

PREDICACION DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL
Y AREA PELVICA AL AÑO DE EDAD EN
TOROS CHAROLAIS

ALFONSO RAMIREZ ALVARADO

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



T E S I S

B I B L I O T E C A

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCION ANIMAL



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

DICIEMBRE DE 1995

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular
de asesoría y aprobada como requisito parcial
para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN
PRODUCCION ANIMAL

COMITE PARTICULAR

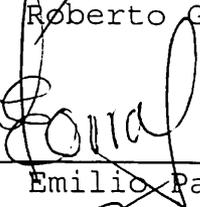
Asesor principal:

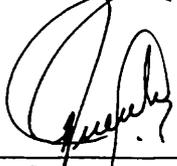

DR. Ramiro López Trujillo

Asesor:


M. C. Roberto García Elizondo

Asesor:


M. C. Emilio Padrón Corral


Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Diciembre de 1995

DEDICATORIA

A mi esposa, Irma Velia
por tu amor tan grande.

A mis padres, María del Rosario y Jesús
porque vean realizado uno de sus anhelos
debo a ustedes todo lo que soy.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores gracias:

Tomaron parte importante para llevar a cabo el presente trabajo de investigación; sin su gran colaboración y asesoría no hubiera sido posible alcanzar esta meta.

COMPENDIO

PREDICCIÓN DE LA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL Y ÁREA PÉLVICA
AL AÑO DE EDAD EN TOROS CHAROLAIS

POR

ALFONSO RAMIREZ ALVARADO

M A E S T R I A

PRODUCCIÓN ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE DE 1995.

DR. Ramiro López Trujillo - Asesor -

Palabras clave: Circunferencia escrotal, área
pélvica, predicción,
probabilidad, ganado Charolais

Los objetivos de este estudio fueron: 1) estimar factores de ajuste para las variables circunferencia escrotal (CE) y área pélvica (AP) al promedio de edad inicial en prueba de comportamiento y a 365 días de edad; 2) derivar

ecuaciones de predicción en base a los valores iniciales ajustados; 3) determinar la probabilidad de que los toros alcancen 32 cm de CE al año de edad, basado en la CE que presenten al destete; 4) determinar la probabilidad de que alcancen 170 cm² de AP al año de edad, basado en el tamaño de pelvis que presenten al destete.

Se obtuvieron medidas de CE y AP en 174 toretes Charolais prospectos a sementales en cuatro diferentes pruebas de comportamiento, durante los años de 1992 a 1995. Además se registró la edad inicial y final para todos los individuos.

Los factores de ajuste para CE a 252 y 365 días de edad fueron de 0.0420 y 0.0245 cm/d, respectivamente, y para el AP de 0.02458 y 0.01907 para 252 y 365 días, respectivamente.

La ecuación de predicción de la CE a 365 días fue igual a CE ajustada a 252 días multiplicado por β , y para el AP a 365 días fue igual a AP ajustada a 252 días multiplicado por β , donde β es el coeficiente de la regresión entre las variables ajustadas a 252 y 365 días de edad.

Usando las ecuaciones de predicción de CE y AP ajustadas a 365 días de edad con una probabilidad de 0.99, se

requieren 21.99 cm de CE ajustada a 252 días (inicio de la prueba), para obtener un valor mayor que 32 cm ajustados a 365 días; y se requieren de 120.35 cm² iniciales de AP ajustada a 252 días para obtener un valor mayor que 170 cm² ajustados a 365 días de edad.

ABSTRACT

YEARLING SCROTAL CIRCUMFERENCE AND PELVIC AREA
PREDICTION IN CHAROLAIS BULLS

BY

ALFONSO RAMIREZ ALVARADO

MASTER OF SCIENCE

ANIMAL PRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DECEMBER, 1995

Dr. Ramiro López Trujillo - Advisor -

Key words: Scrotal circumference, pelvic area,
prediction, probability, Charolais
cattle.

Aims of this work were: 1) to estimate some
adjustment factors for the scrotal circumference (SC)
variables and pelvic area (PA) to initial age average in
performance test and to 365 days of age; 2) to derivate

prediction equations based on adjusted initial values; 3) to determinate the probability for one year old bulls to reach 32 cm of SC, based on SC when weaning; 4) to determinate the probability to reach 170 cm² of PA, at one year of age, based on the size of the pelvis when weaning.

SC and PA measurements were obtained on 174 Charolais bulls prospected to be semental in four different performance tests, from 1992 to 1995. Moreover, the initial and final bulls age was registered.

The adjustment factors to SC at 252 and 365 days of age were 0.0420 and 0.0245 cm/d, respectively, and for PA were 0.2458 and 0.1907 at 252 and 365 days, respectively.

The prediction equation of SC at 365 days was the same of SC adjusted at 252 days multiplied by β , and for PA at 365 days was PA adjusted at 252 days multiplied by β , where β is the regression coefficient among the adjusted variables at 252 and 365 days of age.

Using the prediction equations of SC and PA adjusted at 365 days of age, with a 0.99 probability, it's required 21.99 cm of SC adjusted at 252 days (test beginning) to obtain a greater value than 32 cm adjusted at 365 days, and 120.35 cm² at the beginning of adjusted PA at 252 days to

get a greater value than 170 cm^2 adjusted at 365 days of age.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	xiii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
Circunferencia Escrotal	6
Factores Relacionados con la Circunferencia Escrotal	7
Circunferencia Escrotal en Toros al año de Edad	9
Métodos de Ajuste de la Circunferencia Escrotal al Año de Edad	11
Métodos para Predecir Circunferencia Escrotal al Año de Edad	14
Métodos para Calcular la Probabilidad de Lograr un Tamaño Predeterminado de Circunferencia Escrotal	15
Area Pélvica	17
Factores Relacionados con el Area Pélvica .	19
Tamaños Reportados de Area Pélvica	19
Métodos para Ajustar el Area Pélvica al Año de Edad	21

MATERIALES Y METODOS	23
Predicción de la Circunferencia Escrotal a 365 Días de Edad	25
Predicción del Area Pélvica a 365 Días de Edad	26
Probabilidad de que Alcancen la Circunferencia Escrotal Deseada	26
Probabilidad de que Alcancen el Area Pélvica Deseada	28
RESULTADOS Y DISCUSION	30
Circunferencia Escrotal	30
Area Pélvica	32
Factores para Ajustar Circunferencia Escrotal	33
Factores para Ajustar Area Pélvica	34
Ecuaciones de Predicción	36
Predicción de Circunferencia Escrotal	36
Predicción del Area Pélvica	38
Probabilidad de Alcanzar la Circunferencia Escrotal Deseada	38
Probabilidad de Alcanzar el Area Pélvica Deseada	40
CONCLUSIONES	42
RESUMEN	43
LITERATURA CITADA	45

INDICE DE CUADROS

CUADRO	Página
3.1. Dietas inicial y final utilizadas en cinco pruebas de comportamiento de toretes prospectos a sementales	24
3.2. Características nutritivas en base a materia seca de las dietas inicial y final utilizadas en cinco pruebas de comportamiento	24
4.1. Valores medios y desviaciones estándar de las características de toretes Charolais analizadas en cinco pruebas de comportamiento en el período comprendido entre 1991 y 1995	31
4.2. Factores de ajuste por edad para circunferencia escrotal y área pélvica de toros Charolais a 248 y 365 días de edad	34
4.3. Coeficientes de regresión (β) para predecir los valores de circunferencia escrotal y área pélvica iniciales requeridos para alcanzar un valor mínimo a 365 días de edad	37

CAPITULO I

INTRODUCCION

La selección de toros es el principal medio para cambiar las características genéticas de los hatos de ganado y el mérito individual representa la base más importante para dicha selección (Warwick y Legates, 1980; Nelsen et al., 1986).

