



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

USO DE LA PRUEBA DE COMPORTAMIENTO PARA LA SELECCIÓN DE  
SEMENTALES DE LA RAZA DORSET EN EL CENTRO DE ENSEÑANZA,  
INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN EN PRODUCCIÓN OVINA (CEIEPO).

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

HUGO NANDO ALFONSO

ASESORES:

MVZ MC CÉSAR FLORES SERRANO.

MVZ MPA ANTONIO ORTIZ HERNÁNDEZ.

MÉXICO, D.F. 2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Resumen.

NANDO ALFONSO HUGO. Uso de la prueba de comportamiento para la selección de sementales de la raza dorset en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO). Bajo la asesoría del MVZ, MC César Flores Serrano y del MVZ MPA Antonio Ortiz Hernández.

En el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO), se realizó una prueba de comportamiento para la estimación de los valores genéticos a los corderos dorset nacidos en el 2012 para la característica de peso a los 150 días (P150), complementada con las características de peso al nacimiento (PN) y peso al destete (PD), con el objetivo de identificar a los animales genéticamente superiores. Se utilizó la metodología del Mejor Predictor Lineal Insesgado o BLUP (por sus siglas en inglés). En total se evaluaron 49 corderos (25 machos y 24 hembras). Con la información obtenida se pudo identificar a los corderos superiores y es importante hacer la mención que no se observó a un animal que fuera muy superior en todas las características, también, observando los resultados se pudo detectar que dos sementales se pueden considerar como superiores. Los resultados del trabajo permiten concluir que utilizando esta metodología se puede identificar a los corderos superiores e inclusive podemos conocer que sementales deben conservarse y cuales se deben de cambiar en el rebaño.

Índice.	
Introducción.....	1
Revisión bibliográfica.....	2
Situación de la ovinocultura en México.....	2
Sistemas de producción.....	2
Debilidades del sector.....	3
Prueba de comportamiento.....	3
Selección.....	4
Métodos de selección multicaracter.....	4
Mejor Predictor Lineal Insesgado o BLUP (Best Linear Unbiased Prediction).....	8
Justificación.....	10
Objetivo general.....	11
Objetivos específicos.....	11
Material y métodos.....	12
Lugar.....	12
Metodología.....	13
Registros.....	13
Software.....	13
Análisis estadístico.....	14
Resultados y discusión.....	15
Conclusiones.....	19
Literatura citada.....	20
Anexos.....	25



## INTRODUCCIÓN.

Una prueba de comportamiento consiste en evaluar a varios individuos hijos de diferentes padres, provenientes de diferentes rebaños o unidades de producción. Generalmente es realizada para la evaluación de algunos caracteres específicos como la ganancia diaria de peso, el peso postdestete, conversión alimenticia, características de la canal, permitiendo comparar a todos los animales en condiciones similares de alimentación y manejo.<sup>20</sup> Debido a la heredabilidad de dichos rasgos, que varía de moderada a alta (superiores a 0.40), su resultado es un buen indicador de la información genética del animal.<sup>7,19,21</sup>

Las pruebas de comportamiento se realizan con animales de la misma raza, buscando conservar a los de mayor tasa de crecimiento. Este método ha demostrado su utilidad y facilidad de adaptación, sobre todo, en características de moderado a elevado índice de herencia.<sup>7,11</sup>

Una de las mayores inquietudes en la medición de las características de los animales, es asegurar el conocimiento de los efectos ambientales y asignar a cada uno su influencia, el ajuste estadístico mediante la conversión o estandarización de los factores externos es de utilidad y además conveniente para la obtención de valores precisos. La selección de los progenitores de la siguiente generación debe hacerse con base en su genotipo y no solo por el fenotipo.<sup>6,7</sup> La naturaleza de los caracteres que son de importancia económica, más las circunstancias ambientales son clave a la hora de implementar un programa de mejoramiento genético.<sup>4</sup> Los métodos específicos y los programas para su evaluación varían según la naturaleza de los caracteres y métodos de crianza para las diferentes clases de ganado<sup>1,2</sup>

La tasa reproductiva así como el número de descendientes que pueden tener los animales más destacados, son aspectos importantes a tomar en cuenta para los procesos de la prueba de comportamiento, ya que mientras más animales sean evaluados, mayor precisión se tendrá al momento de la elección de los reproductores.<sup>5,6</sup>

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

### **Situación de la ovinocultura en México.**

En México, la producción ovina ocupa uno de los últimos lugares de impacto económico en la producción agropecuaria del país, sin embargo es reconocida como una de las actividades importantes dentro del subsector ganadero, representando el 0.95% de la producción de carne nacional y el 1.8 de las carnes rojas, debido a la demanda de sus productos, siendo la barbacoa el principal platillo que se consume entre la población urbana de las grandes ciudades como el Distrito Federal, Estado de México, Guadalajara y Monterrey entre otras, seguido de los cortes de carne y la canal del cordero entre otros.<sup>11,16,17</sup>

### **Sistemas de producción.**

Las empresas y los rebaños ovinos en México, en su mayoría, tienen deficientes índices de producción; muchas veces no usan registros de los animales y de la empresa en general, haciendo a la misma económicamente poco redituable y en consecuencia, no muy atractiva.<sup>11,18</sup>

Dentro de la producción de subsistencia gran parte de la población ovina se encuentra en manos de campesinos de limitados recursos y con nula o poca extensión de suelo, que ven a los ovinos como un patrimonio, un simple "ahorro" del que hacen uso en situaciones de emergencia económica, festividad familiar o como pago por algunos servicios o productos, no piensan en los ovinos como una alternativa de beneficio económico y mucho menos en una empresa a largo plazo. Los productores de este tipo alimentan a sus animales con pastizales nativos cuya calidad y cantidad son muy variables a lo largo del año, teniendo en consecuencia animales con baja nutrición, seria deficiencia de nutrientes y susceptibles a muchas enfermedades. Por lo regular no tiene asistencia técnica y emplea técnicas tradicionales de producción, como empadre continuo, cruzamientos entre animales emparentados y sus criterios de selección se basan en el aspecto físico.<sup>16,17,19</sup>

En contraste, el productor con gran poder económico, que recibe asistencia técnica especializada y tecnología de vanguardia, posee instalaciones funcionales así como animales de alto valor genético, ven la ovinocultura como un pasatiempo. Aunque sus costos de producción son elevados, el precio de mercado que alcanzan sus animales triplican o cuadruplican al de los destinados para el abasto de carne.<sup>19</sup>

Un sistema intermedio, productores con una situación económica desahogada, con el objetivo zootécnico de producir animales para abasto y actitud abierta que les permite acceder a una tecnología para lograr una producción eficiente. Desafortunadamente este tipo de productor también es poco numeroso, sin embargo, es probable que de alguna

manera este sistema ovino pueda servir de puntal para lograr una mayor oferta de borrego nacional.<sup>16,20</sup>

Para hacer de la producción ovina una actividad rentable y competitiva, deben ser considerados algunos aspectos como los programas de transferencia de tecnología, reducir los costos de producción en dietas y mejorar los parámetros productivos actuales; corregir las estrategias de comercialización y diversificación de todos los productos y subproductos obtenidos del animal, garantizar la calidad e inocuidad de carne y leche destinadas al consumo humano, así como implementar programas de mejoramiento genético adecuado a su rebaño. Dichos aspectos, deben ser aplicables desde la producción de subsistencia hasta la empresarial.<sup>20,21</sup>

### **Debilidades del sector.**

Nuestro país se enfrenta a muchos problemas para aumentar la producción de carne ovina para consumo, se puede mencionar la poca integración de los productores en la cadena de valor, falta de planeación y administración de la producción; poco o nulo acceso a nuevas metodologías y tecnologías así como falta de capacitación en diversas áreas; se recurre muy poco a prestadores de servicio como médicos veterinarios y técnicos; problemas para la comercialización de productos y subproductos.<sup>11,15</sup>

### **Prueba de comportamiento.**

El comportamiento productivo postdestete de cualquier cordero es la suma de sus genes más el impacto acumulativo del ambiente al que está expuesto, las ganancias de peso posteriores son características importantes gracias a la asociación genética que guardan con la eficiencia para el aprovechamiento del alimento y transformarlo en carne; es en esta etapa donde el individuo muestra su potencial genético, relativamente libre de la influencia materna.<sup>21,22</sup> La eficiencia en el crecimiento es medida con el peso alcanzado por el animal a una determinada edad, y ésta puede deberse a diversos factores. De aquí que las pruebas de comportamiento tengan gran relevancia, tratando de uniformizar los efectos ambientales y buscar la única variación existente entre individuos para poder evaluarlos.<sup>1,2</sup>

Entre las condiciones más importantes para realizar una prueba de comportamiento es que: todos los animales incluidos en la prueba deben ser registrados sin importar el lugar de procedencia o la genealogía, debe haber un número suficiente de corderos para ser evaluados, todo cordero debe ser pesado al destete o inicio de la prueba, deben ser excluidos animales con problemas físicos (prognatas, monoórquidos, con problemas de aplomos, etcétera), deben haber sido vacunados y desparasitados al mismo tiempo.<sup>14,19,21</sup>

Una de las ventajas de ésta prueba es que permite evaluar animales jóvenes, obteniendo un indicador confiable a una edad temprana. Se debe puntualizar que las pruebas de



comportamiento se realizan con animales de la misma raza buscando a los de mayor tasa de crecimiento.<sup>7,22</sup>

## **Selección.**

La selección busca maximizar la tasa de cambio genético, objetivo que puede lograrse si se eligen correctamente aquellos animales con los mejores valores de cría para ser padres. El problema es que no sabemos los valores de cría reales de los animales y debemos trabajar con predicciones de los valores de cría, las cuales en muchos casos, pueden no ser muy informativas, por lo que se deben conocer los factores generales que afectan la tasa de cambio que pueden ayudar a desarrollar estrategias de selección y a diseñar programas de cría.<sup>23</sup>

La tasa anual de mejora genética depende de la variabilidad genética en la población, los criterios de selección, la intensidad de la selección, y el intervalo entre generaciones.<sup>23,24</sup> La mejora genética requiere que se registre tanto el rendimiento como el pedigrí. Sobre la base de dichas observaciones se predice el mérito genético de un individuo y los animales con el mérito predicho más alto pueden seleccionarse como progenitores.<sup>25</sup>

La intensidad de selección refleja la proporción de animales que serán necesarios como progenitores de la generación siguiente. La capacidad reproductiva y las técnicas ejercen una importante influencia en el número de progenitores necesarios para producir la generación siguiente, y por lo tanto, en la tasa de mejora genética.<sup>28</sup>

Métodos de selección multicausal.

