

# COMPARACIÓN DE EVALUACIONES GENÉTICAS NACIONALES PARA SEMENTALES BOVINOS SUIZO AMERICANO USADOS EN MÉXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

Palacios J., A. L.

## RESUMEN

Uno de los objetivos fue comparar las habilidades de transmisión predichas (HTP) de sementales Suizo Americano para la evaluación genética nacional en México (producción de leche por lactancia, PL) y las HTP de esos mismos animales con información proveniente de la evaluación genética nacional en los Estados Unidos de América (EE. UU.). Las HTP para PL de 743 sementales (nacidos entre 1931 y 2006) fueron utilizadas para estimar correlaciones ( $r_{HTP}$ ), ajustadas por los promedios de las confiabilidades de las HTP en ambos países. Adicionalmente, se estimaron los promedios de las HTP para los sementales evaluados en México (PL) y los EE. UU. (PL, componentes de la leche, características de tipo, vida productiva, conteo de células somáticas e índices). La  $r_{HTP}$  de los sementales con evaluaciones genéticas para PL en los dos países fue 0.45, lo que sugiere cambios en la jerarquización de los sementales para ambas evaluaciones, y por tanto interacción genotipo por ambiente (semental por país). El 83.8% de los sementales tuvieron HTP negativas para PL en su país de origen (EE. UU.), además los promedios de la mayoría de las HTP para las demás características evaluadas también fueron negativos. Lo anterior sugiere que los criadores mexicanos no están adquiriendo sementales con base en las HTP de las características evaluadas. El 41.5% de los sementales tuvieron HTP positivas para PL en México y negativas en los EE. UU.; el 42.4 y 11.3% tuvieron predicciones negativas o positivas en ambos países, respectivamente; y el 4.8% tuvieron HTP negativas en México y positivas en los EE. UU. Estos resultados indican que algunos reproductores provenientes del país exportador no deberían usarse en México, si el objetivo de selección es mejorar la PL.

**Palabras clave:** interacción genotipo por ambiente, habilidad de transmisión predicha, evaluación genética, bovinos Suizo Americano.

# COMPARISON OF NATIONAL GENETIC EVALUATIONS FOR SIRES OF BROWN SWISS CATTLE USED IN MEXICO AND THE UNITED STATES OF AMERICA

Palacios J., A. L.

## SUMMARY

The objective was to compare the predicted transmitted abilities (PTA) of Brown Swiss sires for the national genetic evaluation in Mexico (milk yield, MY) and the PTA of those sires with information came of the national genetic evaluation in the United States of America (USA). The PTA for MY of 743 sires (born between 1931 and 2006) were used to estimate correlations ( $r_{PTA}$ ), adjusted for averages of reliabilities of the PTA in both countries. Additionally, averages of the PTA for sires evaluated in Mexico (MY) and USA (MY, milk components, type traits, productive life, somatic cell count and indexes) were estimated. The  $r_{PTA}$  of the sires with genetic evaluations for MY in both countries was 0.45. This suggests changes in ranking of sires for both evaluations, then genotype by environment interaction (sire by country). The 83.8% of the sires had negative PTA for MY in their country origin (USA), and also most averages of the PTA for the other evaluated traits were negative. This suggests that Mexican breeders are not acquiring sires based on the PTA of the evaluated traits. The 41.5% of the sires had positive PTA for MY in Mexico and negative in USA; the 42.4 and 11.3% had negative or positive predictions in both countries, respectively; and the 4.8% had negative PTA in Mexico and positive in USA. These results indicate that some breeding animals from the exporting country should not be used in Mexico, if selection objective is to improve MY.

**Key words:** genotype by environment interaction, predicted transmitted ability, genetic evaluation, Brown Swiss cattle.

## INTRODUCCIÓN

Según Gasque (2008), la raza Pardo Suizo Americano es una de las razas con mayor difusión en el mundo, siendo la segunda más famosa por su producción de leche. En México existe principalmente en el trópico, en la región Golfo y en el sureste; aunque se le utiliza como ganado de doble propósito, por su origen tiene alto potencial lechero.

La interacción genotipo por ambiente (IGA) se define como la diferencia del comportamiento de dos o más genotipos medidos en dos o más ambientes; la ocurrencia de dicha interacción en animales requiere en muchas ocasiones la realización de estudios para precisar la selección de individuos con mayor adaptación al ambiente en el que producirán (Muller *et al.*, 2005). En el mundo se han llevado a cabo varios estudios con bovinos lecheros para determinar la IGA entre los valores genéticos y diferentes ambientes. Los resultados han variado dependiendo de los genotipos y ambientes específicos estudiados (Cerón *et al.*, 2001; Boettcher *et al.*, 2003; Valencia *et al.* 2008). Así, el conocer la magnitud de algunas IGE particulares es importante para identificar los mejores genotipos para ambientes específicos.