Un proceso que permite efectuar la selección de machos en base a características de importancia económica, es la prueba de comportamiento (Lasley, 1982), en donde se tiene la ventaja de evaluar a los animales a una edad temprana y de esta manera reducir el intervalo entre generaciones al utilizar animales más jóvenes (Preston y Willis, 1974; Makarechian et al., 1985).

Generalmente las medidas de interés principal en pruebas de comportamiento son rasgos tales como crecimiento, eficiencia productiva, características de la canal y conformación general del animal (Preston y Willis, 1974).

En virtud de que los toros son seleccionados con fines reproductivos, actualmente en pruebas de comportamiento se incluyen aspectos como circunferencia escrotal (CE) y área pélvica (AP) (BIF, 1990) debido a que están positivamente correlacionados con características reproductivas y de crecimiento, además de ser altamente heredables (Latimer et al., 1982; Coulter y Foote, 1976; Morrison et al., 1986). Así, se ha encontrado que la CE está correlacionada con la calidad y cantidad de semen producido y con la edad a la pubertad de los machos (Wilton y McMorris, 1992; Coulter y Keller, 1982); también se ha observado que las dimensiones pélvicas se encuentran asociadas con los partos distócicos de las vacas; sin embargo, existe poca información con respecto a mediciones pélvicas en toros (Siemens et al., 1991).

Asimismo, se sabe que se requieren dimensiones mínimas para las características de CE y AP en los toretes de diferentes grupos raciales al año de edad, para que tengan una adecuada funcionalidad reproductiva.

Debido al costo que implica desarrollar los toretes del destete al año de edad, en pruebas de comportamiento, es conveniente identificar individuos a la edad de destete que puedan alcanzar el desarrollo mínimo deseable al año de edad, en lo referente a las características de CE y AP, para de esta manera poder realizar una preselección de toretes

candidatos a entrar a una prueba de comportamiento.

Conforme a lo anterior se hace necesario predecir o calcular las probabilidades de que los prospectos a sementales logren medidas de CE y AP deseables al año de edad, para poder ser seleccionados como reproductores.

En la actualidad se están explorando métodos para predecir la CE y AP al año de edad en toretes, por lo que el presente estudio se desarrolló con los siguientes objetivos: 1) estimar factores de ajuste para las variables de CE y AP al promedio de edad inicial y a 365 días de edad; 2) derivar ecuaciones de predicción en base a los valores iniciales ajustados; 3) determinar la probabilidad de que los toros alcancen 32 cm de CE al año de edad, basado en la CE que presenten al destete; 4) determinar la probabilidad de que alcancen 170 cm² de AP al año de edad, basado en el tamaño de pelvis que presenten al destete.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

Entre las metas de los criadores de ganado de carne se encuentra el desarrollar cualidades, en los animales, que den por resultado tasas máximas de conversión de alimentos en productos alimenticios de alta calidad, características que se desean transmitir a los hatos comerciales a los cuales proporcionan, en forma directa o indirecta, animales de pie de cría. Se sabe que la mayoría de las características deseadas, tales como crecimiento, eficiencia y de la canal, del ganado de carne, tienen heredabilidades de medias a altas (Warwick y Legates, 1980).

Preston y Willis (1974) citan que existen dos caminos para cambiar el carácter genético de una población de ganado: (1) determinando los animales que deben ser empleados como padres (selección) y (2) la manera de usar estos animales (sistema de apareamiento); sin embargo, también mencionan que la efectividad de la selección depende de la superioridad de los animales escogidos con respecto al promedio de la población de la cual provienen (diferencial de selección) y del grado en que dicha superioridad es heredada.

El mejoramiento genético como parte esencial de los sistemas de producción de carne, requiere de la selección de animales genéticamente superiores al promedio del hato donde serán utilizados. Un proceso que permite efectuar la selección en base a características de importancia económica es el denominado prueba de comportamiento (Lasley, 1982), ya que, Según Warwick y legates (1980), el mérito individual es la base más importante de la selección en ganado para carne.

La prueba de comportamiento se entiende como la medición de determinados rasgos en el animal vivo (Preston y Willis, 1974) y el objetivo de ellas es identificar animales genéticamente superiores, para ser usados como reproductores (Brown et al., 1986; Preston y Willis, 1974; Warwick y Legates, 1980).

En la actualidad en las pruebas de comportamiento, para que la selección de los animales sea confiable, se somete a los mismos a condiciones óptimas para que expresen su capacidad genética y, además, el manejo que reciben es similar para todos, para de esta manera poder establecer diferencias entre individuos (BIF, 1990; Preston y Willis, 1974; Brown et al., 1986; UGRC, 1990; Liu y Makarechian, 1992; Swiger y Hazel, 1961; Guerrero, 1993).

Generalmente en pruebas de comportamiento se miden características como crecimiento, eficiencia en la producción, características de la canal y conformación general del animal (Preston y Willis, 1974); sin embargo, como los animales son seleccionados como reproductores, en la actualidad se incluyen aspectos como circunferencia escrotal (CE) y área pélvica (AP) (BIF, 1990) puesto que se encuentran altamente correlacinadas con características reproductivas y de crecimiento, son altamente heredables y son fáciles de evaluar (Latimer et al., 1982; Coulter y Foote, 1976; Morrison et al., 1986; BIF, 1990).

Circunferencia Escrotal

Dentro de las características actualmente evaluadas en las pruebas de comportamiento, se encuentra la CE, representada por la parte más ancha o de mayor diámetro a lo largo del escroto (Makarechian et al., 1985; Latimer et al., 1982).

Se menciona que la CE es un buen indicador de la capacidad reproductiva de los toros (Coulter y Keller, 1982) y, además, es un indicador de la habilidad para producir espermas y está al mismo tiempo relacionada con la edad a que alcanzan la pubertad los machos y sus descendientes (BIF, 1990), la cual, se estima que ocurre cuando los machos de los

distintos grupos raciales alcanzan un tamaño de 27.9 ± 0.2 cm de CE (Coulter y Keller, 1982).

Por otra parte, se ha reportado que las características reproductivas son de baja heredabilidad, por lo que seleccionando por ellas el progreso genético es muy lento y difícil de evaluar (Lasley, 1982). Sin embargo, se ha encontrado que la CE está positivamente correlacionada con características de crecimiento y reproducción, además de que es una característica de alta heredabilidad (Latimer et al., 1982; Kriese et al., 1991; Knights et al., 1984; Bourdon y Brinks, 1986).

Factores relacionados con la Circunferencia Escrotal

Varios autores han encontrado que la CE está correlacionada y predice el peso testicular (Hahn et al., 1969; Coulter y Foote, 1976; Coulter y Keller, 1982) el cual a su vez está correlacionado con la producción de espermatozoides (Pratt et al., 1991) y con la calidad de los mismos (Bourdon y Brinks, 1986).

Coulter y Keller (1982) mencionan que la CE de los toros al año de edad es un buen indicador del peso testicular y por lo tanto un buen indicador de la capacidad reproductiva, lo que incrementa la probabilidad de preñar más

hembras en los períodos de empadre. Mateos et al. (1978), encontraron que la CE está asociada con el rango de preñez en vaquillas sincronizadas. Los mismos resultados, añadiendo correlación de la CE con el porcentaje de becerros nacidos, encontraron Makarechian et al. (1985).

Por su parte Toelle y Robinson (1985), encontraron que existe una correlación positiva de la CE con los porcentajes de preñez, edad al primer empadre y edad al primer parto en hembras hijas de los toros seleccionados por tamaño de CE.

Se menciona que la CE está positivamente correlacionada con la edad, altura a la cadera, peso vivo, peso por día de edad y promedio de ganancia diaria (Pratt et al., 1991; Makarechian et al., 1985).

De igual modo, Bell et al. (1994), encontraron que el tamaño de la CE está asociada con el grupo racial, peso al nacer, altura a la cadera, ganancia diaria de peso, peso por día de edad y edad por grupo racial.