- Selección en tándem.
- Selección utilizando niveles de desecho independientes.
- Selección utilizando índices de selección económicos.
- Método escalonado o en tándem

La selección en tándem es simplemente la selección para un carácter, luego para otro y así sucesivamente. Para estos caracteres podría significar selección para aumentar el peso al destete durante algunos años o hasta que se logra un cierto nivel de mejora de peso al año, y luego se sigue con la selección para un menor peso al nacimiento.<sup>25</sup>

La selección en tándem, en su forma pura, es para un solo carácter. Frecuentemente incorpora la idea de un objetivo de selección, es decir un nivel de valor de cría considerado óptimo en un sentido absoluto o práctico. Los criadores podrían seleccionar

para peso al año hasta que el objetivo de selección es alcanzado, y luego cambiar a la selección para peso al nacimiento.<sup>25,26</sup>

La efectividad de la selección en tándem depende en gran medida de las correlaciones genéticas entre los caracteres bajo selección.<sup>27</sup>

Las correlaciones genéticas hacen imposible mantener un carácter en su nivel óptimo usando la selección tándem. Si el próximo carácter de interés está genéticamente correlacionado con el último carácter seleccionado, la selección para el nuevo carácter causa movimientos en el valor de cría para el último carácter lejos del objetivo de selección. Cuando los criadores cambian de selección para incrementar el peso al año a selección para menor peso al nacimiento, el peso al año se resiente.<sup>25,27</sup>

Este se practica para un sólo carácter hasta que se ha obtenido un mejoramiento satisfactorio del mismo. Los esfuerzos de selección para mejoramiento de este, son entonces disminuidos, y son dirigidos hacia un segundo, después hacia un tercero, y así sucesivamente.<sup>23</sup>

Este método es el menos eficiente por el progreso genético logrado en relación al tiempo y dinero invertidos.<sup>25,27</sup>

Permite el mejoramiento rápido de un carácter dado, pero tiene dos importantes inconvenientes.

1) Las correlaciones genéticas. Por lo general no es posible seleccionar sólo para una característica y la eficiencia dependerá, en gran parte, de la asociación genética entre los caracteres para los que se está efectuando la selección.<sup>27</sup>

2) En casi todos los casos de interés económico, las utilidades dependen de varias características. Este método puede recomendarse en los planteles excepcionales, donde se debe perfeccionar sólo una característica.<sup>27</sup>

- 2. Niveles de desecho independiente, o simultánea con normas mínimas.

Un segundo método de selección multicaracter es el llamado método de los niveles de descarte o desecho independientes o con normas mínimas. Los niveles de desechos independientes son estándares mínimos para caracteres sometidos a la selección. Si un criador selecciona usando niveles de descarte independientes, aquellos animales que no logran satisfacer los estándares o niveles son rechazados sin importar el mérito en otros caracteres.<sup>24</sup>

Los niveles de desecho independiente permiten seleccionar simultáneamente para más de un carácter aplicando reglas simples. Son particularmente apropiadas cuando hay una clara distinción entre lo que es aceptable y lo que no. Los niveles de desecho independiente también son convenientes cuando la selección ocurre en diferentes etapas de la vida de un animal. Por ejemplo en el ganado de carne muchos criadores establecen

niveles de desecho independiente para peso al nacimiento, peso al destete y medidas tomadas al año de vida. Los animales con pesos al nacimiento inaceptablemente altos son a menudo eliminados, los que tienen pesos bajos al destete en comparación con los demás también son desechados, y así dependiendo la característica y el nivel de descarte elegido.<sup>24,25</sup>

La dificultad con los niveles de desecho independiente es determinar cuáles deberían ser los niveles de desecho. Si los estándares de selección son muy restrictivos no podremos encontrar un número suficiente de animales que puedan satisfacerlos. Si los niveles de desecho independiente son estrictamente aplicados podrían excluir algunos animales potencialmente útiles.<sup>26</sup>

- 3. Índices de selección económicos

Un tercer método de selección multicaracter es el uso de índices de selección económicos. La metodología de índice de selección fue introducida anteriormente como un medio para calcular predicciones genéticas para un solo carácter. La misma metodología puede ser usada para predecir valores de cría agregados (o neto) en el contexto de la selección.<sup>25</sup>

Estos índices son una combinación de factores de ponderación e información genética de datos fenotípicos o predicciones genéticas en más de un carácter. Los índices de selección económica son usados en la selección multicaracter para predecir el valor de cría agregado total o mérito neto.<sup>24</sup>

El valor de cría agregado o mérito neto es medido en unidad monetaria. Puede pensar en él como un valor de cría para un nuevo carácter: mérito económico general. Este nuevo carácter puede ser medido por ganancia para una empresa, ganancia por animal, o una medida alternativa de eficiencia económica. El peso económico para cada carácter en el objetivo de cría representa el cambio en el valor de cría agregado o total (el cambio en la ganancia si así se mide) debido a un incremento independiente de una unidad en la performance en ese carácter.<sup>25,26</sup>

Los caracteres que aparecen en el objetivo de cría deberían ser aquellos importantes económicamente. Los caracteres que aparecen en el índice de selección económico por otro lado, deberían ser aquellos para los cuales no podemos recolectar registros de performance fácil y económicamente y que están correlacionados con caracteres en el objetivo de cría. Entonces los caracteres que aparecen en el objetivo de cría pueden ser o no los mismos que aquellos en el índice. Los caracteres económicamente importantes pero por otro lado conflictivos en el objetivo de cría son a menudo reemplazados con caracteres indicadores.<sup>27</sup>

El índice de selección económico podría ser compuesto por registros individuales de información fenotípica, pero también pueden ser predicciones genéticas (EPD's o EBV's).

Hay diversos tipos de índice de selección económica. Los índices de selección económicos son usados en situaciones donde la selección es estrictamente fenotípica (selección sobre producción propia solamente, sin información de parientes).<sup>27,28</sup>

El índice de selección más prometedor en ésta era de evaluaciones genéticas a gran escala, es decir, el tipo de índice que tiene más probabilidades de lograr amplia aceptación, es aquel que combina los pesos económicos con las predicciones genéticas calculadas con los procedimientos BLUP o procedimientos parecidos.<sup>28</sup>

Los índices de selección económica en general tienen propiedades muy deseables. En teoría, un índice de selección económico provee la manera más rápida y eficiente de mejorar el valor de cría agregado o total. Utiliza cantidades potencialmente grandes de información en varios caracteres para producir un solo número que predice el mérito económico general de un individuo. Una vez que este número es calculado, es un tema simple clasificar los animales para la selección.<sup>24</sup>

El problema principal con los índices de selección económicos es que los pesos económicos son difíciles de determinar. Los pesos económicos requieren análisis cuidadosos de los costos y beneficios y es probable que sean distintos en diferentes situaciones. Los pesos económicos cambian a través del tiempo. Los costos y las ganancias cambian con las fluctuaciones del mercado. El manejo cambia con la introducción de nueva tecnología. Los niveles de producción cambian con la tendencia genética. Todos estos factores afectan los pesos económicos, haciendo necesario actualizarlos de vez en cuando.<sup>24, 25</sup>

Otra desventaja de los índices de selección económicos es que proveen dirección a la selección, pero no dan indicación del punto final de la selección para los caracteres del individuo. En otras palabras, no proveen objetivos de selección. Los objetivos de selección tienen una atracción intuitiva para los criadores que quieren saber no solo la dirección que siguen sino también el destino que persiguen.<sup>27</sup>

En la mejora animal no hay reglas que establezcan que se debe usar un solo método, selección en tándem, o niveles de desecho independientes, o un índice económico para selección multicaracter. Se puede combinar los métodos como considere necesario. Por ejemplo, sumando los niveles de desecho independiente para el EPD de peso al nacimiento a un índice de selección que contiene los EPD's para peso al año y peso al nacimiento, podría eliminar la posibilidad de seleccionar individuos con un riesgo inaceptablemente alto de dificultad al parto y todavía mantener la mayoría de las ventajas de la selección con un índice económico.<sup>23,28</sup>

Para caracteres con niveles óptimos de producción intermedios, se puede mejorar hacia objetivos de selección definidos estableciendo niveles de desechos mínimos y máximos.

Los objetivos de selección y los índices de selección económicos son combinaciones atractivas. Los objetivos proveen a los criadores de metas concretas y los índices económicos ofrecen la manera más eficiente de lograr esas metas.<sup>23, 24</sup>

Independientemente del método usado para la selección multicausal, es importante que la selección sea conducida con el consumidor final en mente. En las especies tradicionales de ganado, esto significa que los objetivos de selección, los niveles de desechos o los pesos económicos usados por los productores no deberían reflejar sus propias circunstancias económicas y de producción, si en cambio, las circunstancias de sus clientes.<sup>29,30</sup>

Debido al gran número de factores productivos y económicos involucrados, y la gran variedad de escenarios productivos posibles, la determinación de los objetivos de selección apropiados y los pesos económicos es una problemática y un tema de investigación importante en el mejoramiento animal. Algún día podríamos tener la tecnología en forma de modelos de simulación y otros algoritmos matemáticos que permitirán que estas cosas puedan ser calculadas fácilmente sacando muchas de las presunciones de la selección multicausal.<sup>25,27,30</sup>

### **Mejor Predictor Lineal Insesgado o BLUP (Best Linear Unbiased Prediction).**

El éxito de un programa de mejora genética depende, entre otras cosas, de la exactitud con que se evalúe genéticamente a los animales. Ésta obedece a la estructura y distribución de los datos con respecto al modelo y al método utilizado. Tradicionalmente, la literatura plantea que el empleo del modelo animal, con la metodología del Mejor Predictor Lineal Insesgado o BLUP (por sus siglas en inglés), es un avance significativo en la estimación de la exactitud de los valores. Desde sus primeras aplicaciones en los programas de mejoramiento genético, el BLUP ha significado un importante avance como método de estimación del valor genético.<sup>21</sup> Distintivas ventajas y mayores ganancias genéticas se han obtenido por su uso, con relación a los métodos más tradicionales. Aceptado ampliamente en la actualidad como un método estándar para la estimación del valor genético en programas de selección, el BLUP es objeto de prueba y perfeccionamiento por investigadores y productores así como de compañías genéticas en varios países.<sup>32,33</sup>

