

¿QUE NOS DICEN LOS CATALOGOS DE TOROS?

I. Qué es y cómo se interpreta una prueba de progenie en Toros de Razas Lecheras

Los catálogos de toros son publicaciones periódicas que contienen una información completa sobre los resultados de las Pruebas de Progenie de los toros de razas lecheras, inscritos en los programas oficiales de prueba, en los países de mayor desarrollo tecnológico en el campo del mejoramiento genético.

Por: Iván Darío Gutiérrez Uribe

Zootecnista, M. Sc. Vicedecano de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia U. de A. Profesor de Cátedra de Producción de Ganado Lechero.

Miembro del Comité Asesor para el Mejoramiento Genético de hatos lecheros, de Colanta.

INTRODUCCION

Para los técnicos y los ganaderos es de gran utilidad el conocimiento de la naturaleza de las características de importancia económica, además de las condiciones medio ambientales dentro de las cuales se desenvuelven los individuos con fines comerciales.

Los caracteres limitados a un sexo y aquellos que se expresan muy tarde en la vida del animal, requieren de métodos especiales para evaluar sus valores reproductivos. Siendo la producción de leche un carácter limitado al sexo femenino, el valor reproductivo

de los machos se debe obtener a partir de las características de los parientes cercanos y de la progenie.

La rápida aceptación de la inseminación artificial, ha ocasionado que se extienda el uso de los sementales más notables que han superado las Pruebas de progenie.

La selección por pruebas de progenie es uno de los sistemas de selección utilizados hasta el presente; sin embargo, en la práctica, los otros sistemas (Selección Individual por Fenotipo, por Pedigrí y por Parientes Colaterales), hacen parte de los parámetros estadísticos que se consideran en una prueba de progenie.

Se ha demostrado que el mejoramiento genético de un hato depende en más de un 50% de la superioridad o inferioridad genética del toro usado en el hato. Como el toro está limitado por su sexo para demostrar directamente su capacidad de producción

de leche y de algunas características importantes del tipo, es necesario medir su capacidad genética mediante la evaluación de la producción y el tipo en un número adecuado de sus hijas. El número de hijas necesarias para una prueba de progenie, es inversamente proporcional a la heredabilidad de las características que se van a evaluar.

PRINCIPIOS GENETICOS FUNDAMENTALES

Las leyes de la herencia, que son universales en todas las especies de plantas y animales, tienen algunos principios genéticos fundamentales que se deben comprender previamente, para entender la forma como ellos afectan las características de los animales de un hato en particular.

Resumidamente estos principios son:

1. La herencia está determinada por unas unidades denomina-

das genes. Cada gen produce un duplicado idéntico de sí mismo.

2. Los genes se presentan en pares dentro de los cromosomas
3. Dentro de cada par de genes ocurre un muestreo al azar para un gen específico, que es pasado a la siguiente generación.

Así cuando un toro produce un espermatozoide, un duplicado idéntico de uno de los dos genes del par pasa a ese espermatozoide y en consecuencia, pasa también a la progenie resultante. Este mismo proceso ocurre en el óvulo. Este sistema de división al azar, automáticamente genera la variación o diferencia, y es lo que hace posible que un individuo sea mejor o peor que sus progenitores.

Estos principios básicos conducen al conocimiento de los factores que determinan el potencial futuro del ternero:

Cada ternero recibe la mitad de los genes del padre y la mitad de la madre; la expresión de ese conjunto de genes (genotipo) se afecta por las condiciones medio ambientales en las cuales el ternero nace y se desarrolla.

Todas las condiciones o elementos que afectan a un animal, deben estar incluidas en uno o más de estos tres factores; sin embargo, para la mayoría de los caracteres de importancia económica, los factores del medio ambiente, provocan el 60 a 90% de las diferencias observadas entre los individuos.

Estos factores entonces fundamentan los objetivos de las pruebas de progenie: El propósito de la evaluación genética (prueba de progenie) de un reproductor no es tratar de que él aparezca como

muy bueno o muy malo, sino identificar su verdadera capacidad de trasmisión genética.