Por su parte, Bourdon y Brinks (1986), encontraron que la CE se encuentra influenciada por los niveles de alimentación post-destete que reciben los animales, así como por la edad de la madre y las covariables edad, peso y

altura.

Circunferencia Escrotal en Toros al Año de Edad

Varios autores mencionan que existe diferencia en cuanto al tamaño de CE para los diferentes grupos raciales (Coulter y Keller, 1982; Pratt et al., 1991; Guerrero, 1993). Además de que según Coulter y Foote (1976), la CE incrementa con la edad, siguiendo un patrón similar con el peso vivo de los animales.

Por su parte Pratt et al. (1991) reportan al final de una prueba de comportamiento que la CE para toros de raza Simmental es más grande (35.1 cm) ($P < .05$) que para los Angus (33.4 cm), Polled Hereford (33.0), grupos raciales derivados de Cebú (31.0 cm) y toros del tipo continental (Charolais, Limousin y Normande) (34.4 cm); sin embargo, para este último grupo no hubo diferencia significativa en el tamaño de CE ($P < .10$).

Estos mismos autores mencionan que el crecimiento de la CE por día es mayor para los grupos raciales derivados de Cebú, que para los grupos raciales del tipo continental y Polled Hereford.

Kriese et al. (1991) reportan el promedio del tamaño de CE al año de edad para toros Hereford (34.3 ± 2.7) y para toros Brangus (33.3 ± 3.4 cm).

Coulter y Keller (1982), encontraron que el promedio de CE al año de edad por grupo racial fue: Simmental: 37.7 ± 0.2 cm, Aberdeen Angus: 35.6 ± 0.1 cm, Charolais: 34.7 ± 0.1 cm, Shorthorn: 34.2 ± 0.2 cm, Polled Hereford: 34.0 ± 0.2 cm y Limousin: 32.1 ± 0.3 cm.

Makarechian et al. (1985) trabajando con distintos grupos raciales y con edades fluctuantes entre uno y dos años, encontraron una media global de 35.3 ± 0.3 cm de CE, en donde los grupos raciales productores de carne tuvieron una media de $38.6 \pm .0$ cm de CE.

Por su parte Latimer et al. (1982) reportan que los toros Simmental y Angus tienen una mayor circunferencia escrotal al año de edad ($P < .01$) que los Charolais o Hereford; las medias fueron 35.3, 35.0 33.7 y 33.5 cm, respectivamente.

Resultados similares encontraron Wilton y McMorris (1992) con respecto al tamaño de circunferencia escrotal; estos autores reportan que al año de edad los toros Angus presentan una CE en cm de 35.6 ± 3.2 , Charolais 34.3 ± 2.8 ,

Hereford 34.7 ± 2.6 , Limousin 32.0 ± 2.3 y Simmental 37.7 ± 2.7 .

Métodos de Ajuste de la Circunferencia Escrotal al Año de Edad

Pratt et al. (1991) mencionan que si la CE es usada en un programa de selección se deben desarrollar modelos apropiados para ajustar la CE a una edad constante.

Por su parte, Kriese et al. (1991), para ajustar la CE al año de edad en toros Hereford y Brangus, utilizaron como factores de corrección la edad del propio toro y la edad de su madre. El factor de ajuste por edad del animal fue de .024 cm/día para toros Hereford y de .041 cm/día para toros Brangus; el factor de ajuste por edad de la madre fue de .7, .3, .2, .2 o .3 cm para madres de 2, 3, 4, 5 o 8 o más años de edad, respectivamente, para toros Hereford y para toros Brangus fue de .8, .4, .3 o .2 para madres de 2, 3, 4 o 8 o más años de edad, respectivamente. Para estimar los factores de corrección utilizaron métodos de regresión lineal.

Bourdon y Brinks (1986), trabajando con toros Hereford, utilizaron modelos de efectos fijos y mixtos para examinar los factores que afectan la CE; encontraron que el peso de los animales es el factor de mayor influencia para la

CE; sin embargo, sugieren que la CE al año de edad es una medida esencial de la pubertad de los toros, característica altamente correlacionada con la edad a que las hijas de estos toros alcanzan la pubertad, la que a su vez, es una característica implementada dentro de los programas de mejoramiento genético; por esta razón, proponen un ajuste por la edad y no por el peso. Estos autores, a efecto de ajustar la CE a 365 días de edad de los animales, determinaron un factor de ajuste de 0.026 cm/día y de 0.8, 0.2 y 0.1 cm para 2, 3 y 4 años de edad de la madre, respectivamente. Así, el modelo propuesto para ajustar la CE a 365 días utilizando edad del animal y de la madre fue el siguiente:

$$\text{CE a 365 días} = \text{CE actual (cm)} + 0.026 (365 - \text{edad actual})$$

+ factor de corrección por la edad de la madre.

Makarechian et al. (1985), encontraron que la CE y el peso corporal están correlacionados positivamente en animales menores a un año de edad, pero no así en animales superiores a dos años de edad ya que ellos sostienen que el crecimiento testicular es mucho menor que el crecimiento corporal en toros con edades superiores a un año. La ecuación utilizada para ajustar por peso vivo la CE al año de edad fue como sigue:

CE a 365 días = 19.9515 + 0.324 (peso vivo en kg)

Por otro lado, Pratt et al. (1991), trabajando con animales en prueba de comportamiento, compararon dos métodos para ajustar la CE a 365 días; un método ajusta la CE a 365 días de la siguiente manera:

$$\text{CE a 365 días} = ((\text{CE final} - \text{CE inicial})/140) \times (365 - \text{edad inicial}) + \text{CE inicial}$$

El otro método fue la ecuación resultante de un análisis de regresión sobre la CE; sin embargo no se encontró diferencia significativa ($P > .05$) al utilizar la fórmula o el análisis de regresión para realizar el ajuste de la media global de CE a 365 días.

Geske et al. (1994) desarrollaron factores de ajuste para la CE a 205 y 365 días de edad en diferentes grupos raciales, con el objetivo de desarrollar una ecuación de predicción de la CE a 365 días en base a la CE ajustada a 205 días; para los toros de la raza Charolais encontraron como coeficientes de ajuste valores de 0.0767 y 0.0505 para 205 y 365 días de edad respectivamente; para el análisis utilizaron animales con edades iniciales de 160 a 250 días y edades finales de 320 a 410 días.

Métodos para Predecir Circunferencia Escrotal al Año de Edad

Latimer et al. (1982), reportan que la CE al destete de los toros, esta correlacionada con la CE al año de edad ($P < .01$), estos autores sostienen que solamente el 9 por ciento de la variación de la CE al año de edad es debida a la variación de la CE presentada al destete.

Por otro lado, Pratt et al. (1991), para predecir el desarrollo de la CE apartir de características raciales y de crecimiento, utilizaron un análisis de regresión múltiple, para desarrollar un modelo de predicción de CE a 365 días. El modelo resultante fue el siguiente:

$$CE_{ij} = \mu + YR*PER_i + BGR_j + \beta_1(HHT_{ij} - \overline{HHT}) + \beta_2(WT_{ij} - \overline{WT}) + \beta_3(ADG_{ij} - \overline{ADG}) + E_{ij}$$

Donde CE_{ij} es la CE para el toro a 365 días de edad; μ es la media global; $YR*PER_i$ es la interacción del año por período; BGR_j es el efecto del grupo racial; HHT es la altura de la cadera; WT es el peso vivo del animal; ADG es la ganancia de peso diaria; E_{ij} es el efecto residual (error experimental); a su vez HHT , WT y ADG son covariables asociadas con el parámetro β .