Una práctica común en países Latinoamericanos es la adquisición de germoplasma de otros países. Los mayores riesgos de esta estrategia son la IGA y considerar las diferencias en características económicas y de producción de los países. En la práctica, las evaluaciones genéticas nacionales o internacionales generalmente suponen que no existe IGA. Sin embargo, en ocasiones esto no es lo apropiado, por ejemplo, Stanton *et al.* (1991) y Cienfuegos-Rivas *et al.* (1999) estimaron respuestas en la producción de leche de hijas de toros Holstein evaluados en los EE. UU., que oscilaron entre 0.16 y 0.66 de las respuestas esperadas en México, Colombia y Puerto Rico. Otro ejemplo fue publicado por Valencia *et al.* (1999), quienes obtuvieron un estimador de correlación genética de 0.18 para valores genéticos de bovinos Holstein evaluados en México y los EE.UU.

Las evaluaciones genéticas nacionales de bovinos Suizo Americano se han estado realizando en México desde el año 2004. Algunos de los animales reproductores, semen y embriones considerados en las evaluaciones genéticas mexicanas provinieron de los Estados Unidos de América, en donde también tienen valores genéticos producidos en ese país. Algunos estudios han mostrado que no todo el material genético importado mantiene la superioridad genética observada en el país de procedencia (Cienfuegos-Rivas *et al.*, 1999; Montaldo *et al.*, 2009). Los criadores de ganado de registro mexicanos tienen interés en saber si el orden jerárquico de las habilidades de transmisión predicha (HTP) de los animales evaluados en otros países, cambia cuando esos animales se evalúan en México. Lo anterior implica que se requiere determinar si la superioridad de animales con base en las HTP publicadas en otros países es transferible a las condiciones de producción mexicanas.

Los objetivos de este estudio fueron determinar: 1) la existencia y magnitud de la interacción genotipo (habilidades de transmisión predicha) por ambiente (países) en las evaluaciones genéticas para la producción de leche en México y los Estados Unidos de América, y 2) el impacto de la elección de sementales Suizo Americano evaluados en Estados Unidos de América y su uso en las condiciones de México.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **1. Origen de la información**

En el presente estudio se utilizaron las habilidades de transmisión predicha (HTP) obtenidas de las evaluaciones genéticas nacionales de bovinos Suizo Americano realizadas en México y los Estados Unidos de América, para la producción de leche ajustada a 210 y 305 días, respectivamente. Para la evaluación genética en México se usaron los resultados de la evaluación genética nacional de 2009 (Núñez *et al.*, 2009). Las HTP de obtenidas en los Estados Unidos de América provinieron de los resultados de la evaluación genética publicada en diciembre de

2010 por el Laboratorio de Programas de Mejoramiento Animal de la USDA (USDA-ARS, 2010), convirtiendo las HTP de libras a kilogramos.

La base de datos inicial de evaluaciones genéticas de Ganado Suizo Americano en México fue de 122,216 animales, 48,162 fueron sementales, 1,605 fueron de origen americano, de ellos 743 sementales tuvieron resultados de evaluaciones genéticas en México y los EE. UU.

## **2. Características de las evaluaciones genéticas en México y los EE. UU.**

Las evaluaciones genéticas de México fueron realizadas mediante modelos univariados que consideraron ajustes por grupo contemporáneo (animales nacidos en el mismo hato, año, estación, régimen alimenticio, y número de ordeños), y por edad de la vaca y grado de pureza. Se consideraron 5,730 registros de producción de leche, provenientes de 62 ranchos. Un total de 3,306 sementales fueron considerados en el estudio, de los cuales 445 tuvieron hijas con información de producción de leche. Las lactancias fueron ajustadas a 210 d. Las HTP presentadas se desviaron del promedio de las HTP de los animales nacidos en 1994, siendo éste el año base.

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa de máxima verosimilitud restringida, sin el uso de derivadas y multivariado MTDFREML (Núñez *et al.*, 2009). La heredabilidad utilizada en estos análisis, para producción de leche ajustada a 210 días fue 0.32.