Los modelos BLUP a diferencia de otros métodos estadísticos, utilizan información de muchas fuentes, de hecho, usan datos de toda la población. Los registros de parientes lejanos pueden no aportar mucho en una predicción, sin embargo, BLUP tiene la capacidad de incorporar información de toda clase de parientes relacionados, sumando así precisión a la predicción. Los procedimientos BLUP también tienen en cuenta los apareamientos no aleatorios y el desecho por baja productividad que son dos tipos de sesgos que influyen al momento de hacer predicciones genéticas.<sup>12</sup>

BLUP puede ser concebido como una familia de modelos estadísticos del comportamiento de un animal que incluye diversos efectos ambientales y genéticos. Puede haber modelos padre, padre-abuelo materno, modelos materno directo, modelos estadísticos

multicaracter, es decir, la lista puede ser tan grande como las características que se busquen evaluar. El modelo animal tienen que ver con qué sujetos recibirán las predicciones genéticas (padres, hijos, madres, todos los animales), el número y clase de predicciones generadas; cuanto más sofisticado sea el modelo, involucra más ecuaciones y más recursos informáticos.<sup>36,37</sup>

Así también, BLUP es capaz de separar los componentes o efectos directos y maternos de un carácter haciendo predicciones para ambos. Un tercer componente, el paterno no tiene un peso específico al hacer una predicción, ya que los machos tienen muy poca interacción con la crianza de los corderos y por lo tanto no hay efecto ambiental sobre éstos, aplicada únicamente en los caracteres de fertilidad del reproductor.<sup>12</sup>

BLUP requiere del uso de la computación ya que involucra la solución de un gran número de ecuaciones simultáneas, las cuales se solucionan para dar estimadores de efectos fijos y aleatorios. Los efectos del ambiente pueden ser considerados como fijos (parto, rebaño) o aleatorios (estación, donde las diferencias no son fijas).<sup>12,34</sup>

De las predicciones de BLUP se obtienen los Valores Estimados de Cría (EBV) y las Diferencias Esperadas en la Progenie (EPD) (Ambas por sus siglas en inglés) para componentes directos así como para componentes maternos importantes; sin embargo, no se limitan solo a esos.<sup>37</sup>

Los métodos BLUP pueden traer consigo problemas genéticos si no se hace un uso adecuado del mismo. Debido a que BLUP usa información de todos los parientes conocidos del individuo, existe el potencial de usar animales muy emparentados y tener así un incremento en la tasa de consanguinidad, lo cual ha sido reportado por varios investigadores. Dichos estudios indican que la selección usando BLUP puede incrementar los niveles de consanguinidad con respecto a otros métodos como selección de fenotipo o índice de selección, especialmente cuando la selección es para un rasgo de baja heredabilidad.<sup>35</sup>

En general, hay menos información sobre las clases jóvenes que sobre las clases mayores. Por consiguiente, la exactitud de las estimaciones del valor reproductivo es inferior en las generaciones jóvenes. No obstante, el valor medio del valor reproductivo estimado (EBV) de las clases jóvenes es superior al de las clases mayores debido a la mejora genética continua de la población. Se recomienda realizar la selección en todas las clases de edad para obtener el mayor diferencial de selección. La fracción de animales seleccionados de cada franja de edad depende de las diferencias en exactitud del EBV entre las clases de edad.<sup>24,28</sup>

## **JUSTIFICACIÓN.**

El desconocimiento del potencial genético de los animales es sin lugar a dudas uno de los puntos en contra a los que se enfrentan todas las unidades de producción en el país. Eso puede ser el reflejo de los pobres indicadores productivos de gran parte de las empresas ovinas. Por ello es importante encontrar y aplicar programas de evaluación de los reproductores para utilizar aquellos animales que permitan la mejora genética de los rebaños.<sup>8</sup>

Una prueba de comportamiento es usada en el mejoramiento genético y la cual consiste en someter a los animales a condiciones similares de alimentación y manejo, tal prueba se realiza para evaluar caracteres específicos como el peso al destete, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, medidas zoométricas y características de la canal entre otras.<sup>10,11</sup> El comportamiento del cordero o animal sujeto a evaluación es el resultado de sus genes y del impacto que tiene el ambiente a los que es expuesto. Mediante la estandarización de los efectos ambientales, se puede calcular mejor la capacidad genética del animal que será usado como reproductor.<sup>12,13,14</sup>

Constantemente se están buscado métodos y sistemas que sean lo más objetivos posibles en cuanto a la mejora del rebaño se trata, esto sin dejar de lado la viabilidad para implementarlos y llevarlos a cabo con éxito; es aquí donde las pruebas de comportamiento cobran importancia, ya que permiten identificar a los animales sobresalientes que posteriormente serán usados como reproductores.<sup>8,9</sup>

## **OBJETIVO GENERAL.**

Aplicar una prueba de comportamiento en los corderos dorset nacidos en el año 2012 en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO) para identificar a los animales superiores.

## **Objetivos específicos.**

Aplicación de una prueba de comportamiento a los corderos dorset nacidos en el año 2012.

Identificar a los individuos sobresalientes para ser usados como reproductores en los programas de mejoramiento animal.



## **MATERIAL Y MÉTODOS.**

### **Lugar.**

El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Ovina (CEIEPO) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El centro se encuentra ubicado en el km 53.1 de la carretera federal México-Cuernavaca, en la población de Tres Marías, Municipio de Huitzilac, Estado de Morelos, México.

El CEIEPO se encuentra ubicado a una altura de 2810 msnm, el clima de la región es templado húmedo con lluvias en verano según el sistema de clasificación de Köpen. El centro se fundó en 1991, sus objetivos son servir de centro para la enseñanza y práctica de alumnos, investigación en ovinos, venta de animales para pie de cría de las razas hampshire, dorset, suffolk y kahtadin. El centro cuenta con un sistema de producción considerado como intensivo en pastoreo, controlado con cerco eléctrico y praderas de pastos mejorados.

El empadre es controlado con monta dirigida, se usan registros genealógicos de cada animal para tomar la decisión del apareamiento de la hembra y el macho. Los empadres son realizados comúnmente en los meses de agosto y septiembre, durando 45 días en promedio. El diagnóstico de gestación es realizado con para separar a la hembras positivas y proporcionales una mejor dieta adecuada a su etapa, las hembras negativas son alimentadas con una dieta de mantenimiento.

La lactancia dura 60 días aproximadamente, se realiza en estabulación total, durante este período todos los corderos son identificados con aretes de plástico y descolados entre el día 3 y 7 de vida; a la edad de 40 días se les aplica una primer dosis bacterina-toxoide con el objetivo de prevenir problemas de enterotoxemia con un refuerzo 15 días después. Llegando a los 60 días los corderos son pesados y destetados.

A partir del destete dio inicio la prueba de comportamiento, todos los corderos fueron mantenidos en estabulación total desde el momento del destete hasta el final de la prueba a los 150 días, lotificados por sexo. Durante ese periodo de tiempo se les ofreció una alimento hecha a base de grano de avena, grano de sorgo, pasta de soya y mielaza®, la dieta contenía 5.3 Mcal de EM y un 19.3% de proteína cruda, al alimento se adicionó un coccidiostato (Lasalosisida) para el control de *Eimeria spp.* Se desparasitó con ivermectina a los 120 días.

## **Metodología.**

### **Registros.**

Se realizó una prueba de comportamiento a 49 individuos en total (25 machos y 24 hembras) nacidos en el años 2012 y que fueron pesados mensualmente hasta los 150 días.

Con la información genealógica de los 49 individuos evaluados se integró un pedigrí total de 157 animales incluyendo sementales y hembras con escasa o nula información productiva, pero que tenían parentesco con los corderos evaluados. También se usaron los registros de los padres de dichos corderos (35 registros: 32 vientres y 3 sementales). De los abuelos se encontraron 34 registros, siendo 26 de hembras y 8 de los machos. Los registros de los padres abarcan desde el año 2010 hasta el año 2003, los registros de los abuelos desde el año 2008 hasta el 2000, teniendo un total de tres generaciones en 12 años.

Para efecto de la evaluación, no se incluyeron los registros con escasa o nula información que pudiera intervenir con la característica evaluada. Las características consideradas fueron peso al nacimiento, peso al destete y peso a los 150 días, siendo ésta la principal en la investigación. Los efectos contemplados fueron año de nacimiento, tipo de parto, sexo, edad de la madre al parto. Esto como medida para obtener la mejor evaluación posible los animales. Finalmente se usó la información productiva de 119 animales.

### **Software.**

Se usó el software ASReml 3.0 año 2009, de la empresa VSN International Ltd; Reino Unido.

Se usó el software JMP 11.0 año 2014, de la empresa Statical Discovery.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

El análisis estadístico se llevó a cabo usando la metodología BLUP y utilizando el programa ASReml 3.0.

Se realizó un modelo animal simple para peso a los 150 días con efecto genético directo, efecto de ambiente materno y el error; y un modelo con efecto genético directo, efecto genético materno, efecto ambiental materno y error para peso al nacimiento y peso al destete.

Modelo animal para peso a los 150 días.

$$y = X\beta + Zu + Wp + e$$

Modelo animal para peso al nacimiento y peso al destete.

$$y = X\beta + Zu + Wm + Kp + e$$

Para la realización de este estudio se tomaron datos de campo de todos los corderos evaluados así como de sus padres y abuelos, con dichos datos se elaboraron registros productivos que posteriormente fueron capturados en hojas de Excel para tener al final el pedigrí lo más completo posible. Con el pedigrí completo de tres generaciones (corderos, padres y abuelos), se procedió a recodificar a los animales usando el programa TextPad. Una vez hecha la recodificación, se descartaron aquellos animales que tenían poca o nula información productiva. Ya con las tres bases de datos hechas se procedió a realizar la estimación de los resultados usando el programa ASReml. Los valores iniciales usados para llevar a cabo este estudio fueron tomados de un trabajo previo realizado también en el CEIEPO.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### Peso de los corderos a los 150 días.