Geske et al. (1994), para predecir el tamaño de la CE al año de edad, basado en la CE presentada al destete, desarrollaron un modelo de regresión con las CE ajustadas a 205 y 365 días de edad; la ecuación de predicción se expresó como: CE a 365 días = CE ajustada a 205 días multiplicada por β ; donde β es el coeficiente de regresión para cada grupo racial. Se observó que en general los toros requerían de 21 cm de CE a los 205 días para obtener 32 cm de CE al año de edad.

Métodos para Calcular la Probabilidad de Lograr un Tamaño Predeterminado de Circunferencia Escrotal

Pratt et al. (1991), para calcular la probabilidad de que los toros alcancen un tamaño determinado de CE al año de edad, proponen asumir que la distribución de la CE esta distribuida normalmente. De esta manera se puede utilizar la distribución de Z para determinar la probabilidad de que los toros alcancen 30 cm de CE en grupos raciales derivados de Cebú y 32 cm de CE en grupos raciales del tipo continental al año de edad; las formulas utilizadas son como siguen:

$$P (CE > 30) = P \left[Z > \frac{(30 - \mu_{CE})}{\sigma_{CE}} \right]$$

$$P (CE > 32) = P \left[Z > \frac{(32 - \mu_{CE})}{\sigma_{CE}} \right]$$

Donde Z es la distribución normal estandarizada; μ_{CE} es la media de CE a 365 calculada como: CE inicial + $\beta(365 - \text{edad inicial})$, aquí β fue la pendiente de regresión entre el crecimiento de la CE (cm/día) y la edad (días). La desviación estándar de la CE (σ_{CE}) utilizada, fue la desviación o error estándar empleado para la predicción de un valor de CE a una edad determinada al final de la prueba.

Con lo anterior los autores antes mencionados determinaron que los animales de los grupos raciales Angus, Simmental y derivados de Cebú (Beefmaster, Brangus, Santa Gertrudis y Simbrah) los cuales tenían edades finales promedio de 372, 377 y 370 días, respectivamente, requieren de 23 cm de CE al inicio de una prueba de comportamiento para que puedan alcanzar 30 cm de CE a los 365 días de edad con una probabilidad del 100 por ciento. Sin embargo, reportan que los animales de grupos raciales Polled Hereford y los del tipo continental (Charolais, Limousin y Normande) que tengan 23 cm de CE al inicio de la prueba, tienen 0 por ciento de probabilidad de alcanzar 30 cm de CE a los 365 días de edad; estos grupos raciales tuvieron edades finales de 384 y 401 días, respectivamente.

Por otra parte, para alcanzar una CE de 32 cm a 365 días de edad con 100 por ciento de probabilidad, los grupos raciales Angus, Simmental y derivados de Cebú requieren de 25 cm de CE al inicio de la prueba, y los grupos raciales polled Hereford y los del tipo continental necesitan una CE de 28 cm al inicio de la prueba para poder obtener 32 cm de CE a los 365 días de edad.

Como puede observarse los grupos raciales con mayor edad final, son los que requieren de un valor mayor de CE al inicio de la prueba para poder alcanzar el valor mínimo requerido de CE a los 365 días de edad.

Los mismos autores observaron que los grupos raciales Angus, Polled Hereford y derivados de Cebú tuvieron, en promedio por día, un crecimiento de CE de 0.06, 0.05 y 0.07 cm, respectivamente; mientras que los grupos del tipo continental tuvieron un crecimiento de 0.05 cm de CE por día.

Area Pélvica

La distocia, definida como la dificultad al parto, ha sido un problema en la industria de la producción de bovino para carne y resulta que es la mayor fuente de pérdidas económicas debido a la pérdida de vacas y becerros (Siemens et al., 1991). Debido a lo anterior algunos productores están

interesados en usar medidas pélvicas como una herramienta de selección para reducir la incidencia y severidad de partos distocicos (BIF, 1990).

Entre las causas asociadas con la dificultad al parto se incluyen: vaquillas primerizas, becerros grandes, sementales de conformación grande, vaquillas con AP pequeña, gestaciones largas y presentación anormal del becerro (BIF, 1990).

Las investigaciones indican que el tamaño o peso del becerro al nacer (BIF, 1990; Rutter et al., 1983; Johnson et al., 1988) y el tamaño del canal de parto de la hembra o AP (BIF, 1990; Johnson et al., 1988) pueden ser los factores más importantes atribuidos a los partos distócicos.

En estudios recientes se ha estimado que la heredabilidad del AP es de .60 (Morrison et al., 1986; BIF, 1990; Benyshek y Little, 1982), lo cual indica que, seleccionando sementales con AP grande, puede resultar en un incremento del tamaño pélvico de las hembras dentro de un hato.

Factores Relacionados con el Area Pélvica

Se ha encontrado correlación genética positiva entre el AP y varias características de crecimiento, incluyendo el peso al nacer (Benyshek y Little, 1982).

Laster (1974), encontró relación positiva entre el tamaño de la pelvis y las características de grupo racial, nivel de alimentación energética postparto, edad, peso de la vaca y condición corporal. De las variables antes mencionadas el peso fue la mayor fuente de variación asociada con el AP, pero el grupo racial ajustado por el peso de la vaca, tuvo un efecto significativo en el AP ($P < .01$).

Guerrero (1993), trabajando con toretes prospectos a sementales, sometidos a una prueba de comportamiento, encontró asociación positiva entre las variables peso final, ganancia diaria de peso, circunferencia escrotal, altura a la cadera y AP.

Tamaños Reportados de Area Pélvica

Varios autores (Laster, 1974; Neville et al., 1978) mencionan que los patrones de crecimiento de la pélvis, no son los mismos para todos los grupos raciales; se ha observado que diferencias en el manejo y régimen alimenticio del ganado afecta los patrones de crecimiento de las dimensiones pélvicas.

Belan (1991) menciona que los toros tienen de 10 a 15 por ciento menos tamaño de AP que las hembras de sus respectivos grupos raciales y edades; así mismo menciona que se deben seleccionar toros que tengan AP con dimensiones no menores a 170 cm^2 para de esta manera asegurar que se incrementará el tamaño pélvico en las hembras de reemplazo.

En un trabajo realizado por Siemens et al. (1991) en donde se colectaron los datos de 3071 toros en pruebas de comportamiento, se desarrollaron modelos para ajustar el AP en base a la edad o el peso; cuando utilizaban el modelo de ajuste por la edad, el tamaño de AP en cm^2 fue de $171 \pm .7$, 189 ± 1.3 y 165 ± 1.1 para toros Angus, Polled Hereford y Simmental, respectivamente, al año de edad; cuando se utilizó el modelo de ajuste por peso, el tamaño fue de $169 \pm .7$, 174 ± 1.7 y $165 \pm 1.1 \text{ cm}^2$ para toros Angus, Polled Hereford y Simmental, respectivamente.

Por otro lado, Kriese et al. (1994), trabajando con diferentes grupos raciales reportan las medias de AP a los 320 días de edad, las cuales corresponden a 122.65, 130.30, 149.23, 139.47 y 153.02 cm^2 para toretes de las razas Hereford, Angus, Simmental, Limousin y Charolais.

López (1994) trabajando con toretes Charolais sometidos a prueba de comportamiento, reporta como media de

AP inicial un valor de $131 \pm 16 \text{ cm}^2$ y como AP final un valor de $194 \pm 19 \text{ cm}^2$.

Métodos para Ajustar el Area Pélvica al Año de Edad

En un trabajo realizado por Cook et al. (1991), con toros sometidos a prueba de comportamiento, encontraron efectos lineales significativos entre el AP y la edad. El valor de regresión lineal encontrado para AP en relación a la edad, fue de $0.201 \text{ cm}^2/\text{día}$. La interacción de la raza con la edad fue significativa solamente para la medición horizontal de la pélvis. La interacción del peso a 365 días con la edad fue significativa solo para la medición vertical de la pélvis. La regresión lineal del AP con el peso fue de $0.045 \text{ cm}^2/\text{kg}$.