Las evaluaciones genéticas de los EE. UU. fueron realizadas mediante modelos univariados multiraciales que consideraron los efectos aleatorios genéticos aditivos directos, de ambiente permanente de las vacas y la interacción semental por hato, y como fijos a la subclase hato-año-estación, la edad de la vaca, y las covariables de consanguinidad y heterosis general. Se ocuparon lactancias ajustadas a 305 d. La heredabilidad considerada fue de 0.30. Los registros de las lactancias fueron colectados por las asociaciones suscritas a programas de DHI,

usando los métodos aprobados por ICAR, e incluyendo lactancias con primer parto a partir de 1960 y el pedigrí con animales nacidos a partir de 1950.

### **3. Análisis estadísticos**

Para caracterizar y comparar las HTP de los sementales evaluados en México y los EE. UU., se consideraron los promedios de las HTP y sus confiabilidades para producción de leche en México, y para producción y componentes de la leche, características de tipo y otras en los EE. UU. Adicionalmente, se estimaron los promedios de las HTP en ambos países, a través de los años de nacimiento de los sementales.

Para evaluar la IGA, se estimó la correlación producto-momento entre las estimaciones de HTP de producción de leche en ambos países (SAS, 2002). Las correlaciones estimadas fueron transformadas a correlaciones genéticas entre países ( $r_g$ ), de acuerdo con la siguiente ecuación (Calo *et al.*, 1973):

$$r_g = r_{\text{HTP México-EE. UU.}} / (\text{confiabilidad promedio en México})(\text{confiabilidad promedio en EE. UU.}).$$

El denominador de la esta ecuación es la correlación esperada entre evaluaciones si la correlación genética ajustada es igual a la unidad (Montaldo *et al.*, 2009). Las correlaciones genéticas ajustadas entre países fueron usadas como medida de la magnitud de la IGA. Los genotipos estudiados fueron definidos como las HTP de los animales, mientras que los ambientes fueron definidos como los países (México y Estados Unidos de América).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **1. Caracterización y comparación de HTP de sementales evaluados en México y los EE. UU.**

En el Cuadro 1 se muestran los promedios de las HTP y sus confiabilidades en sementales provenientes de los Estados Unidos de América usados en México. El

promedio de las HTP obtenidas en México para producción de leche fue 5.25 kg, lo que es inferior al promedio de las HTP de los animales evaluados en México (9.87 kg, Núñez *et al.*, 2009). Lo anterior significa que se han estado importando animales que están por debajo del promedio de la población evaluada en México. El promedio de las HTP para producción de leche de esos sementales, pero obtenidas en los EE. UU. fue negativo (-439.4 kg), lo que indica que se han estado importando sementales inferiores (en producción de leche) al promedio de la población base actual de los animales en los EE. UU. Según USDA-ARS (2010), los promedios de las HTP para producción de leche en la evaluación genética de Suizo Americano de diciembre de 2010 fueron -122.6 y 220.6 kg en toros probados y toros activos, respectivamente. Lo anterior sugiere que en México se han estado usando sementales provenientes de los EE. UU. que son inferiores para producción de leche al promedio de los sementales activos o probados en ese país. Sin embargo, es posible que muchos de estos sementales en los momentos de su adquisición por los criadores mexicanos hayan tenido HTP positivos en los EE. UU., dada la tendencia genética para esta característica.

Como era de esperarse, el promedio de las exactitudes para las evaluaciones genéticas de producción de leche de los sementales en los EE. UU. fueron altas (79.5%), lo que contrasta con el promedio de las exactitudes para producción de leche en México (36.0%), debido al menor tamaño en la base de datos. El promedio de las exactitudes obtenido en los EE. UU. sugiere la adquisición de sementales probados por los criadores mexicanos, aunque no necesariamente de alto mérito genético.

Una tendencia similar a lo detectado en producción de leche fue observada para otras características (Cuadro 1). Para producción de leche y proteína, vida productiva, índice de producción y tipo (PTI), e índice de tipo (PTAT), los promedios de las HTP de los sementales usados en México fueron negativos, mientras que para los porcentajes de grasa y proteína en la leche, y cuenta de células somáticas fueron positivos, aunque de magnitud pequeña. Lo anterior

sugiere que posiblemente los criadores mexicanos no están adquiriendo sementales basados en estas características.

Cuadro 1. Promedios de las habilidades de transmisión predichas  $\pm$  desviaciones estándar (HTP $\pm$ DE) y confiabilidades (Conf) de sementales Suizo Americano con evaluaciones genéticas en México y los EE. UU., para características productivas e índices.