Los EBV's (Valores Estimados de Cría) para peso a los 150 días, se pueden ver en el cuadro 1 y muestran que los mayores valores de los corderos machos son de 1.58 kg, 1.57 kg; 1.11 kg; 1.04 kg, mientras que los menores valores obtenidos en la prueba son de -1.73 kg; -0.74 kg; -0.66 kg; y -0.63 kg.

Simm et al., (2006) evaluaron la engorda entre 4 razas diferentes (suffolk, dorset, charollais y texel) el semental suffolk mostró ser el mejor; los valores obtenidos fueron +4.2 kg, **+3.4 kg**, +1.9 kg y +1.02 kg, respectivamente; cabe mencionar que para estas evaluaciones hicieron ajustes a los 150 días de vida. El valor del semental dorset resulta superior a lo observado en nuestro estudio (1.58).

P.G. Covan et al., (2008); sometieron a prueba 8 sementales Dorset, los valores mayores fueron de 5.85 kg, 4.42 kg, **1.9 kg**, **1.6 kg**; los más bajos estuvieron entre **-1.16** y -5.71 kg. Los valores positivos 3 y 4 son similares a los que arrojó el estudio con los animales del CEIEPO; el valor negativo de -1.16 es el más se asemeja nuestros resultados (-1.98); el resto de los valores tanto positivos como negativos son diferentes a los obtenidos en el presente estudio.

En una evaluación hecha por Pörksen, H., (2009) obtuvo los valores de 2 sementales, uno suffolk y otro dorset, los resultados de dicha evaluación fueron para el semental suffolk 1.22 kg y para el dorset **6.04 kg**; el valor del semental dorset es muy superior al máximo valor obtenido por algún macho evaluado en este estudio (1.58).

Dos estudios realizados por Clarkson *et al.*, el primero en 2011 en tres hatos de raza suffolk obtuvieron valores de **2.68 kg**, 3.65 kg y 4.71 kg; el otro hecho en 2013 con sementales dorset con valores de **2.48 kg**, 3.42 kg y 4.97 kg. En dichos estudios se puede observar que los valores más bajos son mayores a los obtenidos en el presente (1.58), En el 2012, se publicaron los resultados de 47 rebaños diferentes, cada uno con 5 sementales; dichos resultados fueron variados, ya que se encontraron valores de **1.686 kg**, **1.568 kg**, **1.550 kg**, **1.402 kg**, **1.362 kg**, **1.356 kg**, **1.321 kg**, **1.304 kg**; los de los valores bajos fueron de **0.554 kg**, **0.545 kg**, **0.505 kg** y **0.493 kg**. Los autores no reportaron los valores negativos observados. Los valores obtenidos en el presente estudio son similares (1.58 a -1.98).

En 2011 Clarkson *et al.*, evaluaron un rebaño dorset durante un periodo de 21 años (1990-2011), en dicho estudio se obtuvo un valor promedio de **6.94 kg**. Los resultados obtenidos por Clarkson *et al.*, son superiores a los máximos resultados obtenidos en el estudio realizado en EL CEIEPO (1.58).

En la gráfica 1 se aprecian la media de los pesos alcanzados a los 150 días tanto para machos como hembras, los cuales fueron separados por el padre; donde se puede observar que el semental W 601 es el que proporciona los corderos más pesados, seguido del U 443. Los sementales U 345 y U 479 produjeron los corderos menos

pesados, sin embargo las corderas del U 479 fueron las más pesadas seguidas por las hijas del U 443, esto los hace candidatos si se buscara producir las mejores hembras del rebaño.

En la gráfica 2 se observan las medias de los valores estimados obtenidos con BLUP para las crías de cada uno de los sementales. Con esto podemos afirmar que el semental W 601 es el que produjo los corderos más pesados de la prueba, seguido del U 443. De nueva cuenta los peores valores los obtuvieron los corderos de los sementales U 479 y el U 345, por ello estos no se recomiendan para la producción de machos, ya que sus crías no son tan pesadas a los 150 días; sin embargo el semental U 479 se puede conservar para producir corderas ya que estas fueron las más pesadas de la prueba (cuadro 2).

### **Peso de los corderos al destete.**

Para esta característica los mayores EBV's fueron de 0.330 kg, 0.270 kg, 0.240 kg, 0.220 kg y 0.200 kg; los menores valores fueron de -0.340 kg, -0.280 kg, -0.240 kg y -0.230 kg. Dichos resultados con sus confiabilidades pueden verse en el cuadro 3.

Pörksen (2009), sometió a evaluación dos sementales de diferentes razas (suffolk y dorset); los valores para el suffolk fueron de 0.93 kg y de **0.47 kg** para el semental dorset. Los valores mayores obtenidos en el estudio en el CEIEPO (0.33) se aproximan a los valores del semental dorset, cabe mencionar que este autor no publicó resultados negativos.

Simm *et al.*, (2006); encontraron que para el peso al destete, un semental dorset fue el mayor (**0.75**) en comparación con otros sementales; el primer suffolk obtuvo -0.5 kg, el segundo suffolk 0.0 kg y el segundo dorset **-1.25 kg**. El resultado positivo obtenido por Simm es mayor al valor positivo observado en los animales del CEIEPO (0.33); mientras que su valor negativo es inferior (-0.340).

En 2013 Clarkson *et al.*, en un periodo de 14 años (1999-2013) sometieron a evaluación a un hato de animales dorset, en dicho estudio se observó un valor promedio al destete de **3.90 kg**. Este valor es superior al observado en el presente trabajo (0.33).

En la revista Suffolk Sheep Society (2012), fue publicada una evaluación hecha con 47 productores, de toda Inglaterra, solo se permitió probar a un máximo de 5 sementales por productor. Para peso al destete a los 60 días los valores fueron muy variados; los mayores fueron 0.849 kg, 0.806 kg, 0.786 kg, 0.777 kg, 0.748 kg, 0.745 kg, 0.729 kg, 0.720 kg y 0.718 kg, los resultados bajos aparecieron desde **0.367 kg, 0.364 kg, 0.337 kg** hasta **0.293 kg**, no publicaron los valores negativos. Los valores mayores en dicha publicación son superiores a los valores de este estudio, los valores bajos reportados por este autor son similares con los obtenidos en el presente estudio (0.33).

En la gráfica 3 se observa los pesos promedio de los corderos de cada semental, el U 443 y U345 fueron los que obtuvieron los mayores, seguidos de los sementales W 601 y U

479 cuyos corderos fueron de los pesos más bajos. Los corderos en promedio fueron más pesados que las corderas.

En la gráfica 4 se observan los valores estimados para el peso al destete obtenidos con BLUP. En dicha gráfica los corderos del semental W 601 fueron los únicos con valores positivos, por lo que apoyándonos con lo visto en la gráfica 3, el W 601 es el mejor reproductor considerando el peso al destete; las crías del resto de los sementales tienen pesos negativos al destete, lo cual significaría un retroceso en la mejora del rebaño.

En la gráfica 5 se aprecian los valores de los efectos maternos del peso al destete obtenidas con BLUP. En la gráfica se puede ver que los hijos del semental U 443 son los que tienen menor influencia de la madre durante la lactancia; le siguen las crías de los sementales U 479 y W 601. Apoyado con las gráficas anteriores se puede decir que las mejores crías al destete son las del W 601, seguido del U 443.

### **Peso de los corderos al nacimiento.**

Los mayores EBV's que se obtuvieron fueron de 0.220 kg, 0.120 kg, 0.110 kg, 0.100 kg; los menores fueron de -0.220 kg, -0.200 kg, -0.160 kg y -0.120 kg. Estos resultados y sus confiabilidades pueden verse en el cuadro 5.

Una evaluación hecha por Simm *et al.*, (2006); mostró que un semental dorset fue superior, en cuanto al peso al nacimiento, en comparación con suffolk, charollais y texel. Los valores obtenidos fueron de **0.225 kg**, 0.100 kg, -0.150 kg y 0.200 kg respectivamente. El semental dorset de dicha publicación obtuvo un valor similar a los valores del presente (0.220).

En 2011 Clarkson *et al.*, evaluaron un hato durante 21 años (1990-2011), dicho autor reporta un valor de **0.205 kg**. Mientras que en una evaluación realizada por Simm con anterioridad en el mismo rebaño obtuvo valores parecidos a los obtenidos con los animales del CEIEPO (0.220).

En la gráfica 6 podemos ver que el promedio de los pesos al nacimiento de las crías de los sementales U 443 seguido del U 345 resultaron ser los más altos, los hijos de los sementales U 479 y W 601 obtuvieron los menores pesos en esta evaluación.

En la gráfica 7 se observan los valores estimados para el peso al nacimiento obtenidos con BLUP. En esa gráfica se observa que los corderos del semental U 443 fueron los únicos que obtuvieron resultados positivos. Los hijos del semental U 345 fueron los que tuvieron menor valor para el peso al nacimiento.

En la gráfica 8 se aprecian los valores de los efectos maternos para peso al nacimiento obtenidas con BLUP. En ella podemos ver que los corderos del semental U 443 fueron los que mostraron los valores más altos. Las crías del semental U 479 tiene una media de

ceros; los hijos de los sementales U 345 y W 601 fueron los que obtuvieron los valores más bajos, por tener una mayor influencia materna.

Son pocas las publicaciones que reportan el peso al nacimiento, posiblemente por ser un valor que está demasiado influenciado por el efecto materno. Sin embargo, los corderos nacidos en el CEIEPO estuvieron dentro de los valores que dichos investigadores han reportado.

## **CONCLUSIONES.**

Dado que en la metodología empleada en el presente estudio se utilizó la genealogía de todos los corderos además de identificar a las crías superiores, se puede saber que uno de los mejores sementales fue el W601, que fue el animal cuyas crías, tanto machos como hembras obtuvieron los EBV positivos y mayores, en comparación a las crías de otros sementales en la evaluación de las tres características evaluadas (peso a los 150 días, peso al destete y peso al nacimiento). Por ello sus crías con los valores más altos, pueden ser puestas en futuros programas de mejora animal en el Centro.

Las crías de los sementales U443 y S827 obtuvieron valores superiores. Dichos sementales podrían ser puestos en programas futuros de reproducción, aunque no se esperaba una gran mejora al usarlos.