Así, como cada hija de un toro posee la mitad de sus genes, la clasificación genética imparcial de un reproductor determinado, se realiza sobre un grupo de sus hijas seleccionadas al azar. Por consideraciones técnicas y económicas, la evaluación inicial generalmente se realiza sobre los registros de 30 a 50 hijas; pero a medida que se aumenta el número de hijas en prueba, se incrementa la exactitud de la evaluación.

Como actualmente el propósito principal de las pruebas de progenie de los reproductores no es la evaluación de las madres, ni establecer diferencias entre madres e hijas, se debe determinar estadísticamente la contribución de los genes de la madre. Por lo tanto, las vacas que se van a aparear con cada toro, deben tener la mayor equivalencia genética y ambiental posible entre ellas. Esto puede ser controlado por métodos estadísticos, o por el diseño de los sistemas de prueba o selección. En estas circunstancias, la única diferencia en el potencial genético entre los grupos de Progenie, se debe a la contribución genética del toro y a la influencia del medio ambiente.

Ni el mejor toro del mundo puede afectar los efectos del medio ambiente a través de sus genes.

Este factor solo es controlado por los sistemas de alimentación, manejo, sanidad y condiciones climáticas.

El medio ambiente influye sobre el ternero aún antes de ser concebido, y después durante toda su vida; así, no hay dos animales que reciban la misma influencia del medio, pero las novillas que

se crían juntas, que producen en el mismo hato y al mismo tiempo, tendrán menos diferencias debidas al medio.

La siguiente ecuación gráfica indica entonces la forma como los anteriores factores influyen sobre la expresión de las diferentes características de los individuos (Fenotipo):

$$F = G + A + G/A$$

Donde:

F = Fenotipo

G = Genotipo

A = Medio ambiente

G/A = Relación interactuante del genotipo y el ambiente.

Esta ecuación nos indica que los cambios en las características de los individuos de un hato a través del tiempo, no pueden ser de origen completamente genético, ni completamente ambiental, sino en cualquier grado entre estos dos extremos.

Es decir, el fenotipo es igual a la suma de tres factores: el genotipo, el medio ambiente y la relación interactuante entre estos dos.

LA HERENCIA

El grado en el cual un toro es capaz de influir genéticamente varias características en su descendencia, es medido mediante el Índice de herencia o Heredabilidad (h^2).

La heredabilidad se puede definir como la porción de las diferencias entre los individuos (variación) que es debida a los genes.

Las investigaciones han demostrado a través del tiempo que las características de tipo y de producción tienen heredabilidades de 10% o superiores; esto significa que mediante la selección y el

cruzamiento se puede influir notablemente sobre dichas características. Por ejemplo, la producción de leche tiene un índice de herencia de 20%; al cruzar las vacas de un hato con toros de alta capacidad genética para transmitir esta característica, se logrará un mejoramiento significativo en su descendencia.

El progreso que se puede esperar en los programas de mejoramiento, es mayor para los rasgos de más alta heredabilidad.

La siguiente tabla contiene los estimados de heredabilidad de las características que se incluyen en los programas de clasificación lineal del tipo de la Asociación Holstein (HFA).

Característica	Heredabilidad
Soporte de la ubre (Ligamento central)	0.12
Altura de la ubre posterior	0.22
Amplitud de la ubre posterior	0.15
Profundidad de la ubre	0.26
Adherencia de la ubre anterior	0.15
Colocación de los pezones	0.23
Patás posteriores	0.15
Angulo de la pezuña	0.15
Angulo Pélvico	0.17
Amplitud del anca	0.26
Características lecheras	
(Angularidad)	0.16
Fortaleza corporal	0.22
Estatura	0.32

(Tomado de "Sire Summaries 1987, Volumen 1. HFA).

En la tabla podemos observar claramente que las características descriptivas lineales difieren sustancialmente en sus heredabilidades. Por ejemplo, el soporte de la ubre o ligamento central, tiene una heredabilidad mucho menor que la estatura; en consecuencia, para un determinado nivel de selección o valor de la STA. (Habilidad de Trasmisión Estándar), se puede esperar una respuesta mayor en un cruzamiento que seleccione por estatura, que aquél que seleccione por ligamento central.