País/Característica*	n	HTP $\pm$ DE	Conf (%)
<i>México</i>			
PL, kg	743	5.25 $\pm$ 45.0	36.0
<i>EE. UU.</i>			
PL, kg	743	-439.4 $\pm$ 423.7	79.5
PG, kg	743	-14.4 $\pm$ 15.6	79.5
PP, kg	743	-13.3 $\pm$ 15.1	79.5
PoG, %	743	0.02 $\pm$ 0.08	79.5
PoP, %	743	0.01 $\pm$ 0.05	79.5
VP, meses	744	-1.01 $\pm$ 2.79	65.4
CCS, células por ml	744	2.9 $\pm$ 0.4	63.1
PTI, unidades	503	-80.8 $\pm$ 107.3	80.5
PTAT, unidades	503	-0.46 $\pm$ 3.5	80.5

\* PL = producción de leche por lactancia (en México ajustada a 210 d y en EE. UU. ajustada a 305 d), PG = producción de grasa en leche por lactancia, PP = producción de proteína en leche por lactancia, PoG = porcentaje de grasa en leche, PoP = porcentaje de proteína en leche, VP = vida productiva, CCS = conteo de células somáticas, PTI = índice de producción y tipo, y PTAT = índice de tipo.

En relación con las HTP para características de tipo de los sementales usados en México, en el Cuadro 2 se muestran los promedios provenientes de la evaluación genética en los EE. UU. Para la mayoría de las características publicadas, los promedios de las HTP fueron negativas, con la excepción de ángulo del anca, vista lateral de patas traseras y longitud de tetas. En 13 de las 15 características publicadas, el promedio de las HTP fue menor que  $\pm$  una desviación estándar, y sólo en estatura y carácter lechero fueron más negativos que una desviación



estándar. Lo anterior sugiere que en caso de considerar el tipo de los sementales para su adquisición, podría ser sólo una tendencia hacia tomar en cuenta esas dos características principalmente. Madalena (2005) mencionó que en la mayoría de los países latinoamericanos la selección de animales en el pasado fue basada en sus características de tipo y los premios en calificación de juzgamiento de ganado; sin embargo, a partir de las décadas de los 70 y 80 se realizan evaluaciones genéticas locales en varios países, y paulatinamente está incrementando su influencia en la comercialización de animales.

En el Cuadro 3 se muestra la evolución (a través de años de nacimiento) por décadas de los promedios de las HTP para producción de leche de los sementales usados en México con evaluaciones nacionales y en los EE. UU. La mayoría de los sementales (68%) fueron adquiridos en las décadas de los 80 y 90. Los promedios de las HTP de los sementales evaluados en ambos países tuvieron una tendencia a ser mayores a medida que su año de nacimiento fue más reciente. Lo anterior pudiera ser consecuencia de la tendencia genética positiva en los EE. UU. Los valores negativos para todas las décadas en los EE. UU. sugieren parcialmente el uso de sementales con HTP inferiores al promedio de los sementales evaluados en 2010, por tanto de un atraso en el aprovechamiento del mejoramiento genético reciente del país exportador. Con excepción de los sementales nacidos del 2000 al 2006, en el resto de los periodos considerados el promedio de las HTP por décadas de los sementales evaluados en EE. UU. para 2010 fue superior al promedio de las HTP de la base genética de los sementales evaluados en esos periodos, lo que sugiere que probablemente la mayoría de sementales adquiridos en México, tenían evaluaciones positivas en esos momentos.

Cuadro 2. Promedios de las habilidades de transmisión predichas  $\pm$  desviaciones estándar (HTP $\pm$ DE) de sementales Suizo Americano (n = 503) con evaluaciones genéticas en México y los EE. UU., para características de tipo en los EE. UU. (Confiabilidad promedio para todas las características = 80.5%).

Característica	HTP* $\pm$ DE
Estatura	-1.12 $\pm$ 1.49
Fortaleza (amplitud de pecho)	-0.22 $\pm$ 0.63
Carácter lechero (angularidad)	-1.07 $\pm$ 1.19
Ángulo del anca	0.11 $\pm$ 0.90
Amplitud de isquiones (anca)	-0.31 $\pm$ 0.62
Vista lateral de patas traseras	0.10 $\pm$ 0.62
Vista posterior de patas traseras	-0.09 $\pm$ 0.33
Ángulo de la pezuña	-0.22 $\pm$ 0.55
Inserción de la ubre	-0.58 $\pm$ 1.03
Altura de inserción de la ubre	-0.95 $\pm$ 1.17
Amplitud de inserción de la ubre	-0.80 $\pm$ 0.98
Hendidura de la ubre (soporte)	-0.53 $\pm$ 0.86
Profundidad de ubre	-0.39 $\pm$ 0.96
Posición de tetas al frente	-0.47 $\pm$ 0.94
Longitud de tetas	0.40 $\pm$ 1.09

\* Las HTP de las características están expresadas en unidades de desviación estándar.