Los sementales inferiores fueron el U345 y el U479, ya que sus crías obtuvieron los valores más bajos y en su mayoría negativos. Estos sementales no son recomendables para ser usados como reproductores dentro del rebaño, ya que significan una mejora mínima, nula o incluso un retroceso en el progreso genético.

Aunque no se han realizado suficientes estudios en hembras, se recomienda aplicar esta misma metodología, dado que en este estudio el valor de todas las corderas también permitió ver que el semental W601, es padre de las corderas superiores.

Dado que los resultados observados en el presente estudio fueron similares a los reportados por otros autores, que combinaron el uso de la prueba de comportamiento y la metodología BLUP, se concluye que esta metodología es útil para identificar a los animales sobresalientes de la raza dorset criados en el CEIEPO.



## LITERATURA CITADA.

1. DE LA CRUZ L, TORRES G, NÚÑEZ R, BECERRIL CM. Evaluación de características reproductivas de corderos Hampshire, Dorset y Suffolk en pruebas de comportamiento, en Hidalgo, México. Agrocienza núm. 40 enero-febrero. 2006; 59-69.
2. CASILLAS BA, LASSO GT, CHÁVEZ MF et al. Prueba de comportamiento de borrego Pelibuey consumiendo diferentes fuentes de proteína implementados en un ambiente de aprendizaje In Situ. Universidad de Guadalajara, 2006; 736-740.
3. ARTEAGA J. Recursos y Necesidades para la producción de carne de ovino en México (material audiovisual). Estadísticas Ovinas UNO. 2010; 2-20.
4. DE LA CRUZ JA. Manejo General de Sementales Ovinos. Instituto de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Centro. 2008; 8-14.
5. OLTRA J. Criterios de selección, pruebas de progenie e interpretación de catálogos. 2009; 1-9.
6. JIMÉNEZ E, CRUZ A, RAMÍREZ D et al. Prueba de comportamiento en pastoreo de machos Brahman en el trópico seco de Costa Rica. 2009; 1-6.
7. DE LA CRUZ L, ROMERO F, TERÁN O et al. Pruebas de comportamiento en ovinos: una metodología para mejorar el rebaño. Instituto de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Centro. 2003; 4-13.
8. ESTRADA A. Pruebas de comportamiento para la producción y selección de sementales. Unidad de Coordinación y Vinculación Estatal en Chihuahua. 2008; 1-4.
9. WARWICK EJ, LEGATES EJ. Cría y mejoramiento del ganado. Tercera Edición. McGraw-Hill. México D.F. 1986; 300-340, 508-550.
10. Selección en el mejoramiento animal. Conceptos de selección, selección de reproductores y determinación del valor reproductor. 2008; 5-8. [Citado 2013 octubre 23]. Disponible en URL: <http://www.mastergr.upv.es/Asignaturas/Apuntes/07.%20Cuantitativa%202/Selección%20individual.pdf>.
11. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación: Guía técnica de programas de producción y mejoramiento genético en ovinos. [Serie en línea] 2010; 19-27, 44-51. Disponible en URL: <http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/guiaovinos/guiaovinos.pdf>.
12. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Nordeste (FCV-UNNE) campus Cabral. Mejor Predicción Linear Insesgada (BLUP). [Serial en línea] Argentina. 2011; 5-14. [Citado 2013 noviembre 10]. Disponible en URL: <http://ipafcv.files.wordpress.com/2011/05/unidad-tematica-ii-unidad-1-predicciones-geneticas-y-sumario-de-padres.pdf>.
13. KIRENIA C, FONSECA NF, VÁZQUEZ JA et al. Caracterización de indicadores bioproductivos del ovino Pelibuey en el municipio de Pílon. Revista electrónica de Veterinaria. Volumen 12 número 6. 2011; 1-7.

14. FLORES J, GÁMEZ JA, MATEO JL et al. Selección genética para la mejora de la raza ovina manchega mediante técnicas de Minería de Datos. Universidad de Castilla-La Mancha. 2005; 223- 234.
15. La revista del Borrego. Buenas perspectivas para los precios de ovinos en todo el mundo ante la falta de oferta, Mercado mundial del cordero y perspectivas para México. [Serie en línea] 2011; 2-6, 11.21. [Citado 2013 octubre 18]. Disponible en URL:  
[http://borrego.com.mx/CIBO2013/docs/Mercado\\_mundial\\_del\\_cordero\\_y\\_perspectivas\\_para\\_Mexico.pdf](http://borrego.com.mx/CIBO2013/docs/Mercado_mundial_del_cordero_y_perspectivas_para_Mexico.pdf).
16. SOTO LC, DELGADO M, CUELLAR A. Situación de la ovinocultura en México. Asesoría integral, Lorenzo Valle, Atotonilco El Alto, Jalisco, México. 2009, 1-7.
17. Plan rector del sistema productivo ovino. Diagnostico del sistema productor ovino y cifras, contexto internacional y nacional. 2005; 6-33. [Citado 2013 octubre 19]. Disponible en URL:  
<http://www.funprover.org/formatos/normatividad/Planes%20Rectores/Ovinos/PREo vino.pdf>.
18. RICE VA, NEWCOMB F. Cría y Mejora del Ganado. Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana, segunda edición, México. 1956; 195-197.
19. Revista Innovando Juntos por el desarrollo Tecnológico del Agro Hidalguense. VII Prueba de comportamiento de Ganado Ovino 2006 [Serial en línea]. Año 4, Núm. 14. 2006; 4-9. [Citado 2013 octubre 29]. Disponible en URL:  
<http://www.hidalgoproduce.org.mx/PDFARCHIVOS/revista14.pdf>.
20. MACÍAS U, ÁLVAREZ FD, RODRÍGUEZ J et al. Crecimiento y características de canal en corderos Pelibuey puros y cruzados con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. Universidad Autónoma de Baja California. 2010; 147-154.
21. Pruebas de comportamiento en ovinos de pelo. Estudio Técnico en Tabasco. 1999. [citado 2013 octubre 8]; 1 [1 pantalla]. Disponible en URL:  
[http://caterina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/mepi/diaz\\_l\\_j/capitulo5.pdf](http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mepi/diaz_l_j/capitulo5.pdf).
22. HAMMOND K, GRASER HU, McDONALD A. Animal Breeding, The Modern Approach. A textbook for consultants, farmers, teachers and for students of animal breeding. Post Graduate Foundation in Veterinary Science. University of Sydney. 1992; 47-68.
23. ROCHA JL. Respuesta a la selección; Factores que afectan la selección. Curso de capacitación de mejora animal (Material audiovisual) 2010.
24. Genética cuantitativa. La selección individual. 2010. [Citado 2014 junio 28]. Disponible en URL:  
<http://www.mastergr.upv.es/Asignaturas/Apuntes/07.%20Cuantitativa%202/Seleccion%20individual.pdf>
25. Revista Científica Agropecuaria Colombiana. Tema 10: Planificación de la evaluación genética de los candidatos a reproductores. 2007. [Citado 2013 noviembre 19]. Disponible en URL:  
[http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/30\\_10\\_01\\_tema\\_10\\_esquemas.pdf](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/30_10_01_tema_10_esquemas.pdf).

26. Producción animal Argentina. Capítulo III. El ganado lanar en Argentina, métodos de mejoramiento genético. [Serie en línea] 2008; 78-85. [Citado 2013 octubre 18]. Disponible en URL: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_ovina/produccion\\_ovina/000-ganado\\_lanar\\_en\\_argentina\\_libro/07-capitulo\\_3.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/000-ganado_lanar_en_argentina_libro/07-capitulo_3.pdf).
27. ROMERO JM. Métodos de selección para caracteres múltiples Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México, México. 2000. [Citado 2014 junio 28]. Disponible en URL: <http://www.chapingo.mx/dicifo/tesislic/2000/Romero%20Padilla%20Juan%20Manuel%202000.pdf>
28. FERNANDO RL, GROSSMAN M. Marker-assisted selection using best linear unbiased prediction. *Genetics Selection and Evolution*. CAB International. 1991; 467–477
29. Métodos de mejora genética en apoyo de una utilización sostenible. Sección D [Serie en línea] 2009. 418-425 [Citado 2014 junio 24]. Disponible en URL: <http://www.fao.org/docrep/012/a1250s/a1250s18.pdf>
30. La cadena: Ovinos.: Caracterización de la cadena/sistema y capacitación de demandas tecnológicas. *Los sistemas de producción en México*. 2006; 4-12. [Citado 2013 octubre 10]. Disponible en URL: <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/Publicacion/Archivos/penit68.pdf>.
31. MARSHALL K. Properties of BLUP EVB's. IAEA regional training course on selective breeding & gene technologies. Korea, 2006. [Citado 2013 diciembre 18]. Disponible en URL: [http://www-personal.une.edu.au/~jvanderw/lect05\\_2.pdf](http://www-personal.une.edu.au/~jvanderw/lect05_2.pdf).
32. CHRISTENSEN K. Estimación de los valores de cría y Cambio genético mediante la selección. Copenhague, Dinamarca. 2009; 48-59.
33. GIANOLA D. Los Métodos Estadísticos en el Mejoramiento Genético. *Mejor Predicción Linear Insesgada o BLUP y Estimación de Componentes de Varianza y Covarianza*. México, 2004; 4-12.
34. FLORES C. Estimación de parámetros genéticos para características de crecimiento y reproducción en ovinos Suffolk (tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México; 2006.
35. Mejoramiento Genético Animal. *Introducción al Mejoramiento Genético Animal; Factores que intervienen en la respuesta a la selección o progreso genético y caracteres a seleccionar*. [Serial en línea]. México; 2009; 263-287. [Citado 2013 diciembre 4]. Disponible en URL: <http://ipafcv.files.wordpress.com/2010/08/unidad-tematica-4.pdf>.
36. MONTAÑO A. Aspectos generales de la producción, distribución y consumo de ganado ovino en México; presentación de la producción ovina en México para el año 2010 (Material audiovisual). 2010.
37. Lecture 9. Predicting Genetic Values: Introduction to BLP and BLUP. *Concepts of BLP and BLUP*. 2011; 2-18. [Citado 2013 octubre 18]. Disponible en URL: [http://www4.ncsu.edu/~fisik/course/lecture9\\_%20blp.pdf](http://www4.ncsu.edu/~fisik/course/lecture9_%20blp.pdf)
38. MUELLER J. Curso de Capacitación en Mejoramiento Genético de ovinos. *Revista Sociedad Rural Tehuelches*. Núm. 9 noviembre-diciembre, Suppl. 2003; 9-16.