Por su parte, Siemens et al. (1991) trabajando con animales en prueba de comportamiento, encontraron que los coeficientes de regresión para ajustar el AP de animales de las razas Angus, Polled Hereford y Simmental, por la edad fue de: 0.23 , 0.32 y $0.20 \text{ cm}^2/\text{día}$ de edad para cada raza respectivamente y de 0.15 , 0.22 y $0.18 \text{ cm}^2/\text{kg}$ para peso; cuando se combinaron todos los grupos raciales para obtener los coeficientes, para ajustar el AP, fueron 0.21 y $0.25 \text{ cm}^2/\text{kg}$ para edad y peso, respectivamente.

Estos autores, proponen, para ajustar el área pélvica al año de edad, la ecuación siguiente:

$$\text{AP a 365 días} = \text{AP actual (cm}^2\text{)} + \text{coeficiente de edad} \\ (\text{cm}^2/\text{día}) \times (365 - \text{edad actual (días)}).$$

Y como ecuación para estimar el área pélvica a un peso constante proponen lo siguiente:

$$\text{AP a peso estándar} = \text{AP actual (cm}^2\text{)} + \text{coeficiente para peso} \\ (\text{cm}^2/\text{día}) \times (\text{peso estándar} - \text{peso actual (kg)})$$

El BIF (1990), propone como método de ajuste del área pélvica, al año de edad, la siguiente fórmula:

$$\text{AP a 365 días de edad} = \text{AP actual en cm}^2 + 0.25 \\ [365 - \text{edad actual (días)}]$$

López (1994) estimó, apartir de un análisis de regresión lineal del AP sobre la edad, el coeficiente de ajuste de 0.26 cm² /d y propone la siguiente formula para realizar los ajustes:

$$\text{AP aj. 365 d (cm}^2\text{)} = \text{AP actual} + 0.26(365 - \text{edad actual} \\ (\text{días}))$$

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

Se registraron los datos de 174 toretes de la raza Charolais en cuatro pruebas de comportamiento, realizadas en el período comprendido entre 1992 y 1995 en los Corrales de Evaluación y Alimentación de Sementales de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", ubicados en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

En las pruebas se utilizaron animales prospectos a sementales recién destetados, los que fueron sometidos a un período de adaptación de 21 días previos a la prueba, con el objeto de adaptarlos a consumir una dieta a base de 65 por ciento de concentrado y 35 por ciento de forraje. Una vez iniciado el período de prueba este tuvo una duración de 112 días (BIF, 1990), donde los primeros 56 días se utilizó una dieta denominada inicial y en los últimos 56 días se utilizó una dieta denominada final las cuales se muestran en el Cuadro 3.1.; las características nutritivas de las dietas se presentan en el Cuadro 3.2. También se proporcionó a los animales, en cada una de las pruebas, una mezcla de sales minerales a libre acceso.

Cuadro 3.1. Dietas inicial y final, utilizadas en cuatro pruebas de comportamiento de toretes prospectos a sementales.

INGREDIENTE	DIETA INICIAL (%)	DIETA FINAL (%)
Sorgo (grano)	33.0	39.0
Salvadillo	15.0	15.0
Harinolina	7.5	6.0
Pasta de soya	7.5	3.0
Cascarilla de algodón	17.5	17.5
Heno de avena	17.5	17.5
Carbonato de calcio	1.0	1.0
Sal común	0.8	0.8
Bicarbonato de sodio	0.3	---
Vitaminas y minerales	0.2	0.2
Antibióticos	0.2	-

Cuadro 3.2. Características nutritivas en base a materia seca de las dietas inicial y final utilizadas en cuatro pruebas de comportamiento.

NUTRIENTES	DIETA INICIAL	DIETA FINAL
Proteína cruda (%)	12.80	11.00
ENm (Mcal/kg)	1.50	1.50
ENg (Mcal/kg)	0.87	0.88
Calcio (%)	0.52	0.50
Fósforo (%)	0.42	0.39

En cada una de las pruebas se midieron las variables:

a) circunferencia escrotal (CE), la cual, representa la parte más ancha o de mayor diámetro a lo largo del escroto (Makarechian et al., 1985; Latimer et al., 1982) y fue tomada con una cinta métrica de plástico graduada en centímetros; b) área pélvica (AP), se calculó multiplicando la medida horizontal con la medida vertical de la pelvis, para estas mediciones se utilizó el Pelvímetro Rice (BIF, 1990; Siemens

et al., 1991), la medición vertical comprendió la distancia entre la sínfisis púbica y las vértebras sacras, la medida horizontal fue la distancia entre los puntos más anchos de las flechas de los huesos ilíacos

Además de lo anterior se registro para todos los individuos la edad inicial y final en la prueba, así como también, el crecimiento diario de CE y AP.

Predicción de Circunferencia Escrotal a 365 Días de Edad

Se desarrollaron factores de ajuste para la CE a 252 días, debido a que es el valor promedio de edad inicial en la prueba y a 365 días en relación a la cercanía con el valor promedio de edad final (362); para lo anterior se utilizó un análisis de regresión lineal teniendo como variables dependientes la CE inicial y final; y como variables independientes la edad inicial y final, respectivamente (SAS, 1997).

Se desarrolló una ecuación de predicción de la CE ajustada a 365 días en base a la CE ajustada a 252 días; para lo anterior se realizó un análisis de regresión lineal, sin ordenada al origen; la ecuación utilizada fue la siguiente:

$$CE \text{ aj. a } 365 \text{ d} = CE \text{ aj. } 252 \text{ d} * \beta$$

donde β es el coeficiente de regresión en base al modelo $y = \beta(x) + E_i$.

Predicción del Area Pélvica a 365 Días de Edad

La metodología utilizada para determinar los factores de ajuste de AP a 252 y 365 días y la respectiva ecuación de predicción del AP ajustada a 365 días en base al AP ajustada a 252 días, fue la misma que se utilizó para la CE.

Probabilidad de que Alcanzen la Circunferencia Escrotal Deseada

Al asumir que la CE esta distribuida normalmente, el cálculo de la probabilidad de obtener la media requerida (32 cm de CE) se logra estandarizando la distribución normal (Pratt et al., 1991). La fórmula para estandarizar dicha distribución seria como sigue:

$$P (CE > 32) = P \left[Z > \frac{(32 - \mu_{CE})}{\sigma_{CE}} \right]$$

En el presente trabajo se buscó que la CE al final de la prueba de comportamiento fuera mayor que 32 cm con una probabilidad de 0.99, lo anterior se expresa de la siguiente

manera:

$$P(CE > 32) = .99$$

Lo que equivale a:

$$P\left(\frac{CE - \mu_{CE}}{\sigma_{CE}} > \frac{32 - \mu_{CE}}{\sigma_{CE}}\right) = 0.99$$

Realizando un cambio de notación se puede expresar que:

$$P(Z > Z_1) = .99$$

$$\text{Sea entonces } Z_1 = \frac{32 - \mu_{CE}}{\sigma_{CE}}$$

$$\mu_{CE} = Z_1 (\sigma_{CE}) + 32$$

Donde Z_1 es un valor tabulado del área bajo la curva de distribución normal y σ_{CE} es la desviación estándar de un valor de CE dado un valor de edad predeterminado (Snedecor y Cochran, 1971).

La formula utilizada fue la siguiente:

$$S_{CE} = \sqrt{CME \frac{1}{n} + \frac{(X_0 - \bar{X})^2}{\sum (X_i - \bar{X})^2}}$$

Donde:

S_{CE} = Desviación estándar.

CME = Cuadrado medio del error resultante en la regresión de CE final y la edad final.

X_0 = 365 (valor predeterminado de edad final).

X_i = edad final.

X = valor medio para edad final.

n = número de observaciones.