Con la información analizada, es difícil establecer con precisión los criterios de los criadores mexicanos para la elección de los sementales a adquirir; sin embargo, los resultados sugieren que probablemente los criadores mexicanos están eligiendo animales con base en criterios diferentes a los resultados de las evaluaciones genéticas. Aunque en los EE. UU. el promedio de las HTP para producción de leche de los animales evaluados fueron negativos, cuando esos mismos animales fueron evaluados en México resultaron positivos (con relación a su año base). Estos resultados sugieren que las bases genéticas de los animales

en los EE. UU. son probablemente más altas que la base genética de los animales evaluados en México.

Cuadro 3. Distribución de las habilidades de transmisión predichas (HTP\*, kg) por periodos de años de nacimiento de sementales Suizo Americano con evaluaciones genéticas en México y los EE. UU., para producción de leche por lactancia\*\*.

Periodo de año de nacimiento	n	HTP <sub>México</sub>	HTP <sub>EE. UU.</sub>	HTP <sub>P EE. UU.</sub>
1950 – 1959	13	-0.86	-1165.46	-1368.4
1960 – 1969	32	-3.61	-952.18	-1290.5
1970 – 1979	117	-5.90	-842.64	-1006.2
1980 – 1989	251	0.83	-545.21	-607.5
1990 – 1999	254	15.64	-124.11	-216.5
2000 – 2006	52	10.77	-60.64	4.8
Desconocido	24	-0.91	-447.98	

\* HTP<sub>México</sub> = evaluación genética nacional en México 2009, HTP<sub>EE. UU.</sub> = evaluación genética nacional en los EE. UU, HTP<sub>P EE. UU.</sub> = promedios de las HTP publicadas para los sementales evaluados en los EE. UU. (USDA-ARS, 2010).

\*\* HTP en México es expresada como producción de leche ajustada a 210 d, en EE. UU. son expresadas como producción de leche ajustada a 305 d.

## 2. IGA (HTP – País) para producción de leche por lactancia

La correlación entre las HTP de sementales con evaluaciones genéticas en México y los EE. UU. fue 0.45, lo que indica cambios en la jerarquización de los sementales para ambas evaluaciones, y por tanto interacción genotipo por ambiente (Robertson, 1959). Sin embargo, este resultado está influenciado por el tamaño reducido de la información y las bajas confiabilidades en las evaluaciones genéticas realizadas en el país. Para derivar conclusiones definitivas acerca de la interacción genotipo por país, se requiere de más información acerca de la población mexicana. El valor bajo de  $r_{HTP}$  estimado en este estudio, también sugiere un menor progreso genético en el país exportador que en el importador y un impacto económico en la adquisición de animales.

Respecto a la presencia de interacción genotipo por ambiente para producción de leche entre México y otros países, los estudios han encontrado resultados diversos y en algunas ocasiones opuestos. Algunos autores estimaron correlaciones cercanas a uno entre las HTP de sementales usados en México y los EE. UU. (Powell and Dickinson, 1977; Powell and Wiggans, 1991; Powell and Sieber, 1992); mientras que otros obtuvieron valores menores que 0.78 (Valencia *et al.*, 1999; Montaldo *et al.*, 2009). Cuando los registros de producción de leche se dividieron dentro de país en niveles de producción, las correlaciones genéticas para los niveles altos entre México y Canadá, y entre México y los EE. UU. fueron 0.81 y 0.79; mientras que para los niveles bajos fueron 0.78 y 0.70 (Montaldo *et al.*, 2009). Asimismo, Cienfuegos-Rivas *et al.* (1999) estimaron correlaciones genéticas para combinaciones de niveles de producción bajos y altos en México y los EE. UU. menores que 0.71, y para los niveles altos en ambos países 0.93. Estudios recientes con bovinos lecheros en México muestran resultados para producción y componentes de la leche; en Jersey las correlaciones entre HTP de animales con evaluaciones en México y Canadá o los EE. UU fluctuaron entre 0.75 y 0.84 (Galadizo, 2009), mientras que en Holstein estas correlaciones oscilaron entre 0.73 y 0.85 (Pelacastre, 2011). Estos resultados muestran una posible IGA para algunas de las variables estudiadas, aunque de magnitud pequeña.