Los índices de herencia son muy útiles en el momento de programar los cruzamientos, porque considerados junto con las correlaciones económicas entre los rasgos del tipo y la rentabilidad, permiten determinar el énfasis relativo que se aplique a las características del tipo y producción, y al perfil de las características de una vaca y de un toro en particular.

LAS PRUEBAS DE PROGENIE

La prueba de progenie es el método más preciso para determinar el valor genético de los toros de razas lecheras; sin embargo, cuando el toro es muy joven, es importante una evaluación preliminar basada en el pedigrí, debido a que aún no ha tenido descendencia, o ésta es muy poca. A medida que aumenta la progenie, el pedigrí se hace menos importante.

El método original de la prueba de progenie consistía en evaluar los toros por monta natural con hembras de uno o dos hatos diferentes. Pero la mayoría de los hatos son demasiado pequeños para que las pruebas sean efectivas; incluso en un hato de 100 hembras, la posibilidad de que la prueba sea efectiva, es demasiado baja. La mayoría de los hatos particulares no pueden someter a prueba a suficientes toros como para asegurar un mejoramiento continuo a largo plazo. Por ello, las pruebas de progenie deben ser una empresa de cooperación entre las asociaciones de criadores, las organizaciones de inseminación artificial y una gran cantidad de hatos.

La utilización de un toro en muchos hatos bajo diferentes condiciones de manejo, determina la mejor estimación de la real capacidad hereditaria del toro.

Cuando un programa de pruebas

de progenie se realiza bajo estas circunstancias, se pueden lograr las siguientes ventajas:

1. La prueba de progenie se puede obtener a una edad temprana; lo cual permite determinar con suficiente certeza cuáles hijas del toro serán productivas.
2. Los riesgos que se pueden derivar de la prueba de toros se distribuyen entre muchos hatos; para la ganadería lechera en general, esto representa que el número de hijas de toros genéticamente inferiores es reducido.
3. Como las hijas de un mismo toro quedan distribuidas en diferentes hatos, existen menores probabilidades de que las tendencias del hato, las condiciones ambientales especiales o las interacciones del genotipo con el ambiente, influyan negativamente sobre la prueba.

Las principales desventajas de las pruebas de progenie, son:

1. El costo que implica mantener toros jóvenes en espera de los resultados de las pruebas, es muy elevado.
2. Para tener éxito es necesario un programa de prueba completo, que sólo se logra mediante la educación y cooperación de los ganaderos.

Tanto el tiempo como el dinero que se deben invertir en un programa de prueba de progenie son grandes; sin embargo, el uso mediante inseminación artificial de los toros sobresalientes probados correctamente, constituye la mejor oportunidad de mejoramiento futuro en los hatos lecheros.

COMO SE REALIZA UN PROGRAMA DE PRUEBAS DE PROGENIE

Las pruebas de progenie se basan en el apareamiento por inseminación artificial, de las mejores vacas con los mejores toros, para obtener toros jóvenes para futuras pruebas.

El proceso incluye los siguientes pasos:

1. Escoger los mejores toros y las mejores vacas de la población disponible.
2. Mediante la elaboración de pedigrís teóricos, se fabrican en el papel los futuros reproductores.
3. Contratación de los vientres y programación de los apareamientos de acuerdo con los resultados de los Índices de Pedigrí (PI).
4. Si nace una hembra, ésta queda de propiedad del dueño de la vaca. Si es un macho, permanece en el hato hasta cumplir los 8 meses de edad; luego, se traslada al respectivo Centro de Inseminación Artificial, donde se somete a planes especiales de manejo y alimentación.
5. A los 12 ó 13 meses de edad, se inicia la colección de semen. Entre 700 y 800 dosis se distribuyen al azar en 150 a 175 hatos. Estos hatos deben reunir determinados requisitos mínimos de alimentación, manejo, etc.
6. De este momento en adelante, el toro ingresa a un período de receso, hasta que las primeras hijas finalicen su primera lactancia. En este momento el toro sometido a prueba tiene aproximadamente 5 años de edad.
7. Después de este período, sólo

mente uno de cada 7 a 10 toros que se prueban, permanecen en los centros de inseminación artificial; el resto son eliminados para matadero.