Una vez conocido el valor de μ_{CE} , se utilizó la ecuación de predicción de CE a 365 días, para determinar el valor ajustado de CE inicial requerido para alcanzar el valor de μ_{CE} a 365 días con una probabilidad de 0.99 en base a la siguiente formula:

$CE \text{ inicial} * \beta = \mu_{CE}$, por lo que:

$CE \text{ inicial} = \mu_{CE}/\beta$

Probabilidad de que Alcancen el Area Pélvica Deseada

Para el AP se buscó determinar la probabilidad de que el AP fuera mayor que 170 cm² al final de la prueba de comportamiento con una probabilidad de 0.99.

Para lo anterior se desarrolló el mismo procedimiento descrito para CE, únicamente haciendo el cambio de variable

de CE por AP, y utilizando su respectiva ecuación de predicción para determinar el valor de AP inicial requerido para tener un valor mayor a 170 cm² al final de la prueba.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

Circunferencia Escrotal

En el Cuadro 4.1. se presentan los valores medios y desviaciones estándar de las variables analizadas en cuatro pruebas de comportamiento en el período comprendido entre 1992 y 1995.

Se puede observar que la media de circunferencia escrotal (CE) final (33.5 ± 2.4 cm) corresponde en gran medida a los valores promedio reportados por otros autores para el grupo racial Charolais. Así se tiene que valores muy similares encontraron Latimer et al. (1982) quienes reportan un valor promedio de 33.7 cm de CE para toros de un año de edad.

En el mismo sentido, Pratt et al. (1991) encontraron que en toros del tipo continental entre los cuales se incluye a la raza Charolais, expresaron al final de una prueba de comportamiento una media de CE de 34.4 cm ($P < .01$); este valor es muy similar al reportado por Coulter y Keller (1982)

Cuadro 4.1. Valores medios y desviaciones estándar de las características de toretes Charolais analizadas en cuatro pruebas de comportamiento en el período comprendido entre 1992 y 1995.

Característica	Media	DE ^a
Edad (días)		
Inicial	252.2	30.4
Final	362.6	29.8
Circunferencia Escrotal (cm)		
Inicial	22.6	2.3
Final	33.5	2.4
Crecimiento de CE/d ^b	0.09	0.01
Area Pélvica (cm ²)		
Inicial	133.6	14.9
Final	193.1	16.2
Crecimiento de AP/d ^c	0.53	0.10

^a = desviación estándar.

^b = (CE final - CE inicial)/112

^c = (AP final - AP inicial)/112

quienes encontraron un promedio de CE al año de edad de 34.7 ± 0.1 cm para toros de la misma raza.

Wilton y McMorris (1992), también reportan valores similares de CE al año de edad en toros Charolais, el cual corresponde a 34.3 ± 2.8 cm.

Los valores de CE al año de edad reportados por otros autores son ligeramente mayores al promedio global encontrado en este trabajo; lo anterior se atribuye a que en la estimación de la media en este estudio, se consideraron animales relativamente jóvenes, puesto que la edad final en la prueba de comportamiento según se puede observar en el Cuadro 4.1. fue en promedio 362 días.

Area Pélvica

En el mismo Cuadro 4.1., se encuentra el valor medio para la característica área pélvica (AP) final, la cual corresponde a 193.1 ± 16.4 cm²; este valor es diferente al reportado por Kriese et al. (1994) quienes trabajando con toros Charolais encontraron un valor medio de 153.02 cm²; sin embargo; este reporte lo tienen en toros a los 320 días de edad, por lo que se puede esperar una dimensión pélvica mayor en toros al año de edad.

Factores para Ajustar por Edad Circunferencia Escrotal

En el Cuadro 4.2. se presentan los factores de ajuste a 252 y 365 días de edad para la característica de CE; estos factores corresponden a 0.0420 y 0.0245 (cm/día) para cada edad, respectivamente, estos se emplearon en las siguientes formulas de ajuste:

$$\text{CE aj. a 252 d} = \text{CE inicial (cm)} + 0.0420 [\text{252} - \text{edad inicial (días)}]$$

$$\text{CE aj. a 365 d} = \text{CE final (cm)} + 0.0245 [\text{365} - \text{edad final (días)}]$$

Como se puede observar el crecimiento es mayor a 252 que a 365 días; esto también fue observado por Geske et al. (1994) quienes encontraron como factores de ajuste valores de 0.0767 y 0.0505 para 205 y 365 días de edad respectivamente, en toros Charolais, sin embargo, estos autores encontraron valores muy altos como factores de ajuste, lo cual puede deberse a que ellos sólo utilizaron toros con edades iniciales entre 160 y 250 días y con edades finales entre 320 y 410 días.

Por otro lado, se tiene que el factor de ajuste de CE a 365 días es muy similar al encontrado por otros autores;

Cuadro 4.2. Factores de ajuste por edad para circunferencia escrotal y área pélvica de toros Charolais a 252 y 365 días de edad.

Variable	Factor de ajuste (cm/d)
Circunferencia Escrotal	
248 días	0.0420
365 días	0.0245
Area pélvica.	
248 días	0.2458
365 días	0.1907

así se tiene que Bourdon y Brinks (1986) encontraron como factor de ajuste un valor de a 0.026 cm por día.

Por su parte Kriese et al. (1991) reportan como factor de ajuste para CE por la edad, valores de 0.024 y 0.041 para las razas Hereford y Angus respectivamente.

Factores para Ajustar Area Pélvica

En el Cuadro 4.2. también se pueden observar los factores de ajuste a 252 (0.2458) y 365 (0.1907) días de edad para la característica de AP, al igual que en CE para esta característica también se observa un mayor crecimiento a la

edad del destete que a los 365 días de edad.

Las fórmulas para ajustar por edad AP fueron las siguientes:

$$\text{AP aj. a 252 d} = \text{AP inicial (cm}^2\text{)} + 0.2458 [\text{252} - \text{edad inicial (días)}]$$

$$\text{AP aj. a 365 d} = \text{AP final (cm}^2\text{)} + 0.1907 [\text{365} - \text{edad final (días)}]$$

Por su parte Cook et al. (1991) reportan como factor de ajuste para AP final un valor de 0.201 cm² /d para toros de diferente grupo racial.

Por otro lado Siemens et al. (1991), encontraron como factores de ajuste a 365 días de edad, valores de 0.23, 0.32 y 0.20 cm²/día para toros de las razas Angus, Polled Hereford y Simmental, respectivamente; sin embargo, cuando no se consideró el efecto del grupo racial, el factor de ajuste por edad fue de 0.21 cm² /día.

Por su parte López (1994) propone como factor de ajuste para el AP a 365 días de edad en toros Charolais, un valor de 0.26; el cual es muy similar al sugerido por el BIF (1990), que corresponde a 0.25 cm² /d.

Como se puede observar el factor de ajuste para 365 días de edad propuesto en este trabajo es menor al presentado por otros autores, lo que se atribuye a que con acepción al trabajo de López (1994), en las demás investigaciones se incluyeron diferentes grupos raciales para determinar los factores de ajuste.

Ecuaciones de Predicción

En el Cuadro 4.3. se presentan los valores de β estimados para determinar la CE y AP ajustados a 252 días de edad, para obtener valores de 32 cm y 170 cm² respectivamente para cada variable.

Predicción de Circunferencia Escrotal

En lo referente a CE se puede observar en el mismo Cuadro 4.3. que se requieren de 21.63 cm de CE ajustada a 252 días, para obtener una CE a los 365 días de 32 cm; este valor es muy similar al reportado por Geske *et al.* (1994) si consideramos que estos autores realizaron el ajuste de CE inicial a 205 días de edad, el cual corresponde a 20.8 cm para alcanzar 32 cm de CE a los 365 días de edad. Estos autores utilizaron un valor de $\beta = 1.54$, valor muy similar a 1.4790 utilizado en el presente estudio.