Los resultados del presente estudio y los de estudios previos sugieren que la presencia de interacción genotipo por ambiente para producción de leche entre México y otros países, dependerá la situación particular y el riesgo económico de importar recursos genéticos aumentará mientras más contrastantes son los ambientes de producción. En general, las correlaciones genéticas de genotipos Holstein entre países contrastantes fueron menores que 0.35 (Charagu and Peterson, 1998), mientras que para ambientes menos contrastantes fueron mayores que 0.93 (Carabaño *et al.*, 1990). Esto también se ha observado dentro de México, cuando se compararon varias regiones para producción de leche en bovinos Holstein (correlaciones genéticas entre 0.38 y 0.93; Valencia *et al.*, 2008)

o para producción de leche entre dos sistemas de producción en México (pastoreo y estabulado) y genotipos de animales Jersey (correlación genética 0.76; Ramírez-Valverde *et al.*, 2010).

Con el fin de ilustrar las relaciones entre las HTP estimadas en México y los EE. UU., en la Figura 1 se muestran las HTP para producción de leche de sementales comunes en México y los EE.UU. El 81.02% de los sementales tuvieron HTP negativas para producción de leche en su país de origen (EE. UU.) y el 52.9% en México. Por otra parte, 41.6% de los sementales tuvieron HTP positivas en México y negativas en los EE. UU. (Cuadrante I), lo que ratifica que la base genética de la población Suizo Americano en los EE. UU. es probablemente mayor que en México. El 42.6% de los sementales tuvieron predicciones negativas en ambos países (Cuadrante IV), lo que indica que esos animales no deben usarse en México, si el objetivo primario de selección es producción de leche. El 11.2% de los sementales tuvieron predicciones positivas en ambos países (Cuadrante II), lo que sugiere menor riesgo en el uso de estos animales en México. Finalmente, sólo el 4.6% de los sementales tuvieron HTP negativas en México y positivas en los EE. UU. (Cuadrante III). Similares relaciones a las de este estudio fueron publicadas en Ganado Jersey (Galadizo, 2009).

Como ejemplo de la posible interacción genotipo por ambiente en este estudio, en la Figura 2 se muestran las HTP para producción de leche de los 10 sementales con mayor mérito genético en los Estados Unidos de América y sus valores respectivos de la evaluación en México. En la gráfica pueden observarse los cambios en las HTP y jerarquización de animales para ambas evaluaciones genéticas.