39. SULAIMAN Y, FLORES SC, ORTIZ HA, et al. Evaluación de métodos de corrección para efectos ambientales para peso al destete en corderos Suffolk. *Revista Veterinaria México* Vol: 40 Núm 3, 2009; 219-222.
40. LYNCH M, WALSH B. *Genetics and Analysis of Quantitative Traits*. Sinauer Associates Inc. Massachusetts, USA. 1998; 745-774, 789-794.
41. FERNÁNDEZ L, MENÉNDES BA, WALKIRIA C, et al. Empleo del BLUP Modelo para evaluaciones genéticas mediante el uso del pesaje en el día de control. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 42, núm. 1. 2008; 19-26.
42. DE LA LOMA JL. *Genética General y Aplicada*. Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana. 1975; 707-711.
43. GRIFFITHS AJF, GELBART W, MILLER JH. *Genética Moderna*. Editorial McGraw-Hill Interamericana. 2004; 208-213, 299-307.
44. GARDNER EJ. *Principios de Genética*. Editorial Limusa, México. 2003; 179-186.
45. HENDRICK, PW. *Genetics of populations*. Arizona State University Jones and Bartlett Publishers. 2000; 179-186.
46. PIRCHNER F. *Population Genetics in Animal Breeding*. Munich University of Technology. Freising-Weihenstephan Federal Republic of Germany. Plenum Press. 1983; 216-226.
47. LEWIN B. *Genes*. Editorial Reverté, S.A.; Barcelona, España. 1991; 200-216, 389-396.
48. RICE VA, NEWCOMB F. *Cría y Mejora del Ganado*. Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana, segunda edición, México. 1956; 195-197.
49. VELASCO F, OJEDA MM. Representación del BLUP en el Modelo Lineal General Mixto, Caso Balanceado. Facultad de Estadística e Informática, Universidad del Valle. México, 2009.
50. VAN VLECK LD. *Selection Index and Introduction to Mixed Models Methods*. Department of Animal Science, University of Nebraska. CRC Press. 2000; 195-216, 255-269.
51. BACOM L. Guía práctica de ovinocultura enfocada hacia la producción de carne. Una de las especies con mayor perspectiva de desarrollo pecuario en Colombia (material audiovisual). 2006; 2-9, 36-40.
52. SPEEDING RW. *Producción Ovina*. Facultad de Veterinaria de León, Universidad de Oviedo, España. Editorial Academia. 1968; 2-10.
53. ALONSO JI. Manejo de la Reproducción en el Ovino. Departamento de Producción Animal: Rumiantes. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México. 2008; 435-439. [Citado 2012 noviembre 8]. Disponible en URL: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol3/CVv3c13.pdf>.
54. SIMM G, WRAY NR. Sheep sire referencing schemes. New opportunities for pedigree breeders and lamb producers. The Scottish Agricultural College. Edinburgh, Scotland, 2000. [Citado 2013 noviembre 11]. Disponible en URL: [http://www.ansci.wisc.edu/extension-new%20copy/sheep/Publications\\_and\\_Proceedings/Pdf/Reproduction/Sheep%20sire%20referencing%20schemes.pdf](http://www.ansci.wisc.edu/extension-new%20copy/sheep/Publications_and_Proceedings/Pdf/Reproduction/Sheep%20sire%20referencing%20schemes.pdf).

55. PÖRKSEN H. Selecting and Breeding Rams in the past, now and for the future. London, Inland. 2009. [Citado 2013 noviembre 15]. Disponible en URL: <http://www.ontariosheep.org/LinkClick.aspx?fileticket=xs-CW81xVoQ%3D&tabid=95>.
56. VICOVAN PG, VICOVAN A, RADU R et al. Prediction of Breeding Value of Rams for Growth of Live Wiegth by Progeny Test, Evaluated by Three Methods. Rumania, 2009. [Citado 2013 noviembre 21]. Disponible en URL: [http://www.uaiasi.ro/revista\\_zoo/ro/documente/Pdf\\_Vol\\_53/P.G\\_Vicovan.pdf](http://www.uaiasi.ro/revista_zoo/ro/documente/Pdf_Vol_53/P.G_Vicovan.pdf).
57. Genetics Trends Magazine. Genetics in Suffolk Sheeps 1990-2011 BLUP. 2011. [Citado 2013 diciembre 11]. Disponible en URL: [http://www.suffolksheep.org/\\_\\_\\_ckfinder/userfiles/files/suffolk%20genetic%20trends.pdf](http://www.suffolksheep.org/___ckfinder/userfiles/files/suffolk%20genetic%20trends.pdf).

## ANEXOS.

Cuadro 1: Valores estimados para peso a los 150 días de machos.

Madre	Padre	Cordero	BLUP	Confiab.
U 470	W 601	Z 239	1.58	0.18
W 620	W 601	Z 145	1.57	0.19
U 496	W 601	Z 187	1.11	0.21
U 520	W 601	Z 245	1.04	0.19
U 496	W 601	Z 189	0.91	0.21
X 844	W 601	Z 273	0.90	0.18
T 880	U 443	Z 279	0.73	0.18
X 860	W 601	Z 285	0.60	0.16
W 548	U 443	Z 161	0.59	0.18
W 676	U 443	Z 175	0.34	0.17
W 728	U 443	Z 223	0.23	0.09
W 650	U 443	Z 149	0.20	0.18
W 558	W 601	Z 275	0.16	0.16
W 558	W 601	Z 277	0.01	0.09
T 872	W 601	Z 139	-0.03	0.19
W 596	U 443	Z 201	-0.03	0.17
W 642	U 443	Z 283	-0.20	0.17
X 882	U 345	Z 257	-0.51	0.16
X 868	W 601	Z 171	-0.58	0.17
N 188	U 345	Z 225	-0.58	0.16
W 670	U 443	Z 253	-0.63	0.18
W 650	U 443	Z 147	-0.66	0.18
W 664	W 601	Z 151	-0.66	0.16
X 776	U 479	Z 163	-0.74	0.17
X 838	U 345	Z 169	-1.98	0.17

Cuadro 2. Valores estimados para peso a los 150 días de hembras.

Madre	Padre	Cordero	BLUP	Confiab.
S 810	U 479	Z 220	1.66	0.17
W 670	U 443	Z 216	1.21	0.18
T 246	U 443	Z 146	0.90	0.18
T 246	U 443	Z 148	0.85	0.18
T 218	W 601	Z 244	0.85	0.18
X 848	U 443	Z 180	0.82	0.18
U 486	S 827	Z 214	0.70	0.17
X 772	U 479	Z 222	0.67	0.18
U 486	S 827	Z 212	0.47	0.17
W 620	W 601	Z 124	0.15	0.20
U 462	W 601	Z 142	-0.07	0.17
U 376	U 479	Z 218	-0.09	0.19
X 750	S 827	Z 108	-0.16	0.14
T 876	W 601	Z 230	-0.20	0.19
T 872	W 601	Z 118	-0.24	0.20
W 578	U 443	Z 098	-0.33	0.17
U 462	W 601	Z 140	-0.62	0.17
T 876	W 601	Z 228	-0.72	0.19
U 394	S 827	Z 242	-0.75	0.09
X 840	S 827	Z 264	-0.76	0.16
U 394	S 827	Z 240	-0.94	0.16
U 380	U 479	Z 136	-0.97	0.19
T 142	S 827	Z 114	-1.42	0.19
T 142	S 827	Z 100	-1.73	0.19

Cuadro 3. Valores estimados para peso al destete de machos.

Madre	Padre	Cordero	BLUP	Confiab.	BLUPm	Confiab.
U 520	W 601	Z 245	0.33	0.06	0.44	0.09
U 470	W 601	Z 239	0.24	0.06	0.67	0.10
X 860	W 601	Z 285	0.22	0.05	0.40	0.07
W 670	U 443	Z 253	0.20	0.06	0.73	0.09
W 620	W 601	Z 145	0.18	0.06	0.15	0.11
X 844	W 601	Z 273	0.14	0.06	-0.08	0.06
W 664	W 601	Z 151	0.11	0.05	-0.07	0.07
W 676	U 443	Z 175	0.11	0.05	0.14	0.08
X 882	U 345	Z 257	0.09	0.05	0.43	0.12
U 496	W 601	Z 187	0.08	0.07	-0.59	0.14
T 880	U 443	Z 279	0.06	0.06	-0.04	0.09
W 728	U 443	Z 223	0.05	0.06	0.23	0.08
W 558	W 601	Z 277	0.05	0.03	-0.31	0.07
W 650	U 443	Z 149	0.04	0.06	-0.46	0.09
T 872	W 601	Z 139	0.04	0.06	-0.45	0.13
W 558	W 601	Z 275	0.00	0.05	-0.31	0.07
W 642	U 443	Z 283	-0.03	0.06	-0.08	0.07
U 496	W 601	Z 189	-0.05	0.07	-0.59	0.14
X 868	W 601	Z 171	-0.08	0.06	-0.72	0.08
W 596	U 443	Z 201	-0.08	0.06	-0.29	0.07
X 776	U 479	Z 163	-0.10	0.06	-0.09	0.10
X 838	U 345	Z 169	-0.13	0.05	-0.13	0.13
W 548	U 443	Z 161	-0.17	0.06	-0.43	0.07
W 650	U 443	Z 147	-0.23	0.06	-0.46	0.09
N 188	U 345	Z 225	-0.34	0.05	-0.86	0.12



Cuadro 4. Valores estimados para peso al destete de hembras.