Cuadro 4.3. Coeficientes de regresión (β) para predecir los valores de circunferencia escrotal (CE) y área pélvica (AP) iniciales requeridos para alcanzar un valor mínimo a 365 días de edad.

Variable	β	Aj. 248 días de edad	Valor esperado a 365 días de edad
	(a)	(b)	(a) x (b)
CE	1.4790	21.63 cm	32 cm
AP	1.4423	117.86 cm ²	170 cm ²

Por su parte, Pratt et al. (1991) reportan valores mayores de CE inicial para poder alcanzar 32 cm de CE al final de la prueba de comportamiento; estos autores mencionan que los grupos raciales derivados de Cebú necesitan de 23 cm de CE inicial, y los de tipo continental donde incluyen a los Charolais, requieren de 28 cm iniciales para alcanzar 32 cm de CE a los 365 días de edad; sin embargo, el grupo racial del tipo continental presentaban una edad final de 401 días, en contraste con los grupos raciales derivados de Cebú, que presentaron una edad final de 370 días en promedio; si se

considera que estos autores, para determinar el valor μ_{CE} requerido para calcular la probabilidad de que la CE sea mayor a 32 cm, realizan un ajuste de la CE a 365 días, se espera entonces que los animales de mayor edad se vean en desventaja al ajustarlos a una edad menor que su promedio real observado. Además, los animales del tipo continental tuvieron un crecimiento menor de CE por día.

Predicción del Area Pélvica

En el mismo Cuadro 4.3. se puede observar que se requieren de 117.86 cm^2 de AP ajustada a 252 días para poder alcanzar un AP de 170 cm^2 al año de edad.

Lo anterior, resulta lógico si se observa en el Cuadro 4.1. el valor medio del crecimiento del AP/día ($0.53 \pm 0.1 \text{ cm}^2 / \text{día}$), con este ritmo de crecimiento a través de 112 días de prueba, sumado al valor de AP ajustado a 252 días (117.86 cm^2) según la ecuación de predicción, se puede obtener un valor muy similar a 170 cm^2 valor mínimo requerido para que un semental sea seleccionado en base a su AP.

Probabilidad de Alcanzar la Circunferencia Escrotal
Deseada

Conforme a la metodología utilizada el valor de μ requerido para alcanzar un valor de CE mayor a 32 cm, fue de 32.53 cm con lo que en base al parámetro $\beta = 1.4790$ presentado en el Cuadro 4.3., el cual es usado para predecir CE a 365 días en relación a la CE ajustada a 252 días, se tiene que se requieren de 21.99 cm de CE ajustada a 252 días para alcanzar un valor mayor que 32 cm de CE a los 365 días con una probabilidad de 0.99.

El resultado de 21.99 cm de CE ajustada a 252 días, es un valor mayor al encontrado con la ecuación de predicción, el cual, corresponde a 21.63 debido a que éste representa el valor necesario para alcanzar un valor de 32 cm a 365 días de edad, y los 21.99 cm son necesarios para tener un valor mayor que 32 cm a los 365 días de edad.

Este valor es mucho menor al reportado por Pratt et al. (1991) quienes consideran que se requiere un valor de CE inicial en prueba de comportamiento de 28 cm en grupos raciales del tipo continental (incluyendo al Charolais) para lograr un valor mayor o igual a 32 cm de CE a 365 días de edad con una probabilidad de 1.0; sin embargo, como se mencionó anteriormente, este grupo racial fue afectado por la metodología de ajuste a 365 días, debido a que tuvieron una edad final de 401 días y una CE final similar a los demás grupos raciales analizados.

Pratt et al. (1991) obtuvieron un crecimiento promedio de 0.05 cm/día para el grupo racial del tipo continental, el cual corresponde a solamente el 55 por ciento del crecimiento de CE obtenido en el presente trabajo; donde se obtuvo un crecimiento de 0.09 cm/día según se observa en el Cuadro 4.1. Además Pratt et al. (1991) consideraron en el grupo racial del tipo continental animales de la raza Charolais, Limousin y Normande.

Probabilidad de Alcanzar el Area Pélvica Deseada

El valor de μ requerido para alcanzar un valor mayor a 170 cm² de AP a 365 días de edad, fue de 173.59 cm². Considerando el parámetro $\beta = 1.4423$ para obtener el AP ajustada a 365 días en base al AP ajustada a 252 días, se requieren de 120.35 cm² de AP ajustada a 252 días para alcanzar un valor mayor que 170 cm² de AP final a los 365 días de edad con una probabilidad de 0.99.

Como se puede observar 120.35 cm² de AP ajustados a 252 días es un valor mayor al obtenido por la ecuación de predicción (117.86) debido a que el segundo es requerido para alcanzar un valor de 170 cm² a 365 días de edad, y el primero es requerido para que con alta probabilidad se obtenga un valor de AP a 365 días mayor a 170 cm².

Las ecuaciones de predicción de CE y AP a 365 días en base a sus valores ajustados a 252 días de edad, en conjunto con el análisis de probabilidad, pueden ser una buena guía para seleccionar individuos al destete que puedan alcanzar con alta probabilidad, las medidas mínimas requeridas de CE y AP a los 365 días de edad.

Con lo anterior, se está en la posibilidad de que al destete, se pueda desechar aquellos individuos que no tengan oportunidad de alcanzar las dimensiones requeridas al año de edad; es decir, realizar una preselección que permita evitar un desembolso económico no necesario al eliminar del programa de prueba de comportamiento a los individuos que no tengan probabilidad de alcanzar 32 cm de CE ó 170 cm² de AP a los 365 días de edad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Los factores de ajuste por edad de CE a 252 y 365 días fueron 0.0420 y 0.0245 cm/día, respectivamente, y para ajustar AP a 252 y 365 días de edad fueron en forma respectiva 0.2458 y 0.1907 cm² /día.

Las ecuaciones de predicción de las variables ajustadas a 365 días en base a los ajustes a 252 días fueron:

CE aj. a 365 d = 1.4790 [CE inicial aj. a 252 d (cm)]

AP aj. a 365 d = 1.4423 [AP inicial aj. a 252 d (cm²)]

se requiere de un valor de CE ajustado a 252 días de edad de 21.99 cm, para que los toros alcancen un valor mayor a 32 cm a los 365 días con una probabilidad de 0.99; y se requieren de 120.35 cm² de AP ajustada a 248 días, para que puedan alcanzar un valor mayor a 170 cm² a los 365 días con una probabilidad de 0.99.

CAPITULO VI

RESUMEN

Se desarrolló un estudio para: 1) determinar factores de ajuste para las variables circunferencia escrotal (CE) y área pélvica (AP) al promedio de edad inicial y a 365 días de edad; 2) derivar ecuaciones de predicción en base a los valores iniciales ajustados; 3) determinar la probabilidad de que los toros alcancen 32 cm de CE al año de edad, basado en la CE que presenten al destete; 4) determinar la probabilidad de que los toros alcancen 170 cm² de AP al año de edad, basado en el tamaño de pelvis que presenten al destete.

Se registraron los datos de cuatro pruebas de comportamiento con una duración de 112 días cada una, durante el período comprendido entre 1992 y 1995, en donde se utilizaron 174 toretes Charolais prospectos a sementales.

En cada una de las pruebas se midieron las variables de CE y AP, además, se registró la edad inicial y final de todos los individuos.

Mediante regresión lineal de las variables involucradas sobre la edad, se determinaron coeficientes para ajustar CE y AP a 252 y 365 días de edad; también, se desarrollaron ecuaciones de predicción de CE y AP a 365 días en base a sus valores ajustados a 252 días de edad; lo anterior se realizó a través de la regresión lineal entre las variables ajustadas a 365 días sobre sus valores ajustados a 252 días de edad.

Los factores de ajuste encontrados para CE fueron de 0.0420 y 0.0245 cm/d para 252 y 365 días de edad respectivamente; y para el AP a 252 y 365 días de edad fueron en forma respectiva de 0.2458 y 0.1907 cm² /d.