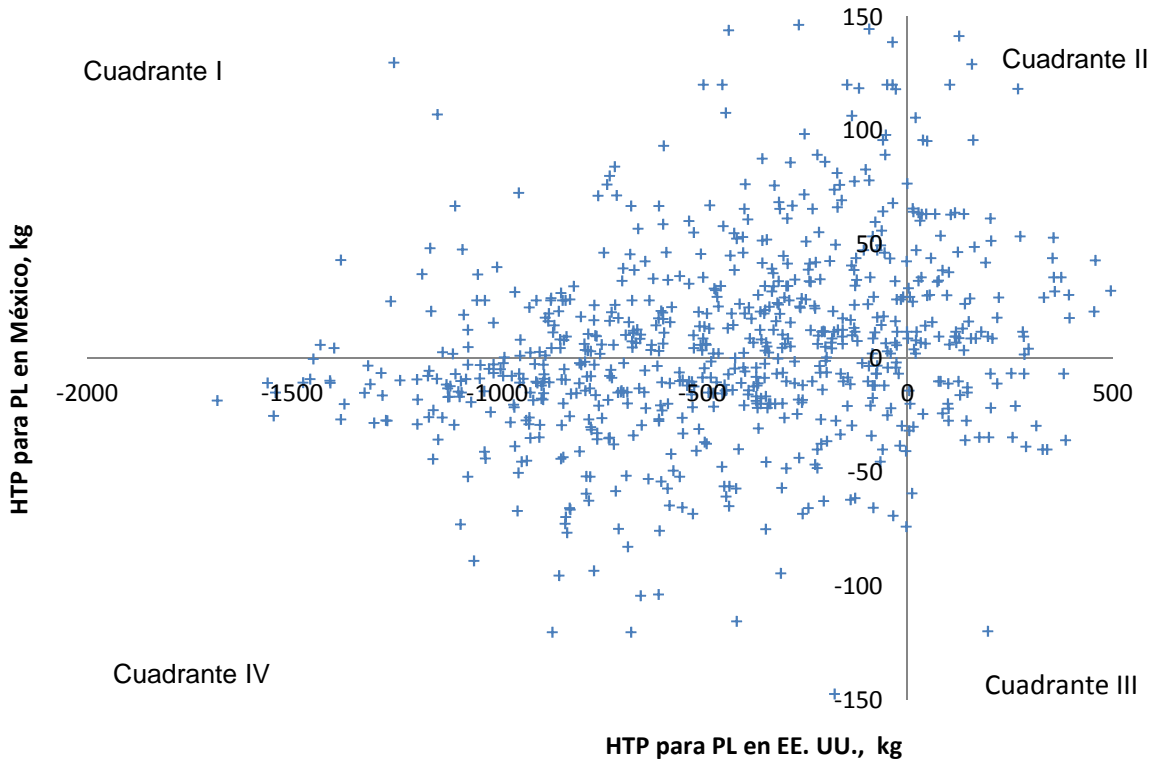


Figura 2. Relación entre las habilidades de transmisión predichas (HTP) para producción de leche por lactancia (PL) de sementales Suizo Americano con evaluaciones en México y los EE. UU.

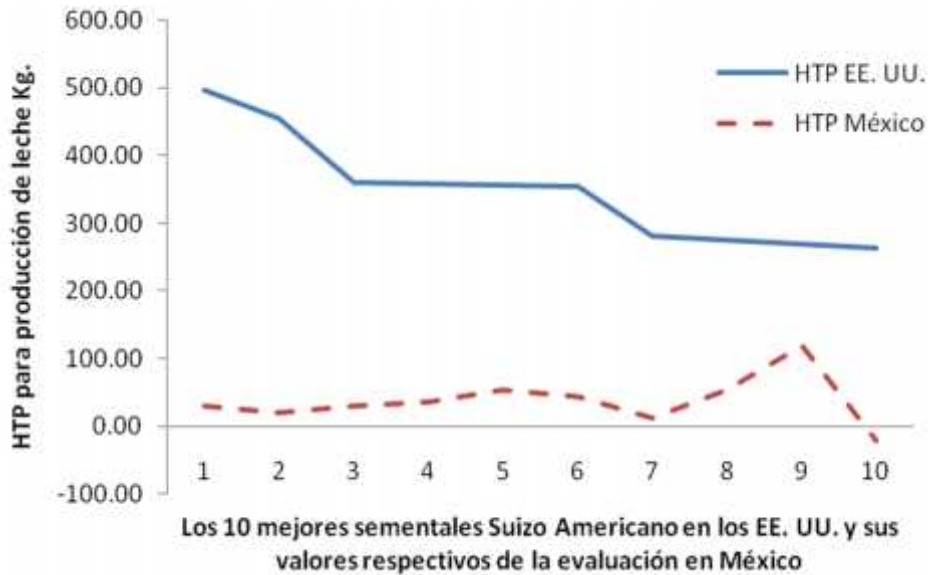


Figura 3. Relación entre las habilidades de transmisión predichas (HTP) para producción de leche por lactancia (PL) de los 10 mejores sementales Suizo Americano en los EE. UU. y sus valores respectivos de la evaluación en México.

## **CONCLUSIONES**

La mayoría de los sementales Suizo Americano de registro mexicanos importados de los Estados Unidos de América, tuvieron habilidades de transmisión predichas negativas para producción de leche y otras características en su país de origen, lo que sugiere que los criadores mexicanos no están adquiriendo sementales con base en valores genéticos de las características evaluadas. Además, algunos de los sementales tuvieron valores genéticos negativos para producción de leche en ambos países, lo que indica que esos sementales provenientes del país exportador no deberían usarse en México, si el objetivo de selección es mejorar la producción de leche. Los promedios anuales de las habilidades de transmisión predichas de los sementales evaluados en ambos países tuvieron una tendencia a ser mayores a medida que su año de nacimiento fue más reciente.

La jerarquización de sementales mediante sus habilidades de transmisión predicha para producción de leche en México es diferente de la obtenida en los Estados Unidos de América. La presencia de interacción genotipo por ambiente sugiere posibles pérdidas en progreso genético e impacto económico considerable cuando se adquieren animales de Estados Unidos de América. Sin embargo, se requiere una mayor cantidad y calidad de información para tener conclusiones más definitivas al respecto.

## **LITERATURA CITADA**

- Boettcher, P. J., J. Fatehi, and M. M. Schutz. 2003. Genotype x environment interactions in conventional versus pasture-based dairies in Canada. *Journal of Dairy Science* 86: 383–389.
- Calo, L. L., R. E. Mc Dowell, L. D. Van Vleck, and P. D. Miller. 1973. Genetic aspects of beef production among Holstein-Friesians pedigree selected for milk production. *Journal of Animal Science* 37: 676-682.