Madre	Padre	Cordero	BLUP	Confiab.	BLUPm	Confiab.
T 218	W 601	Z 244	0.27	0.06	0.18	0.12
U 462	W 601	Z 142	0.21	0.06	-0.12	0.09
X 840	S 827	Z 264	0.16	0.05	0.36	0.12
U 462	W 601	Z 140	0.13	0.06	-0.12	0.09
W 620	W 601	Z 124	0.12	0.07	0.15	0.11
W 670	U 443	Z 216	0.12	0.06	0.73	0.09
T 876	W 601	Z 230	0.12	0.06	-0.17	0.09
S 810	U 479	Z 220	0.09	0.06	0.24	0.11
T 246	U 443	Z 146	0.08	0.06	0.01	0.09
T 246	U 443	Z 148	0.06	0.06	0.01	0.09
X 848	U 443	Z 180	0.03	0.06	0.13	0.08
X 772	U 479	Z 222	0.01	0.06	0.22	0.09
T 876	W 601	Z 228	0.00	0.06	-0.17	0.09
T 872	W 601	Z 118	-0.04	0.06	-0.45	0.13
U 486	S 827	Z 214	-0.04	0.05	-0.29	0.15
U 376	U 479	Z 218	-0.04	0.06	0.11	0.11
U 486	S 827	Z 212	-0.10	0.05	-0.29	0.15
U 380	U 479	Z 136	-0.10	0.06	0.18	0.09
T 142	S 827	Z 100	-0.12	0.06	-0.53	0.16
X 750	S 827	Z 108	-0.13	0.05	-0.19	0.12
U 394	S 827	Z 240	-0.18	0.05	-0.70	0.15
W 578	U 443	Z 098	-0.24	0.06	-0.73	0.08
T 142	S 827	Z 114	-0.24	0.06	-0.53	0.16
U 394	S 827	Z 242	-0.28	0.05	-0.70	0.15

Cuadro 5. Valores estimados para peso al nacimiento de machos.

Madre	Padre	Cordero	BLUP	Confiab.	BLUPm	Confiab.
W 676	U 443	Z 175	0.22	0.15	0.01	0.01
T 880	U 443	Z 279	0.12	0.16	0.00	0.01
W 650	U 443	Z 149	0.09	0.16	0.00	0.01
W 670	U 443	Z 253	0.08	0.16	0.01	0.01
U 520	W 601	Z 245	0.06	0.17	0.00	0.01
U 470	W 601	Z 239	0.05	0.17	0.00	0.01
X 844	W 601	Z 273	0.04	0.16	0.00	0.00
W 596	U 443	Z 201	0.02	0.16	0.00	0.01
X 882	U 345	Z 257	0.02	0.14	0.00	0.01
X 860	W 601	Z 285	0.01	0.15	0.00	0.00
X 776	U 479	Z 163	-0.03	0.16	0.00	0.03
W 620	W 601	Z 145	-0.03	0.17	-0.01	0.01
W 664	W 601	Z 151	-0.04	0.15	0.00	0.01
U 496	W 601	Z 187	-0.04	0.19	-0.02	0.01
W 728	U 443	Z 223	-0.04	0.16	0.00	0.01
W 548	U 443	Z 161	-0.05	0.16	0.00	0.01
T 872	W 601	Z 139	-0.07	0.16	-0.01	0.01
W 642	U 443	Z 283	-0.08	0.16	0.00	0.01
X 838	U 345	Z 169	-0.09	0.15	-0.01	0.01
X 868	W 601	Z 171	-0.10	0.15	-0.01	0.01
U 496	W 601	Z 189	-0.12	0.19	-0.02	0.01
W 650	U 443	Z 147	-0.17	0.16	0.00	0.01
N 188	U 345	Z 225	-0.20	0.14	-0.01	0.01
W 558	W 601	Z 275	-0.20	0.14	-0.01	0.01
W 558	W 601	Z 277	-0.22	0.14	-0.01	0.01

Cuadro 6. Valores estimados para peso al nacimiento de hembras.

Madre	Padre	Cordero	BLUP	Confiab.	BLUPm	Confiab.
W 670	U 443	Z 216	0.11	0.16	0.01	0.01
U 380	U 479	Z 136	0.10	0.17	0.01	0.01
T 246	U 443	Z 146	0.08	0.16	-0.01	0.01
U 376	U 479	Z 218	0.08	0.17	0.00	0.01
T 246	U 443	Z 148	0.05	0.16	-0.01	0.01
X 848	U 443	Z 180	0.02	0.16	0.01	0.01
S 810	U 479	Z 220	0.01	0.15	-0.02	0.01
U 462	W 601	Z 142	-0.01	0.15	0.00	0.01
T 218	W 601	Z 244	-0.01	0.16	-0.01	0.01
W 620	W 601	Z 124	-0.02	0.17	-0.01	0.01
X 772	U 479	Z 222	-0.02	0.16	0.01	0.01
U 462	W 601	Z 140	-0.04	0.15	0.00	0.01
W 578	U 443	Z 098	-0.04	0.15	0.00	0.01
T 142	S 827	Z 114	-0.04	0.16	0.01	0.01
T 142	S 827	Z 100	-0.05	0.16	0.01	0.01
T 876	W 601	Z 228	-0.11	0.17	-0.01	0.01
T 876	W 601	Z 230	-0.12	0.17	-0.01	0.01
U 486	S 827	Z 212	-0.12	0.15	-0.01	0.01
X 840	S 827	Z 264	-0.14	0.14	-0.01	0.01
U 486	S 827	Z 214	-0.16	0.15	-0.01	0.01
U 394	S 827	Z 240	-0.17	0.15	-0.01	0.01
U 394	S 827	Z 242	-0.17	0.15	-0.01	0.01
T 872	W 601	Z 118	-0.21	0.17	-0.01	0.01
X 750	S 827	Z 108	-0.21	0.13	-0.01	0.01

Cuadro 7. Rango de los valores estimados para peso a los 150 días de las crías de cada uno de los sementales.

Valores Genéticos para Peso a los 150 días					
Semental		Rango machos		Rango hembras	
S 827	2.00 *	*	*	-1.73	0.7
U 345	2.03	-1.98	-0.51 *	*	
U 443	2.01	-0.66	0.73	-0.33	1.21
U 479	1.97	-0.74 *		-0.97	1.66
W 601	1.99	-0.66	1.58	-0.72	0.85

<sup>1</sup> Sólo se contó con un dato.

\* No se encontraron datos

Cuadro 8. Rango de los valores estimados para peso al destete de las crías de cada uno de los sementales.

Valores Genéticos para Peso al destete					
Semental		Rango machos		Rango hembras	
S 827	0.97	*	*	-0.12	-0.04
U 345	0.98	-0.13	0.9	*	*
U 443	0.98	-0.23	0.6	-0.24	0.12
U 479	0.97	-0.1	*	-0.1	0.9
W 601	0.96	-0.08	0.24	-0.04	0.27

<sup>1</sup> Sólo se contó con un dato.

\* No se encontraron datos

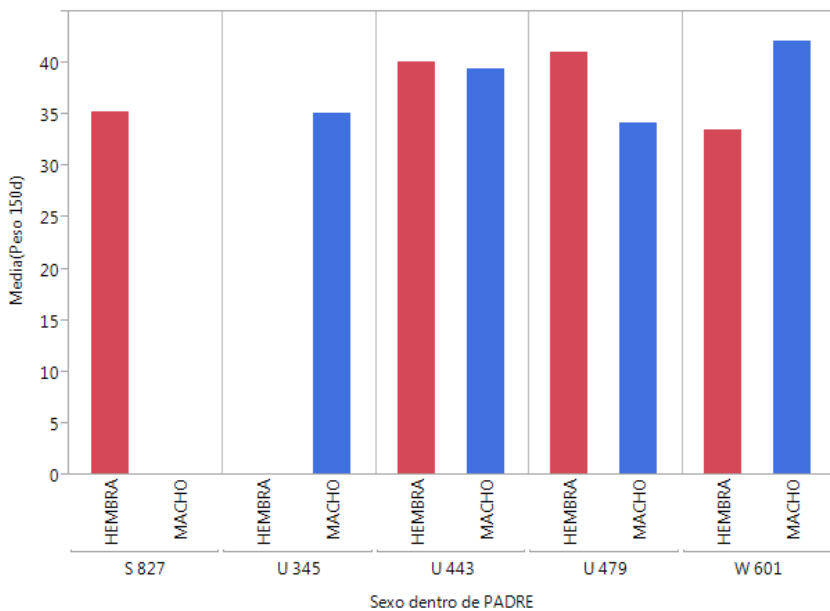
Cuadro 9. Rango de los valores estimados para peso al nacimiento de las crías de cada uno de los sementales.

Valores genéticos para Peso al nacimiento					
Semental		Rango machos		Rango hembras	
S 827	0.25	*	*	-0.21	-0.04
U 345	0.26	-0.2	0.02	*	*
U 443	0.25	-0.17	0.22	-0.04	0.11
U 479	0.25	-0.03	*	-0.03	0.08
W 601	0.25	-0.22	0.05	-0.21	-0.01

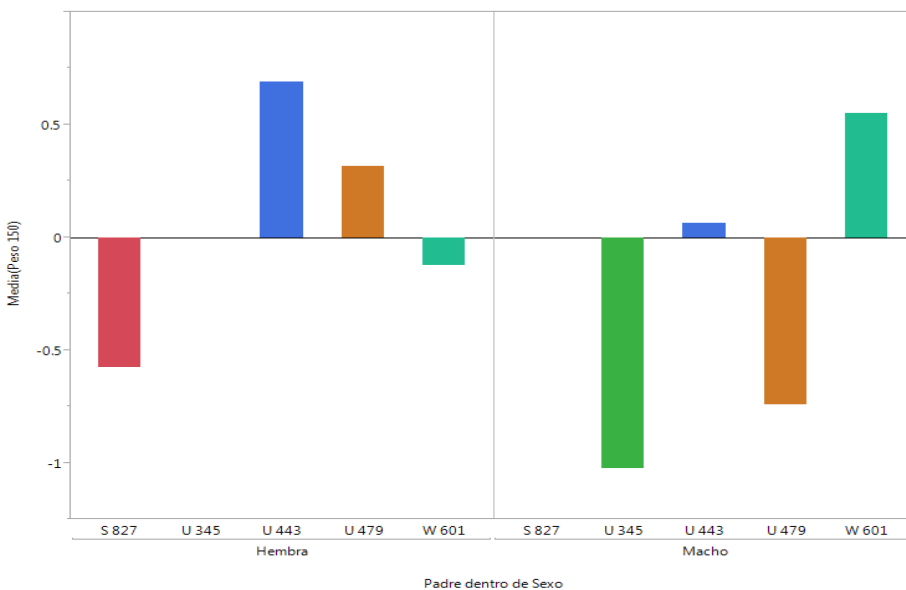
<sup>1</sup> Sólo se contó con un dato.