Como fácilmente se puede concluir, este proceso hace que las pruebas de progenie sean programas supremamente costosos. Además, un gran número de toros se deben probar cada año, para que al final de la prueba, quede un número adecuado de toros aceptables.

Todo lo anterior supone que en cada paso de la prueba se debe tomar la decisión correcta; no se permiten errores, estos acarrearán altísimos costos económicos y genéticos.

METODOS DE EXPRESION DE LA PRUEBA DE PROGENIE

Muchas propuestas han sido hechas en cuanto a la forma de expresar los resultados de las pruebas de progenie.

Para la producción de leche, el rendimiento por lactancia ajustado a una base de 305 días, dos ordeños diarios (2) y equivalente maduro (E.M.), es la unidad fundamental de medición.

Aunque el número de hijas de un toro sea alto, se deben incluir todas sin selección. Además, se deben ajustar física o estadísticamente los niveles de alimentación y manejo, para que el promedio de producción pueda ser una medida segura de evaluación.

En el año de 1935, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), inició el uso de los resúmenes de las pruebas de progenie, utilizando el método de Comparación entre Hijas y Madres (DDC), ya que el pro-

medio individual de cada hija no reflejaba el mérito genético de su padre.

Sin embargo, es obvio que esta diferencia convencional entre madres e hijas, puede recibir la influencia de los cambios medio ambientales en el hato. Si estas condiciones fueran iguales para madres e hijas, la diferencia reflejaría la influencia del toro; pero no se puede afirmar que las condiciones fueran iguales. La mayoría de las madres tuvieron sus lactancias dos o tres años antes que sus hijas. En la mayor parte de los hatos, sólo una tercera parte de las madres tienen lactancias contemporáneas a las de sus hijas. De esta manera, es imposible que en la práctica, las oportunidades de las madres sean iguales a las de las hijas.

Como resultado del conocimiento de las influencias potenciales del medio ambiente sobre la Comparación hijas-madres (DDC) en el año de 1962, el USDA desarrolló el método de comparación con las Compañeras de Hato (HMC).

Según este sistema, las hijas de un toro se comparan con otras hembras de la misma raza, que parieron en el mismo hato, en la misma estación y en el mismo año.

Bajo este sistema se produjo un marcado e inmediato incremento en el mejoramiento genético de la producción de leche, gracias a una mejor precisión de la prueba y a la mayor envergadura de los programas de evaluación de reproductores.

El sistema de Comparación con las Compañeras de Hato (HMC) fué modificado dos veces:

1. En el año de 1965, para restar el promedio de la raza del promedio predicho. De este

hecho se origina lo que hoy se conoce como "Diferencia Predicha" (PD).

- 2 En 1967, cuando se adiciona la Repetibilidad (R) a la fórmula de la Diferencia Predicha (PD).

El acelerado avance del progreso genético iniciado en 1962, causó que algunos supuestos fundamentales en los cuales se basaba la HMC, llegarán a ser insustentables; entre otros, los siguientes:

1. Todas las hijas de un toro, las compañeras de hato y los padres de estas que se incluían en la prueba, deben ser muestras al azar de una población genética determinada en cada raza.
2. No debe haber ninguna tendencia genética en la respectiva población.

Las estadísticas han demostrado que es indudable el progreso genético en las diferentes razas del ganado lechero. Esto anula el segundo supuesto. Dicho progreso se ha desarrollado en grado variable en los diferentes hatos y regiones. Esto anula el primer supuesto.

3. No debe haber diferencia en la rata de descarte entre las hijas del toro en prueba y sus compañeras de hato.
4. Las hijas del toro en prueba no deben recibir un trato preferencial al de sus compañeras de hato.