- Carabaño, M. J., K. M. Wade, and L. D. Van Vleck. 1990. Genotype by environment interactions for milk and fat production across regions of the United States. *Journal of Dairy Science* 73: 173-180.
- Cerón M., M. F., H. Tonhati, C. Costa, y F. Benavides. 2001. Interacción genotipo-ambiente en ganado Holstein colombiano. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 9(2): 74-78.
- Charagu, P., and R. Peterson. 1998. Estimates of G × E effects for economic efficiency among daughters of Canadian and New Zealand sires in Canadian and New Zealand dairy herds. *Interbull Bulletin* 17: 105–109.
- Cienfuegos-Rivas, E. G., P. A. Oltenacu, R. W. Blake, S. J. Schwager, H. Castillo-Juárez, and F. J. Ruiz. 1999. Interaction between milk yield of Holstein cows in Mexico and the United States. *Journal of Dairy Science* 82: 2218-2223.
- Galadizo M., H. 2009 Interacción genotipo por ambiente en evaluaciones genéticas nacionales de bovinos jersey en México y otros países. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. 55 p.
- Gasque G., R. 2008. Enciclopedia Bovina. Capítulo 9: Razas Bovinas Pardo Suizo. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad Universitaria. UNAM. 356-358 p.
- Madalena, F. E. 2005. Considerations on the management of animal genetic resources in Latin-America. Proceedings of the EAAP/SLU/FAO/ICAR Workshop. Uppsala, Sweden. June 2.
- Montaldo H. H., Núñez-Soto., F. J. Ruiz-López, H. Castillo-Juárez. 2009. Selection response for milk production in conventional production systems in Mexico, using genetic evaluations of Holstein sires from Canada and the United States. *Journal of Dairy Science* 92: 5270–5275.
- Muller, J. P, G. Clifton, y S. Sama. 2004. Evaluación Genética de carneros Corriedale. Informe No. 3, abril del 2004. Comunicación Técnica INTA Bariloche No.444. 12p.
- Núñez D., R., R. Ramírez V., A. Ruíz F., y R. Gallegos R. 2009. Resumen de Evaluaciones Genéticas para Sementales Angus 2009. Boletín Técnico Departamento de Zootecnia. UACH. Chapingo, Méx.



- Pelacastre C., A. 2011. Estimación de efectos de interacción genotipo-ambiente para características de producción y fertilidad en ganado Holstein en México. Tesis de Maestría en Ciencias. UNAM. 63 p.
- Powell, R. L., and F. N. Dickinson. 1977. Progeny tests of sires in the United States and in Mexico. *Journal of Dairy Science* 60: 1768-1772.
- Powell, R. L., and M. Sieber. 1992. Direct and indirect conversion of bull evaluations for yield traits between countries. *Journal of Dairy Science* 75: 1138-1146.
- Powell, R. L., and G. R. Wiggans. 1991. Animal model evaluations for Mexican Holstein. *Journal of Dairy Science* 74: 1420-1427.
- Ramírez-Valverde R., Peralta-Aban J. A., R. Núñez-Domínguez R., Ruíz-Flores A., García-Muñiz J. G. and García-Peniche T. B. 2010. Genotype by feeding system interaction in the genetic evaluation of Jersey cattle for milk yield. *Animal* 4:1971–1975.
- Robertson, A. 1959. The sampling variance of the genetic correlation coefficient. *Biometrics* 15: 469-485.
- SAS. 2002. User's Guide: Statistics. Version 9.1.3 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Stanton, T. L., R. W. Blake, R. L. Quaas, and L. D. Van Vleck. 1991. Response to selection of United States Holstein sires in Latin America. *Journal of Dairy Science* 74: 651-664.
- USDA-ARS. 2010. Genetic Evaluations. available from: <http://aipl.arsusda.gov/eval.htm>  
Consultada el 12 de octubre de 2010.
- Valencia P., M., F. J. Ruiz L., H. Montaldo V., J. F. Keown, y L. D. Van Vleck. 1999. Evaluación genética para la producción de leche en ganado Holstein en México. *Técnica Pecuaria en México* 37(3): 1-8.
- Valencia, M., H. Montaldo, and F. Ruiz. 2008. Interaction between genotype and geographic region for milk production in Mexican Holstein cattle. *Archivos de Zootecnia* 57: 457-463.