\* No se encontraron datos

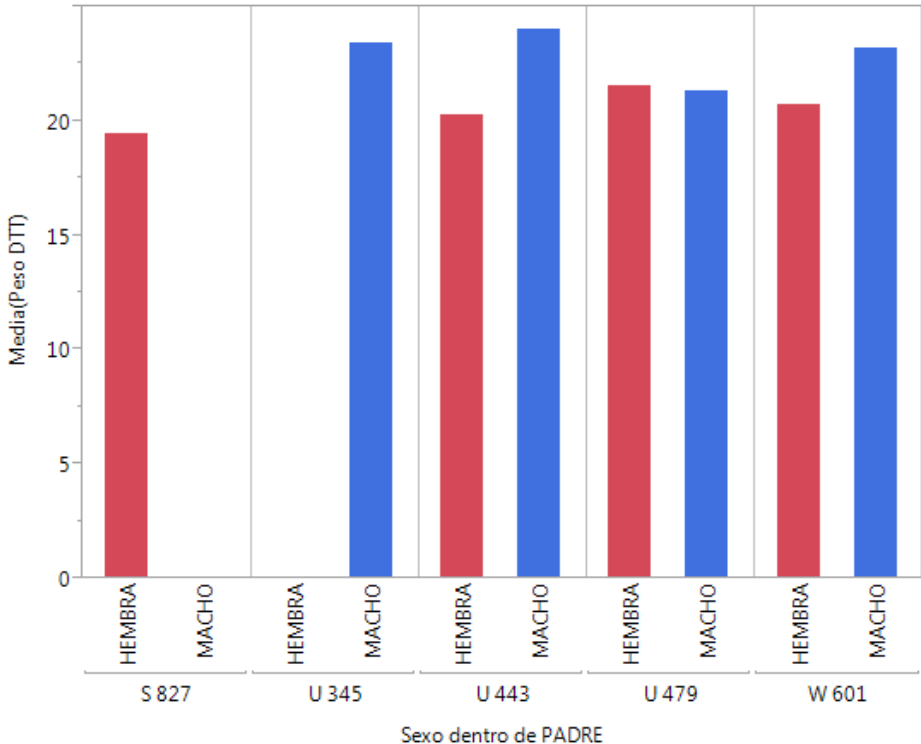
Gráfica 1: Peso promedio de peso a los 150 días para las crías de cada semental.



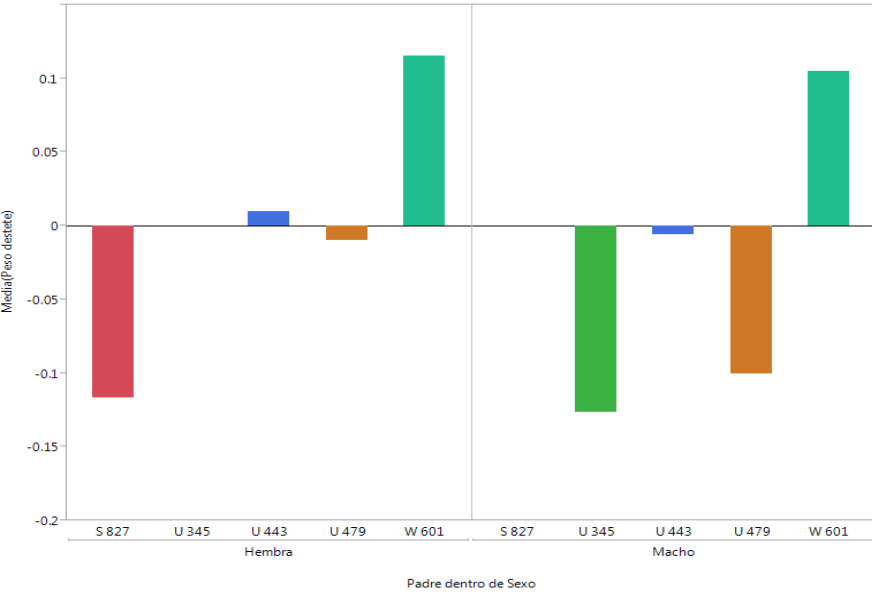
Gráfica 2: Valores estimados para peso a los 150 de las crías de cada semental.



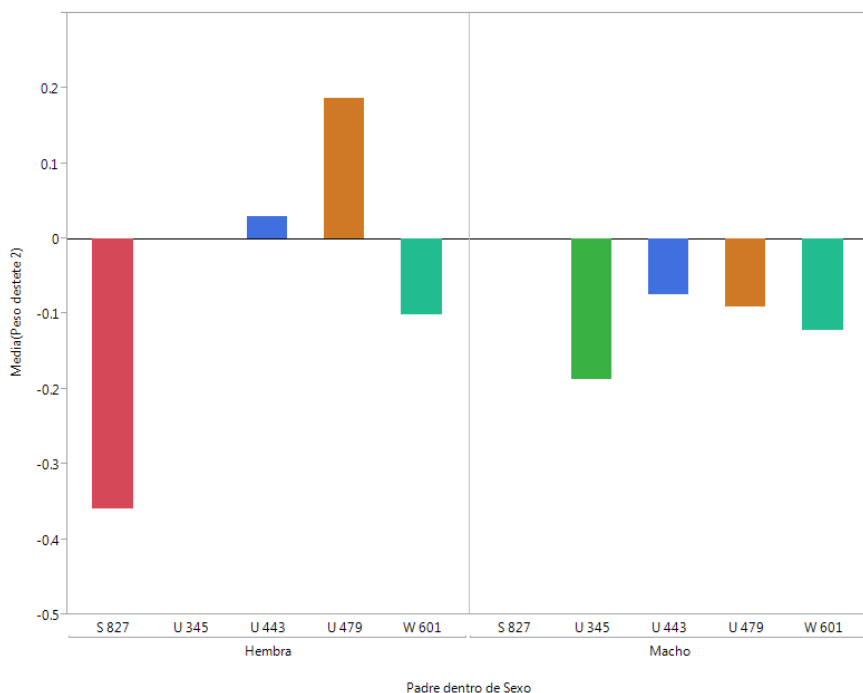
Grafica 3: Peso promedio de peso al destete para las crías de cada semental.



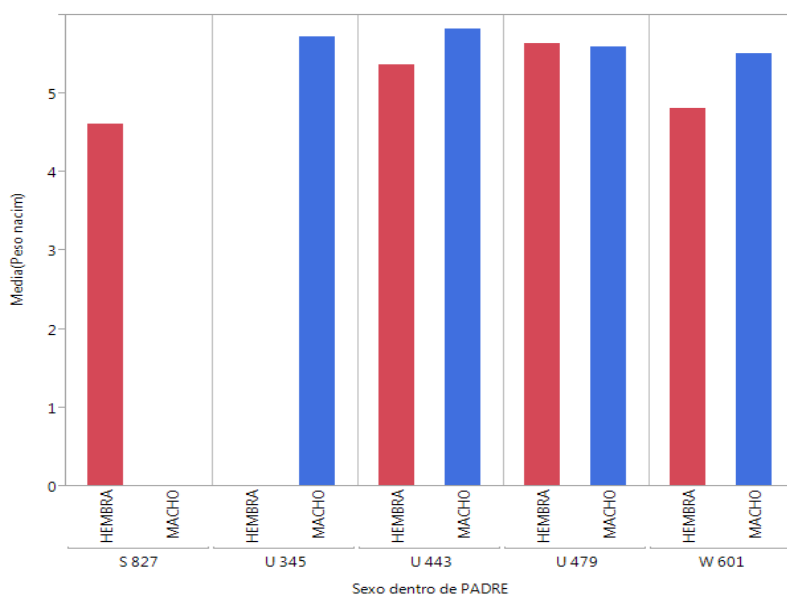
Gráfica 4: Valores estimados para peso al destete de las crías de cada semental.



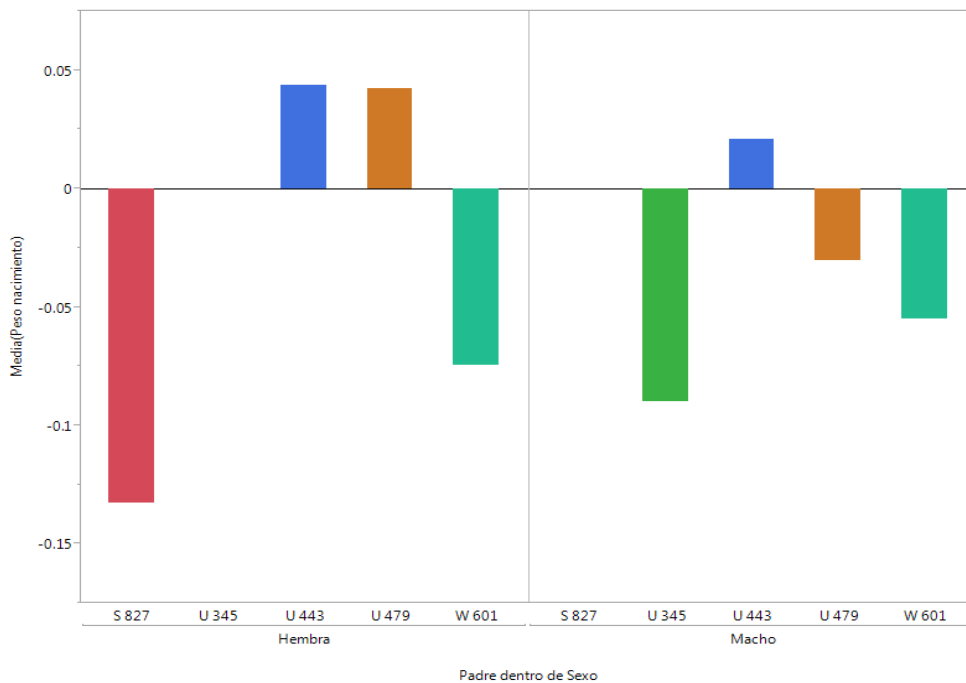
Gráfica 5: Efecto materno para peso al destete para las crías de cada semental.



Gráfica 6: Peso promedio de peso al nacimiento para las crías de cada semental.



Gráfica 7: Valores estimados para peso al nacimiento de las crías de cada semental.



Gráfica 8: Efecto materno para peso al nacimiento de las crías de cada semental.