El supuesto 3 se invalida en gran parte, debido a la mayor información genética disponible en los hatos de prueba, ya que los criterios de selección para las hijas de los toros pueden ser diferentes que para sus compañeras.

La falta de ajustes o factores de ponderación aplicados a las hijas

de un toro en determinado hato, donde se les daba un mejor manejo que a sus compañeras, anula el supuesto 4.

LA COMPARACION CON LAS CONTEMPORANEAS MODIFICADAS (MCC)

Por las anteriores razones, a finales de 1974, el USDA implementó el actual sistema de Comparación con las Contemporáneas Modificadas (MCC).

El incremento en la precisión de la evaluación de los toros por el método MCC, requirió del uso de cálculos más complejos y sofisticados procesos matemáticos; sin embargo, los componentes del mismo y su propósito, deben ser del completo dominio de las personas responsables del uso e interpretación de las pruebas de progenie.

La MCC evita la necesidad de cualquiera de los supuestos de la HMC, debido a las técnicas estadísticas mejoradas y a los mejores procedimientos para ajustar los datos disponibles en cada evaluación del toro.

En el sistema MCC se consideran las lactancias que se iniciaron durante un intervalo de cinco meses; es decir, incluye los registros de aquellas compañeras que parieron dos meses antes, en el mismo mes o durante los dos meses siguientes al parto de las hijas del toro en prueba. Así, estos animales reciben igual alimentación, clima y manejo; por lo tanto, las hijas de los toros y sus contemporáneas tienen las mismas oportunidades.

El término "Contemporáneas Modificadas" indica entonces, que el promedio con el cual se comparan los registros de las hijas, se calcula mediante los registros de

animales contemporáneos a ellas. Para esto, la MCC utiliza dos grupos contemporáneos:

- 1 MC = Primeras lactancias.
- LMC = Segundas y posteriores lactancias.

Las hijas de primera lactancia se comparan con el grupo 1MC y las de segundas y posteriores lactancias, con el grupo LMC.

La comparación de las hijas del toro con sus compañeras de edad similar, reduce el efecto de las posibles insuficiencias de los factores de ajuste por la edad (E.M.); además, la selección por producción de leche ocurre casi siempre cuando se completa la primera lactancia, y antes de iniciarse la segunda. Entonces, el uso de los grupos contemporáneos permite hacer comparaciones entre individuos que han experimentado grados similares de selección.

Una de las principales innovaciones de la MCC, es la adopción de una base genética a partir de la cual se expresan todas las características, para minimizar el impacto de las tendencias genéticas en la comparación de toros a través del tiempo. Esta base genética se puede modificar de acuerdo con el cambio genético promedio dentro de cada raza.

EL SIGNIFICADO DE LA DIFERENCIA PREDICHA (PD)

El principal objetivo de las pruebas de progenie a través de la MCC, es estimar la superioridad o inferioridad genética de los reproductores.

La Diferencia Predicha (PD) es el término que se aplica a los valores genéticos que clasifican a los toros con base en sus características de producción.

En otras palabras, la PD es un estimativo de la capacidad de transmisión de un toro, y representa una predicción del comportamiento adicional que se espera de sus futuras hijas, comparado con el promedio de la raza, o lo que es igual, comparado con las hijas de toros con PD iguales a cero, para una característica determinada.

La ecuación que calcula la PD bajo el sistema MCC, se puede expresar diagramáticamente así:

$$PD_{82} = R(D - MCA + SMC) + (1 - R)GA$$

donde,

- ① PD 82 es la Diferencia Predicha referida a la base genética usada en la comparación.
- ② R es la Repetibilidad, en porcentaje.
- ③ D - MCA es la diferencia entre el promedio de las hijas y el promedio de las contemporáneas modificadas.
- ④ SMC es la PD promedio de los padres de las contemporáneas.
- ⑤ (1 - R)GA es la contribución del pedigrí al estimativo del mérito genético del toro.

