993. Evaluación predestete de becerros Brahmán en apaceamiento. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. H, Veracruz, Veracruz. 47 p.
- AMCC. 1995. Asociación Mexicana de Criadores de Cebú. Asociación Mexicana de Criadores de Cebú. México, D. F. 74 p.
- AMCC. 1996. Reglamento Técnico del Control de Desarrollo Ponderal. Asociación Mexicana de Criadores de Cebú. Tampico, Tamaulipas, 12 p.
- AMCC. 1997. Asociación Mexicana de Criadores de Cebú (AMCC). En: Memoria Primer Foro de Análisis de los Recursos Genéticos de la Ganadería Bovina. 17 al 19 de Noviembre. México, D. F. Pp. 100-106.
- Anderson S., S. Santos, R. Boden y J. Wadsworth. 1995. Characterization of cattle production systems in the state of Yucatan. In: Proceedings of the International Workshop on Dual Purpose Cattle Research. (Eds. Anderson, S. y J. Wadsworth). IFS and FMVZ-UADY, Merida, México. pp. 150-161.
- BIF. 2002. Uniform guidelines for beef improvement programs Beef Improvement Federation,. 8th edition. 161 p.
- Boldman K. G., Kriese L. A., Van Vleck L. D., Van Tassell C. P. and S. D. Kachman. 1995. A Manual for Use of MTDFREML, A Set of Programs to Obtain Estimates of Variances and Covariances [Draft]. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Clay Center, Lincoln, Ne. 120 p.

- Boldman, K. G., L. A. Kriese, L. D. Van Vleck y S. D. Kachman. 1993. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances (Draft). Agricultural Research Servis, USDA.
- Castillo R. S. P. 1993. Factores genéticos y ambientales de características productivas y reproductivas de un hato Brahman bajo condiciones de trópico seco. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria Tamaulipas. 108 p.
- Castro A. S. 1995. Predicción de valores genéticos para crecimiento predestete en ganado Indubrasil. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 79 p.
- CNG. 1995. Informe de Actividades Consejo Directivo. Confederación Nacional Ganadera. Cancún, Quintana Roo. p. 85.
- Fernández A., Magnabosco C. U., Ojala M., Caetano A. R. Y T. R. Famula. 1997. A grupa bien conformada, mayor peso y mejor productividad. *México Ganadero* 420(Febrero):29-31.
- Fries L. 1998. Connectability in Beef Cattle Evaluation: The Heuristic Approach Used in MILC.FOR. In: Proceedings of The 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Armidale, Australia.
- Gurza F. N. 1998. Comportamiento del ganado Simbrah en el sistema de doble propósito en el trópico mexicano. Memoria. Cuarto Foro de Análisis de los Recursos Genéticos: Ganadería Bovina de Doble Propósito. SAGAR. Villahermosa, Tabasco, México. Pp. 74-77.
- Harvey W. R. 1990. User's guide for LSMLMW and MIXMDL PC-2 version. Mixed model last squares and maximum likelihood computer program. Edición propia.
- Imatzu J. M. 1998. Evaluación de la raza AFS en los sistemas de doble propósito en México. Memoria. Cuarto Foro de Análisis de los Recursos Genéticos: Ganadería Bovina de Doble Propósito. SAGAR. Villahermosa, Tabasco, México. Pp. 68-73.
- Kempthorne O. 1957. Introduction to genetic statistics. Iowa State University. Ames, Iowa USA. 450 p.
- Magaña J. G. y J. C. Segura. 1997. Heritability and factors affecting growth traits anda ge at first calving of zebu beef heifers in southeastern Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 29:185-192.
- Martínez G. J. C. 1991. Estrategias de mejoramiento genético en ganado productor de carne. *Mundo Ganadero* 3:13-15.
- Martínez G. J. C. 1999. Tendencias fenotípicas, genéticas y ambientales de características de producción en el ganado Cebú. Tesis de Doctoral. Doctorado en Ciencias Agropecuarias. Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. 106 p.
- Montaldo V. H. H. y N. P. Barria. 1998. Mejoramiento genético de animales. *Ciencia al Día I(2 Septiembre):1-19.*
- Osorio A. M. M. 1998. Caracterización de los sistemas bovinos de doble propósito en el trópico. Observaciones sobre el comportamiento productivo de grupos raciales. Memoria. Cuarto Foro de Análisis de los Recursos Genéticos: Ganadería Bovina de Doble Propósito. SAGAR. Villahermosa, Tabasco, México. pp. 8-28.
- Queiroz, S. A. y C. A. S. D. Muniz. 1998. Post-weaning traits evaluation of straightbred and crossbred Nellore cattle in West of Brazil. 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Armidale, Australia, 11,16 January, 1998. 23:255.

- Razook; A. G., L. A. Figueiredo, L. M. Bonilla Neto, J. B. F. Trovo, L. U. Packer, L. J. Pacola, J. N. S. G. Cyrillo, A. C. Ruggieri y M. E. Z. Mercadante. 1998. Selection for yearling weight in Nelore and Guzera Zebu breeds: Selection applied and response in 15 years of progeny. 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Armidale, Australia, 11,16 January, 1998. 23:133.
- Rouse, J. E. 1977. The Criollo: Spanish cattle in the Americas. University of Oklahoma Press, Norman. USA.
- SAS. 1987. SAS, User's guide: Basics, Edition 1987. SAS Institute Statistical Analysis System. Cary North, Carolina.
- SAS. 2001. SAS, User's guide: Basics, Edition 2001. SAS Institute Statistical Analysis System. Cary North, Carolina.
- Tuexi V. M. 1991. Producción y reproducción en un hato Gyr en el Centro de Tamaulipas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Tamaulipas. 85 p.