La ecuación de predicción resultante fue para CE ajustada a 365 días igual a CE ajustada a 252 días*1.4790 y para AP a 365 días igual a AP ajustada a 252 días*1.4423; con esto se encontró que se requieren de 21.99 cm de CE ajustada a 252 días para alcanzar un valor mayor a 32 cm a los 365 días de edad, y además, se requieren de 120.35 cm² de AP ajustada a 252 días para alcanzar un valor mayor a 170 cm² de AP a 365 días de edad. Lo anterior con una probabilidad de 0.99.

CAPITULO VII

LITERATURA CITADA

- Belan, C. 1991. End of Test Report. En: Saskatchewan Livestock Centre Bull Test. Regina, Saskatchewan. pp 2-3.
- Bell, D. J., J. C. Spitzer y W. C. Bridges, Jr. 1994. Adjusting scrotal circumference to 365 and 452 days of age in beef bulls. J. Anim. Sci. 72 (suppl. 2):11.
- Benyshek, L. L. y D. E. Little. 1982. Estimates of genetic and phenotypic parameters associated with pelvic area in Simmental cattle. J. Anim. Sci. 54:258-263.
- BIF. 1990. Guidelines for Uniform Beef Improvements Programs. 5th. Ed. Beef Improvement Federation. North Caroline State University. Raleigh, NC, U.S.A.
- Bourdon, R. M. y J. S. Brinks. 1986. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: adjustment factors, heritabilities and genetic, enviromental and phenotypic relationships with growth traits. J. Anim. Sci. 62:958-967.
- Brown, A. H., J. D. Simpson y C. J. Brown. 1986. Trends in performance traits of bulls Arkansas Cooperative Beef Bull Test, 1962 throug 1982. University of Arkansas. Division of Agriculture. Fayetteville, Arkansas. Bull. 894. 17 p.
- Cook, B. R., D. D. Kress, M. W. Tess y R. B. Brownson. 1991. Pelvic measurements in test station bulls. J. Anim. Sci. 69(suppl. 1):568-569.
- Coulter, G. H. y D. G. Keller. 1982. Scrotal circumference of young beef bulls: relationship to paired testes weight, effect of breed, and predictability. Can. J. Anim. Sci. 62:133-139.
- Coulter, G. H. y R. H. Foote. 1976. Effect of season and year of measurement on testicular growth and consistency of Holstein bulls. J. Anim. Sci. 42:434-438.

- Geske, J. M., R. R. Schalles, K. O. Zoellner y R. M. Bourdon. 1994. Yearling scrotal circumference prediction equation and adjustment factors for various breeds of beef bulls. Beef Improvement federation. 26th Research Symposium & Annual Meeting. West Des Moines, Iowa. pp 225-231.
- Guerrero Q., M. 1993. Caracterización de toretes de la raza Charolais, Beefmaster, Hereford y Cruzados en dos pruebas de comportamiento. Tesis M.C. U.A.A."A.N". Saltillo, Coah., México.
- Hahn, J., R. H. Foote y G. E. Seidel, Jr. 1969. Testicular growth and related sperm output in dairy bulls. J. Anim. Sci. 29:41-47.
- Johnson, S. K., G. H. Deutscher y A. Parkhurst. 1988. Relationships of pelvic structure, body measurements, pelvic area and calving difficulty. J. Anim. Sci. 66:1081-1088.
- Knights, S. A., R. L. Baker, D. Gianola y J. B. Gibb. 1984. Estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. J. Anim. Sci. 58:887-893.
- Kriese, L. A., J. K. Bertrand y L. L. Beyshek. 1991. Age adjustment factor heritabilities and genetic correlations for scrotal circumference and related growth traits in Hereford and Brangus bulls. J. Anim. Sci. 69:478-489
- Kriese, L. A., L. D. Van Vleck, K. E. Gregory, K. G. Boldman, L. V. Cundiff y R. M. Koch. 1994. Estimates of genetic parameters for 320-day pelvic measurements of males and females and calving ease of 2-year-old females. J. Anim. Sci. 72:1954-1963.
- Lasley, J. F. 1982. Genética del mejoramiento del ganado. Ed. Uteha. México.
- Laster, D. B. 1974. Factors affecting pelvic size and dystocia in beef cattle. J. Anim. Sci. 38:496-503.
- Latimer, F. G., L. L. Wilson y M. F. Cain. 1982. Scrotal measurements in beef bulls: Heritability estimates breed and test station effects. J. Anim. Sci. 54:473-479.
- Liu, M. F. y M. Makarechian. 1992. Factors influencing growth performance of beef bulls in a test station. J. Anim.

Sci. 71:1123-1127.

- López D., S. 1994. Métodos para Ajustar el Area Pélvica al año de Edad en Toretos Charolais en Prueba de Comportamiento. Tesis Licenciatura. U.A.A."A.N." Saltillo, Coah., México.
- Makarechian, M., A. Faird y T. Berg. 1985. Scrotal circumference, semen characteristics, growth parameters and their relationships in young beef bulls. *Can. J. Anim. Sci.* 65:789-798.
- Mateos, E. R., P. J. Chenoweth, J. E. Pexton y P. W. Farin. 1978. Relationship of breeding soundness values with pregnancy rates of bulls breeding synchronized heifers. *J. Anim. Sci.* 47 (Suppl.1):337.
- Morrison, D. G., W. D. Williamson y P. E. Humes. 1986. Estimates of heritabilities and correlation of traits associated with pelvic area in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 63:432-437.
- Nelsen, T. C., R. E. Short, J. J. Urick y W. L. Reynolds. 1986. Heritabilities and genetic correlations of growth and reproductive measurements in Hereford bulls. *J. Anim. Sci.* 63:409-417.
- Neville, W. E. Jr., B. G. Mullinix, Jr., J. B. Smith y W. C. McCormick. 1978. Growth patterns for pelvic dimensions and other body measurements of beef females. *J. Anim. Sci.* 47:1080-1088.
- Pratt, S. L., J. C. Spitzer, H. W. Webster, H. D. Hupp y W. C. Bridges. 1991. Comparison of methods for predicting yearling scrotal circumference and correlations of scrotal circumference to growth traits in beef bulls. *J. Anim. Sci.* 69:2711-2720.
- Preston, T. R. y M. B. Willis. 1974. Producción Intensiva de Carne. Ed. Diana. México.
- Rutter, L. M., D. E. Ray y C. B. Roubicck. 1983. Factors affecting and prediction of dystocia in Charolais heifers. *J. Anim. Sci.* 57:1077-1085.
- SAS. 1987. SAS. Release 6.03. SAS Institute. Cary, NC, U.S.A.
- Siemens, M. G., A. L. Siemens, R. J. Lipsey, G. H. Deutscher y M. R. Ellerseick. 1991. Yearling adjustments for pelvic area of station bulls. *J.*

Anim. Sci. 69:2269-2272.

- Snedecor, G. W. y W. C. Cochran. 1971. Métodos Estadísticos. Primera ed. en español Ed. Continental. México. 703 p.
- Swiger, L. A. y L. N. Hazel. 1961. Optimum length of feeding period in selecting for gain of beef cattle. J. Anim. Sci. 40:187-192.
- Toelle, V. D. y O. W. Robinson. 1985. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. J. Anim. Sci. 60:89-96.
- U.G.R.C. 1990. Primera prueba de comportamiento para becerros prospectos a sementales. Reporte final. Unión Ganadera Regional de Coahuila. Piedras Negras, Coahuila.
- Warwick, E. J. y J. E. Legates. 1980. Cría y Mejora del Ganado. Ed. McGraw-Hill. México.
- Wilton, J. W. y M. R. McMorris. 1992. Influence of performance testing on reproductive performance of beef bulls. Can. J. Anim. Sci. 72:23-30.