Básicamente, la fórmula se compone de dos partes: (A) El comportamiento de las hijas, y (B) el aporte del pedigrí. Ambas están influenciadas por la Repetibilidad, pero en forma opuesta.

La Repetibilidad (R) es una cifra en porcentaje que acompaña la PD de cada toro, y se utiliza como una medida de la exactitud o confiabilidad del estimativo del mérito del toro.

La Repetibilidad se calcula teniendo en cuenta: el número total de hijas con registros, el número de hatos donde están localizadas, la distribución de esas hijas a través de los hatos, el número de lactancias de las hijas, y el número de días en lactancia para los registros en progreso.

Una baja Repetibilidad indica la posibilidad de que la PD para una característica determinada, pueda cambiar según vayan ingresando a la prueba más hijas, en mayor número de hatos.

La Repetibilidad varía entre 0 y 99^o/0.

Como se había mencionado antes, el lado (A) de la ecuación - R(D-MCA + SMC) - se basa en el comportamiento de las hijas del toro.

La sección "D-MCA" es una diferencia ajustada a algunos factores de ponderación, como son por la cantidad de información disponible y por efectos del descarte diferencial; esta diferencia se realiza de acuerdo con los grupos 1MC y LMC.

La parte "SMC" es un ajuste por el nivel genético de competencia de las hijas del toro con la PD de los padres de las contemporáneas.

A medida que aumenta la Repetibilidad, mayor es el aporte del comportamiento de las hijas a la estimación del valor genético del reproductor.

El lado (B) de la ecuación - (1-R)GA - se basa en la información de los ancestros del toro en prueba.

El valor relativo de la información del pedigrí depende de los datos disponibles sobre las hijas; si estos son pocos o no existen, el pedigrí es de gran importancia

para estimar la habilidad de transmisión del toro. El pedigrí pierde importancia al aumentar el número de hijas del toro.

- (1 - 0)GA El pedigrí es importante.
- (1 - 1)GA El pedigrí no es importante.

Para calcular la parte (B) de la PD, se procede así en términos generales:

1. Se calcula el Índice de Pedigrí (PI).

$$PI = 1/2 (PD \text{ del padre}) + 1/4 (PD \text{ del abuelo materno})$$

El PI es el mejor estimativo de la futura PD de un toro joven sin prueba.

2. Los toros se dividen en clases o categorías de acuerdo a la presencia o ausencia de información sobre el padre o el abuelo materno.
3. Cada categoría se divide en grupos genéticos. Cada grupo generalmente abarca un rango aproximado de 50 libras de leche.
4. Se calcula el promedio para cada grupo genético. Este promedio es el valor "GA" de la parte 5 de la ecuación de la PD.

SELECCION DE LOS TOROS CON BASE EN LA PD

Si la Diferencia Predicha es el mejor y más importante factor en la selección, un criador de ganado lechero obtendrá mayores beneficios si escoge aquellos toros con los más altos valores de PD.

Una vez que el toro ha sido seleccionado con base en su PD, la Repetibilidad determina hasta que punto debe ser utilizado. Emplee el toro extensamente si su R es alta, y muy poco si es baja.

MEJORAMIENTO GENETICO

Se debe tener presente que las PD están sujetas a las variaciones del muestreo al azar; así, todos los toros producen una distribución de hijas desde muy buenas hasta bastante malas, por lo que la PD es un estimativo del mérito total del promedio de todas las hijas, y determina el grado de mejoramiento en la producción que resultará del uso del toro.

No se debe confundir la R con el Rango de Confianza (CR); este refleja la cantidad de cambio que se debe esperar en la habilidad de transmisión.

El siguiente ejemplo que incluye la PD para la producción de leche, muestra cómo se debe usar la R en la selección de toros.

Suponiendo que la Diferencia Predicha para la Producción de Leche (PDM) del toro A es de + 1.800 lbs., y su R es de 40%; la PDM del toro B es de + 1.100 lbs. y 90% de R. Cuál de los dos toros representa una mejor opción en cuanto al adelanto genético?

En el análisis de la tabla que aparece a continuación, se encuentra la base de la respuesta.

Medidas de la exactitud de la PD.

Para una R de 40%, el 68% de la fluctuación de la confiabilidad, es de ± 500 lbs.; por lo tanto, la PDM del Toro A será de $+ 1.800 \pm 500$, es decir, puede llegar a $+ 2.300$, o es posible que baje hasta $+ 1.300$ lbs.

Con una R del 90%, la PDM del Toro B sería de $+ 1.100 \pm 200$.

De cualquier manera el Toro A puede resultar mejor que el Toro B, pues lo mejor que un criador podría esperar de éste, es una PDM de $+ 1.300$ lbs.

DIFERENCIA PREDICHA PARA TIPO (PDT)

Las correlaciones entre las diferentes características del tipo y la producción de leche son muy bajas, e incluso algunas de ellas son negativas; por lo tanto, si en la selección se le presta demasiada atención al tipo final, se puede causar un efecto contrario en la producción.

Para hacer más objetiva la apreciación del tipo en las pruebas de progenie, se desarrolló un valor para la Diferencia Predicha Para Tipo (PDT), mediante el uso del puntaje final. Los valores de la PDT se calculan por un procedimiento denominado BLUP (Mejor Predicción Lineal No. Viciada).

Este procedimiento compara los toros directamente a través de sus hijas que están en el mismo hatos donde se clasifican, e indirectamente a través de hijas de toros comunes, cuando sus hijas están en hatos diferentes.

Las comparaciones directas por el método BLUP, remueven los efectos debidos a las diferencias de edad y a las variaciones medio ambientales entre los hatos, y ajusta por el nivel genético de competencia dentro de un hato. El procedimiento también ajusta por las diferencias en el número de hijas, por la distribución de las hijas a través de los hatos y por las diferencias en el número de padres de las compañeras de hatos.

El procedimiento BLUP utiliza la información del pedigrí en el cálculo de los valores de la PDT.

Cuando un toro tiene una Repetibilidad de 30% aproximadamente, su pedigrí y la información de sus hijas, tienen una ponderación casi igual; pero al aumentarse el número de hijas en la prueba, se reduce la importancia del pedigrí. Para la raza Holstein, los valores de la PDT oscilan en un rango de cerca de 6 puntos.

No. de hijas (1 x hatos)	Repetibil. (%)	CR (68%) (lbs leche)	CR (95%) (lbs leche)
4	20	± 575	± 1.150
8	30	± 540	± 1.080
12	40	± 500	± 1.000
25	60	± 400	± 800
65	80	± 300	± 600
150	90	± 200	± 400
700	98	± 100	± 200

BIBLIOGRAFIA

- DICKINSON, F. N. et al. An introduction to the USDA-DHIA Modified Contemporary Comparison. En: The USDA-DHIA Modified Contemporary Comparison Sire Summary and Cow Index procedures. 70 p. Inédito.
- GUTIERREZ U., I. D. Evaluación Lineal del tipo en el ganado lechero. Despertar Lechero. Colanta. Medellín, 1(1): 36-55 1986.
- Interpretación de la prueba de progenie. Medellín, Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 1982, 38 p.

(Tomado de Klech, F. 1985. Sistema de pruebas de progenie en toros).

4. KLOCH, F. Sistema de pruebas de proge-
nie de toros. En: Segundo simposio in-
ternacional de inseminación artificial y
transplante de embriones. Medellín, Aso-
ciación Nacional de Tecnólogos Agropes-
cuarios, 1985, 14 p.

5. REGISTERED HOLSTEIN TOTAL
PERFORMANCE: Sire Summaries. Brat-
tleboro, Vt, Holstein Friesian Associa-
tion of America, 1987. V.1 .
6. WARWICK, E. J. y LEGATES, J. E. Cria
y mejora del ganado. 3 ed. México, Mc-
Graw-Hill, 1980, pp 304-317 .

En el próximo número se presentará
la continuación de este artículo con
los siguientes temas: Interpretación
de los Catálogos de toros y cómo
aplicar la información de los toros
a la programación de las vacas.